

# **Themenstellung und Problemspektrum der transdisziplinären Umweltforschung**

Martin Scheringer

ETH Zürich  
Institut für Chemie-  
und Bioingenieurwissenschaften  
Wolfgang-Pauli-Str. 10  
CH-8093 Zürich  
scheringer@chem.ethz.ch

November 2006



Safety and  
Environmental  
Technology Group

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

# 1 Methodik transdisziplinärer Umweltforschung und Defizite bei ihrer Realisierung

Um zu spezifizieren, worin transdisziplinäre Umweltforschung besteht und wann sie erforderlich ist, ist es sinnvoll, verschiedene Formen lebensweltlicher Probleme zu unterscheiden. Ein "Problem" ist hier eine Situation, die – mit guten Gründen – von einem gewissen Anteil der Bevölkerung als unerwünscht bewertet wird. Solche lebensweltlichen Probleme lassen sich in zweifacher Hinsicht charakterisieren (Scheringer et al. 2005):

- die gesellschaftliche Wahrnehmung und Einschätzung eines solchen Problems ist entweder kontrovers oder einheitlich
- der wissenschaftliche Zugang zu einem solchen Problem und der Weg zu seiner Lösung ist (unter Wissenschaftlern) entweder unstrittig oder strittig.

Damit ergibt sich eine Matrix mit vier Feldern, s. Abb. 1. Transdisziplinäre Forschung ist erforderlich bei lebensweltlichen Problemen mit unklarem wissenschaftlichen Zugang (untere Hälfte der Matrix in Abb. 1).

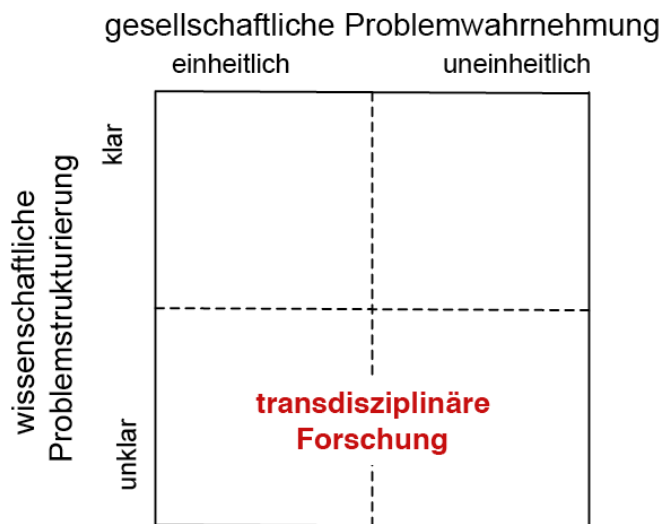


Abbildung 1: Einteilung lebensweltlicher Probleme hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Wahrnehmung und wissenschaftlichen Strukturierung. Graphik übernommen aus Scheringer et al. (2005).

Damit und mit Bezug auf die von Jaeger u. Scheringer (1998) vorgeschlagenen Phasen im transdisziplinären Forschungsprozess lässt sich spezifizieren:

Transdisziplinäre Forschung ist Forschung, welche

- ein lebensweltliches Problem mit unklarem wissenschaftlichem Zugang und unklarer Lösung aufgreift,
- dieses Problem in geeignete Forschungsfragen übersetzt (geeignet besagt hier, dass eine spätere Integration der Antworten auf die Forschungsfragen zu einem sinnvollen Gesamtbild möglich ist (Jaeger u. Scheringer 1998)),
- geeignete Methoden sucht oder neu entwickelt, um diese Teilfragen zu bearbeiten,
- Lösungen zu den Teilfragen erarbeitet,
- diese Lösungen zu einem Gesamtbild zusammenfügt
- und dieses Resultat in den gesellschaftlichen Problemlösungsprozess einspeist.

Bei diesem Verständnis von transdisziplinärer Forschung stellen sich vier Schlüsselfragen:

- In welchen Fällen (wie häufig) ist transdisziplinäre Forschung nach obigem Verständnis überhaupt erforderlich?
- Durch wen und auf welche Weise wird ein komplexes lebensweltliches Problem überhaupt in die Forschung eingebracht?
- Wie wird das Problem dann in Forschungsfragen übersetzt?
- Wie werden die Forschungsergebnisse in den gesellschaftlichen Problemlösungsprozess eingebracht?

*Zu Frage 1:* Bei vielen Umweltproblemen ist keine transdisziplinäre Forschung erforderlich, sondern angewandte Forschung, problembezogene Praxisbegleitung durch eine Forschergruppe oder problembezogene Bündelung vorhandenen Wissens ist ausreichend (zur Spezifizierung dieser Projektformen s. Scheringer et al. 2005). Bei diesen Projektformen wird durchaus ein wissenschaftlicher Beitrag zur Lösung eines lebensweltlichen Problems erbracht, aber etablierte – disziplinäre – Forschungsziele und Methoden sind dafür ausreichend und müssen daher nicht hinterfragt und verändert werden.

Den Gegensatz dazu bilden sehr komplexe und umfassende Umweltprobleme. Hier ist nicht klar, worin eine praktikable Lösung eigentlich besteht und wie sie erreicht werden kann. Bestehende disziplinäre Ansätze sind nicht ausreichend, um solche Probleme angemessen zu strukturieren und zu bearbeiten. Vielmehr müssen verschiedene mögliche Lösungen konzipiert und evaluiert werden, und geeignete Methoden müssen neu entwickelt werden.

*Zu Frage 2:* Gerade bei komplexen Problemen, deren gesellschaftliche Wahrnehmung und Einschätzung kontrovers ist, ist es die Aufgabe der Wissenschaft, die Probleme auch wissenschaftlich aufzunehmen und auf ihre Dringlichkeit hinzuweisen. Bei komplexen Problemen, die viele verschiedene Aspekte haben und deren Handhabung Ressourcen wie Arbeitszeit, Aufmerksamkeit und Geld bindet, ist es i. a. nicht die Praxis, die solche Probleme an die Wissenschaft heranträgt, denn eine wissenschaftliche Diskussion wird die Komplexität und Unüberschaubarkeit solcher Probleme in vielen Fällen zunächst einmal erhöhen. Daher sollten Wissenschaftler bei solchen Problemen nicht auf einen Auftrag oder ein Mandat warten (um dadurch ihre transdisziplinäre Forschung legitimiert zu bekommen), sondern sie selbst sollten ein Problem (oder Teilaspekte davon) zum Forschungsgegenstand machen. Wissenschaft hat hier u. a. die Aufgabe, ein gesellschaftliches Frühwarnsystem zu bilden.

*Zu Frage 3:* Wenn ein komplexes lebensweltliches Problem zum Ausgangspunkt eines Forschungsprozesses genommen wird, ist es essentiell, dass dieses Problem nicht (allein) als Aufhänger für “konventionelle” disziplinäre Forschung benutzt wird. Vielmehr gilt es, die disziplinär etablierten Erkenntnisinteressen und Methoden zu hinterfragen und, wenn nötig, neue Methoden zu entwickeln und neue Forschungsziele zu definieren. Dies ist ein zentraler Schritt im transdisziplinären Forschungsprozess. Illustrieren lässt sich dieser Punkt wie folgt: Traditionellerweise bestehen die Ziele naturwissenschaftlicher Umweltforschung darin, Kausalzusammenhänge zu etablieren und den betrachteten Gegenstand so vollständig und umfassend wie möglich zu behandeln. Aufgrund der Komplexität von Umweltsystemen führen diese beiden Ziele leicht in grosse Schwierigkeiten: Kausalzusammenhänge sind bei komplexen Umweltproblemen schwer zu etablieren,

weil sehr viele Faktoren zum beobachteten Effekt beitragen. Der Umfang der Phänomene, die zum Problem gehören, ist nahezu unbeschränkt (z.B. die toxischen Wirkungen von mehreren 1000 Chemikalien und ihren Kombinationen auf eine Vielzahl – wiederum mehrere 1000 – von Spezies und Ökosystemen). Daher besteht beim Festhalten an den obigen Zielen die Gefahr, dass Einzelfragen herausgegriffen werden, die zur Lösung des Gesamtproblems wenig beitragen.

*Zu Frage 4:* Es kann nicht grundsätzlich erwartet werden, dass die Resultate eines transdisziplinären Projektes von den betroffenen ausserwissenschaftlichen Akteuren unmittelbar aufgegriffen werden. Während bei enger Zusammenarbeit mit Akteuren aus der Praxis die Resultate von der Praxisseite gewünscht werden, gibt es auch Fälle, in denen die Praxis nicht auf wissenschaftliche Resultate “wartet”, welche das Bild eines Problems noch komplizierter machen könnten. In solchen Fällen muss der Bezug zur praktischen Umsetzung gesucht und durch geeignete Übergangsstellen hergestellt werden. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Praxis im Vollzug bestehender Gesetze durch die Behörden besteht, die dabei etablierte Methoden verwenden. Rein aus Kapazitätsgründen ist es dann oft nicht möglich, neue wissenschaftliche Resultate aufzunehmen und in die Vollzugspraxis zu überführen.

*Defizite:* Innerhalb des Wissenschaftssystems bestehen zur Zeit vor allem hinsichtlich der Fragen 2 und 3 Defizite. Komplexe lebensweltliche Probleme werden entweder gar nicht als Forschungsgegenstand gesehen, oder aber sie werden als Ausgangspunkt disziplinärer Forschung verwendet, so dass oft dann Einzelbefunde generiert werden, die nur disziplinenintern von Bedeutung sind. Diese Defizite beruhen auf individuellen und strukturellen Problemen: Es ist erstens erforderlich, dass einzelne Wissenschaftler dazu bereit und motiviert sind, ein lebensweltliches Problem in kreativer und innovativer Weise zu behandeln. Zweitens ist aber auch erforderlich, dass diese Wissenschaftler die nötige Infrastruktur, finanzielle Unterstützung etc. finden. Zur Zeit erfordert die Qualifikation und Selbstbehauptung im Wissenschaftssystem eine Fokussierung auf disziplinär anerkannte Themen, Methoden und Erkenntnisziele sowie die Erzeugung quantifizierbarer Leistungsausweise in Form von Publikationen und eingeworbenen Forschungsmitteln. Dies erhöht das Beharrungsvermögen des Wissenschaftssystems (anstatt es flexibler zu machen) und erschwert es, mit Blick auf lebensweltliche Probleme Neuansätze zu entwickeln. Es ist dringend erforderlich, dass die Beurteilung von Wissenschaftlern nach rein äusserlichen “Leistungsmerkmalen” wie Alter, Anzahl Publikationen und eingeworbenen Forschungsmitteln durch eine differenziertere Betrachtung ersetzt wird. Es ist aber auch erforderlich, dass sich Umweltwissenschaftler als Einzelpersonen stärker von disziplinären Vorgaben absetzen und unkonventionellen Fragen nachgehen und dabei neue Methoden und Lösungsvorschläge für ein Problem entwickeln.

Diese Situation wird treffend ausgedrückt durch eine Passage aus D. Orr (1994, S. 100/101): “The professionally induced fear of making a mistake or being thought to lack rigor has rendered much of the professorate toothless and confined to quibbles of great insignificance. (...) For the consummate professional scholar, the rule of thumb is that if it has no obvious and quick professional payoff, don’t do it. (...) There is a danger that higher education will opt out of the great ecological issues of the twenty-first century because it cannot summon enough vision and courage to do otherwise.”

Ein konkretes Beispiel für einen zu engen disziplinären Blick auf ein lebensweltliches Problem bietet die Risikobewertung von Chemikalien. Auf dem Markt befinden sich zur Zeit einige 10 000 chemische Substanzen, für welche Risikobewertungen durchgeführt werden müssen. Da bei solchen Bewertungen viele offene Fragen bestehen oder auch während der Bewertung erst noch auftreten, ist der Aufwand für eine Risikobewertung hoch. Zwei Zitate zur Methodik bei der Risikobewertung illustrieren die wissenschaftliche Sichtweise auf dieses Problem:

„This four stage process [of environmental risk assessment for chemicals] presents formidable problems in which scientific knowledge severely lags behind regulatory needs. (...) It is clear that significant advances in chemistry, physics, biology and especially toxicology of industrial chemicals are needed before the regulatory need is fully satisfied.“ (Mackay 1982)

„Uncertainties and ignorance are features of all assessment procedures but in general ought to be less likely the more evidence-based knowledge we have.“ (Calow u. Forbes 2003)

Beide zitierten Positionen lassen sich zu stark von der wissenschaftlich-disziplinären Sichtweise leiten, mehr Wissen führe auch zu sichereren Beurteilungsgrundlagen, und verkennen dabei zwei Aspekte: Erstens führt mehr wissenschaftliches Wissen nicht nur zu mehr gesicherter Erkenntnis, sondern auch zu mehr und neuen offenen Fragen. Zweitens reicht es für den Umgang mit jetzt bestehenden Unsicherheiten und Wissenslücken nicht aus, auf den zukünftigen Erkenntnisfortschritt zu setzen. Es wäre also wichtig, anzuerkennen, dass das Problem nicht abschliessend behandelt werden kann und dass daher bereits in der Wahl des wissenschaftlichen Zugangs nach Möglichkeiten zur Vereinfachung der Fragestellung gesucht werden muss.

## **2 Transdisziplinäre Forschung im Bereich der Chemikalienbewertung**

Im Bereich der Chemikalienbewertung besteht das lebensweltliche Problem darin, dass sich eine Vielzahl von Chemikalien auf dem Markt befindet (in der EU ca. 100 000 sog. Altstoffe) und dass diese Stoffe hinsichtlich der Risiken für Mensch und Umwelt bewertet werden müssen. Zugleich sind jedoch die Eigenschaften der Mehrzahl dieser Stoffe nur unvollständig oder gar nicht bekannt (EEA 1998).

Der etablierte wissenschaftliche Ansatz bei diesem Problem besteht darin, Stoffeigenschaften, Emissionen in die Umwelt, Umweltverhalten der Stoffe sowie die toxischen Effekte der Stoffe zu erfassen und das Risiko zu bestimmen als den Quotienten aus zwei Zahlenwerten: einerseits der *predicted environmental concentration* (PEC), andererseits der *predicted no-effect concentration* (PNEC). Diese Vorgehensweise ist jedoch bei den 100 000 Altstoffen in den letzten Jahren an Grenzen gestossen, da die Behörden, welche bisher für die Altstoffbewertung weitgehend verantwortlich waren, nicht über die erforderlichen Ressourcen verfügen: Weil die umfassende Risikobewertung einer chemischen Substanz sehr aufwendig ist und die erforderlichen Daten in vielen Fällen noch fehlen, sind bisher nur ca. 200 der mehreren 10 000 auf dem Markt befindlichen Altstoffe bewertet worden.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass fehlende Daten zu einer der beiden Grössen, PEC oder PNEC, dazu führen, dass der Risikoquotient (PEC/PNEC) nicht bestimmt werden kann. Bei der Mehrzahl der Altstoffe fehlen Toxizitätsdaten und damit auch der PNEC-Wert (EEA 1998). Zudem kumulieren sich alle Unsicherheiten, mit denen PEC und PNEC behaftet sind, im Risikoquotienten. Daher ist eine

vereinfachende Vorgehensweise erforderlich, um Prioritäten bei der Risikobewertung und dem Risikomanagement von Chemikalien zu setzen. Eine Möglichkeit dazu besteht darin, auf eine umfassende Risikobewertung – zumindest in einer ersten Phase der Bewertung – zu verzichten und statt dessen Emissionsmengen, Verteilungsverhalten in der Umwelt und toxische Effekte separat zu betrachten (Scheringer 2002, Scheringer 2004). Das Verteilungsverhalten von Chemikalien in der Umwelt lässt sich dann mit Hilfe der beiden Indikatoren Persistenz und Reichweite charakterisieren, und Stoffe mit hoher Persistenz und/oder Reichweite können dann unabhängig von ihrer Emissionsmenge und ihren toxischen Effekten identifiziert werden. Hohe Persistenz und Reichweite bedeuten, dass ein Stoff das Potential hat, sich weiträumig zu verteilen und lange in der Umwelt zu verbleiben. In diesem Fall wäre es gemäss dem Vorsorgeprinzip sinnvoll, die Emissionen in die Umwelt zu unterbinden, auch wenn über die Wirkungen der Substanz (noch) nichts bekannt ist. Die Vorteile und Grenzen des Reichweiten-Konzepts sind ausführlich bei Scheringer (2002) und in einem Überblick bei Scheringer (2004) dargestellt.

Um Missverständnisse zu vermeiden, sei hier betont, dass es bei der Stoffbewertung hinsichtlich Persistenz und Reichweite nicht darum geht, die Erforschung der toxischen Wirkungen von Chemikalien für irrelevant zu erklären. Wo immer sich toxische Wirkungen erkennen und kausal erklären lassen, ist dies ein wichtiger Beitrag zum Verständnis und zur Bewertung der Umweltrisiken durch Chemikalien. Der Punkt, an dem das Reichweiten-Konzept ansetzt, besteht darin, dass für sehr viele Stoffe die toxischen Wirkungen jedoch nicht bekannt sind und – aufgrund der grossen Menge von Substanzen – auch innerhalb der nächsten Jahre nicht erfasst werden können. Damit in solchen Fällen die Bewertung nicht stagniert, soll das Reichweiten-Konzept helfen, auch bei Stoffen ohne toxikologische Daten eine Bewertungsgrundlage zu finden.

Um Persistenz und Reichweite zu bestimmen, werden Modelle benötigt, welche das Verteilungsverhalten von Chemikalien in der Umwelt simulieren. Einerseits müssen diese Modelle den Stand der Forschung im Bereich Umweltchemie widerspiegeln und wissenschaftlich ergiebig sein. Zugleich müssen sie aber auch genügend einfach sein, damit sie sich mit vertretbarem Aufwand auf ein grosses Spektrum von Substanzen anwenden lassen. Die Entwicklung solcher Modelle ist insofern eine transdisziplinäre Aufgabe, als ein ausserwissenschaftlicher Anspruch – Praktikabilität, genügend einfache Anwendbarkeit – neben dem wissenschaftlichen Anspruch auf Originalität, wissenschaftliche Aussagekraft etc. in die Zielsetzung einfließt. Wenn diese Modelle nur hinsichtlich dessen beurteilt werden, was wissenschaftlich und computertechnisch möglich oder wünschenswert ist, wird ihr Zweck nicht erfasst. Der Anspruch, dass die Modelle auch in der Praxis von Industrie und Behörden anwendbar sein sollen, steht dem wissenschaftsinternen Anspruch, Modelle differenzierter und komplexer zu machen, entgegen. Zu diesem Spannungsverhältnis s. auch Böschen et al. (2001).

Dem ausserwissenschaftlichen Bedarf an praktikablen und allgemein verfügbaren Modellen wurde kürzlich insofern entsprochen, als mehrere Modellentwickler sich auf ein Einheitsmodell zur Berechnung von Persistenz und Reichweite geeinigt haben. Dieses Modell wird von der OECD über das Internet kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Tatsache, dass es nun ein einzelnes Modell gibt, das von mehreren Wissenschaftlern aus verschiedenen Ländern unterstützt wird, macht die Umsetzung des Reichweiten-Konzeptes deutlich leichter, da Modellanwender nun nicht mehr aus ca. 10 Modellen auswählen und sich für ihre Wahl rechtfertigen müssen und da sie damit rechnen können, dass andere Anwender mit demselben Modell arbeiten.

Ein anderes Beispiel für eine transdisziplinäre Fragestellung im Bereich der Chemikalienbewertung ist die Erarbeitung von Emissionsdaten. Für viele Chemikalien ist nur sehr ungenau bekannt, welche Mengen auf welche Weise und an welchen Orten in die Umwelt freigesetzt werden. Die Abschätzung von Emissionsmengen ist keine rein naturwissenschaftliche Frage, sondern erfordert neben naturwissenschaftlichem Verständnis auch technisches und ökonomisches Wissen. Methodisch ist diese Fragestellung wenig strukturiert; insgesamt ist sie also wenig attraktiv für disziplinär ausgerichtete Naturwissenschaftler. Zudem ist es nicht möglich, exakte Resultate zu gewinnen, sondern man muss sich mit relativ ungenauen Schätzungen zufriedengeben. In dieser Situation haben Breivik et al. (2002) Emissionsdaten für polychlorierte Biphenyle (PCB) erarbeitet. Bei dieser Frage bestehen so grosse Unsicherheiten, dass sie bei rigoroser wissenschaftlicher Betrachtung als "nicht wissenschaftsgeeignet" abgetan werden könnte. Umso wertvoller ist die Arbeit von Breivik et al., die mittlerweile trotz unvollständigem Wissen und Unsicherheiten von einem Faktor 100 in den PCB-Emissionen ein wichtiges Element in der Risikobewertung von PCB geworden ist.

### **3 Bedarf und weiterreichende Fragen**

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, wie sich die transdisziplinäre Umweltforschung durch eine Umorientierung unter Wissenschaftlern selbst stärken lässt. Ein erster Punkt ist, dass es nötig wäre, die Methoden und Ziele der Forschung stärker zu reflektieren und sie, wo nötig, auch stärker dem lebensweltlichen Problem anzupassen. Das obige Zitat von D. Orr drückt die Zurückhaltung aus, mit der Wissenschaftler oft den umfassenden, wissenschaftlich nicht klar definierten Umweltproblemen begegnen. Wie auf S. 4 bereits angesprochen, hat dieses Phänomen eine individuelle und eine strukturelle Seite. Die Bearbeitung lebensweltlicher Probleme in transdisziplinärer Forschung erfordert vom einzelnen Wissenschaftler, auch Fragen zu behandeln, die aus disziplinärer Sicht unkonventionell, zu trivial oder aber auch zu komplex erscheinen, neue Methoden zu erarbeiten oder zu erlernen und einen möglicherweise langwierigen Suchprozess nach einem fruchtbaren Ansatzpunkt zu durchlaufen. Gleichzeitig ist aber festzuhalten, dass die institutionellen Rahmenbedingungen zur Zeit sehr ungeeignet für diese Art der Forschung sind und dringend verbessert werden müssen. Neben den Wissenschaftlern selbst sind also auch Hochschulpolitiker und Verantwortliche in der Hochschulleitung gefordert, Wissenschaftler weniger nach einfach quantifizierbarem "output" wie Publikationen, Zitationen und Drittmitteln zu beurteilen und nicht ausschliesslich die Konzentration auf "Exzellenz" in eng umrissenen disziplinären Kerngebieten zu fordern und zu fördern.

Neben diesen allgemeinen Anforderungen lässt sich an Beispielen konkret illustrieren, wie die transdisziplinäre Umweltforschung durch eine veränderte Sichtweise und ein verändertes Selbstverständnis der Wissenschaftler gestärkt werden kann. Ein erstes Beispiel ist die Landschaftsforschung (Landschaftsökologie) und ihre Rolle in der Raumplanung. Bisher ist es oft so, dass von der Landschaftsökologie gefordert wird, die Folgen von Eingriffen durch den Strassenbau vorauszusagen und in ökologischer Hinsicht zu bewerten. Aufgrund der Komplexität und Individualität der betroffenen Ökosysteme ist dies jedoch in den meisten Fällen kaum möglich, und die Landschaftsforschung kann ihre Rolle als "Kausalitätslieferant" nicht erfüllen. Die mit der ökologischen Beurteilung verbundenen Unsicherheiten sind so gross, dass die ökologische Beurteilung gegenüber dem konkreten Bedarf, eine Strasse zu bauen, kein Gewicht erhält und der geplante Eingriff in die Landschaft durchgeführt wird.

Hier wäre es wichtig, dass sich die Wissenschaft von einem unzutreffenden Selbstverständnis emanzipiert. Es ist i.a. nicht möglich, die geforderten Kausalitätsnachweise zu liefern, und daher müsste schon diese Fragestellung hinterfragt und in vielen Fällen als nicht bearbeitbar abgelehnt werden. Im Gegenzug wäre es gleichzeitig möglich, dass sich die Landschaftsforschung mit einem Beitrag, der sich tatsächlich leisten lässt, stärker innerhalb der Raumplanung positioniert. Dies könnte erfolgen, indem für einen grösseren Raum wie z.B. ein Bundesland ein Gesamtbild von Flächenzerschneidung und Flächeninanspruchnahme erstellt wird. Anhand der im betrachteten Gebiet bestehenden Zerschneidung und ihrer räumlichen Verteilung liessen sich dann aus dem Gesamtbild ableiten, welche Eingriffe im Sinne der landschaftlichen Gesamtbeurteilung mehr oder weniger schwerwiegend wären. Auf diese Weise könnte der Gesamtbedarf an Strassenneubauten mit der bestehenden Zerschneidung und mit der Zunahme der Zerschneidung durch die geplanten Eingriffe abgewogen werden. Anhand dessen könnten schliesslich Prioritäten für Eingriffe, welche – relativ zu anderen geplanten Eingriffen – am meisten nützen und am wenigsten schaden, gesetzt werden. Das übergeordnete Ziel dieser Vorgehensweise wäre, dass sich die landschaftsökologische Forschung neben dem Strassenbau als Kraft im Gestaltungsprozess etabliert.

Ein zweiter Aspekt ist die Aufgabe der Umweltforschung, innerhalb der Gesellschaft auf drängende Umweltprobleme hinzuweisen; ein Beispiel ist hier der Verkehr. Der Verkehr löst durch seine Nebenfolgen (Zerschneidung, Abgase, Lärm, Unfälle) grosse gesellschaftliche Schäden aus (SRU 2005). Er wird jedoch innerhalb der Gesellschaft sehr kontrovers eingeschätzt; es gibt Bevölkerungsgruppen, die vor allem den Nutzen des Verkehrs wahrnehmen, während andere primär unter den negativen Auswirkungen leiden. Im Gegensatz zum Klimawandel, welcher in der zweiten Hälfte des Jahres 2006 den Übergang von kontroverser zu relativ einheitlicher Wahrnehmung vollzogen hat (s.u.), ist es beim Verkehr trotz manifester Umweltschäden immer noch erforderlich, dass die Umweltforschung dabei mitwirkt, ein genügendes Problembewusstsein in der Gesellschaft zu entwickeln. Dazu müssen das Ausmass des Umweltproblems und seine Folgen noch stärker verdeutlicht werden, und es müssen weitreichende Perspektiven zur Verbesserung der Situation entwickelt werden. Dies bedeutet konkret, dass z.B. nicht allein effizientere Fahrzeuge und Flugzeugtriebwerke entwickelt werden sollten, sondern dass auch Konzepte für – zumindest in gewissen Regionen oder zu gewissen Zeiten – verminderten Verkehr und trotzdem genügende Anbindung erarbeitet werden (z.B. kürzere Wege durch Mischung von Wohn- und Arbeitsgebieten).

Sobald ein Umweltproblem den Übergang von kontroverser Wahrnehmung zu breiter gesellschaftlicher Anerkennung vollzogen hat wie kürzlich der Klimawandel, kann die Umweltforschung darauf mit einer Änderung ihrer Stossrichtung reagieren. In der Phase der kontroversen Wahrnehmung geht es vor allem noch darum, überhaupt eine grundsätzliche Anerkennung des Problems zu erreichen. Sobald dies jedoch eingetreten ist, können die konkreten Aspekte des Umweltproblems mit weitergehenden Vorschlägen angesprochen werden. Ein Beispiel im Zusammenhang mit dem Klimawandel wäre, dass das Institut für sozial-ökologische Forschung mit dem Flughafen Frankfurt oder der Lufthansa ein Projekt über die Begrenzung und langfristig auch Verminderung der Emissionen aus dem Flugbetrieb durchführen könnte. Für ein solches Projekt besteht seit der breiten Anerkennung des Klimawandels als Umweltproblem ein viel stärkere Gesprächsgrundlage als zuvor.

Ein letzter Aspekt für stärkere Ausrichtung der Umweltforschung auf lebensweltliche Probleme besteht darin, gezielt die Brücke von den



wissenschaftlichen Resultaten zu deren Umsetzung in der Praxis von Industrie, Behörden oder Konsumenten aufzubauen. Wissenschaftliche Resultate werden in vielen Fällen nicht oder nur langsam von den “Adressaten” ausserhalb der Wissenschaft aufgegriffen. Die Tatsache, dass ein Resultat erarbeitet und in der begutachteten Literatur publiziert worden ist – für Wissenschaftler oft der Endpunkt des Arbeitsprozesses – bedeutet nicht, dass dieses Resultat ausserhalb der Wissenschaft in seiner Bedeutung erkannt wird und in praktische Massnahmen einfliesst.

Ein Beispiel für den verstärkten Bezug zwischen Wissenschaft und “Praxis” bietet nochmals die umweltchemische Forschung und die Chemikalienbewertung. Durch die neue europäische Chemikaliengesetzgebung (REACH, s. EU (2006)) und die Stockholm-Konvention zu persistenten organischen Schadstoffen (UNEP 2004) besteht ein grosser Bedarf an umweltchemischer Forschung. Diese Forschung ist jedoch an den Hochschulen relativ schwach vertreten und ungenügend finanziert; oft erreicht sie ihre Adressaten in Industrie und Behörden nur in unzureichender Weise. Ein Ansatzpunkt, um den Bezug zwischen umweltchemischer Forschung und Entscheidungsträgern in Industrie und Behörden zu verbessern und auch in der Öffentlichkeit die Problemwahrnehmung zu verstärken, besteht darin, in Analogie zum *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) eine analoge Institution im Bereich der Umweltbelastung durch Chemikalien aufzubauen. Erste Schritte in Richtung eines solchen *International Panel on Chemical Pollution* (IPCP) werden zur Zeit unternommen (Scheringer et al. 2006). Das IPCP ist als ein globales Netzwerk von Wissenschaftlern konzipiert, das die verfügbaren wissenschaftlichen Resultate beurteilen und bündeln soll und auf dieser Grundlage wissenschaftliche Politikberatung bieten kann. Zugleich soll es auch die wichtigsten offenen Probleme identifizieren, den Forschungsbedarf darstellen und durch gezielte und regelmässige Kommunikation auch in der Öffentlichkeit auf die Probleme durch Chemikalienkontamination hinweisen. Auf diese Weise soll neben der wissenschaftlichen Unterstützung der Politik auch eine politische Unterstützung der Wissenschaft geleistet werden.

#### **4 Fazit**

Transdisziplinäre Umweltforschung ist längst nicht überall, sondern nur bei „komplexen“ und umfassenden Umweltproblemen erforderlich. Bei solchen Problemen ist jedoch eine stärkere und stärker auf den Gesamtzusammenhang des Problems ausgerichtete Rolle der Wissenschaft dringend nötig. Der Lösung von Umweltproblemen stehen viele Hindernisse entgegen; viele davon liegen als “gesellschaftliche Handlungsblockaden” ausserhalb der Wissenschaft. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Wissenschaft selbst nicht auch ihren eigenen Beitrag zum Problemlösungsprozess verstärken kann. Innerhalb der Wissenschaft besteht ein erhebliches und noch nicht ausgeschöpftes Potential, neue Ansatzpunkte für die Bearbeitung komplexer Umweltprobleme zu erarbeiten. Diese Feststellung weist auf Defizite bei der Etablierung transdisziplinärer Umweltforschung hin, die im Wissenschaftssystem selbst liegen:

- die oft ungenügende Reflexion der eigenen Methoden und Ziele,
- die mangelnde Anpassung etablierter Methoden und Erkenntnisziele an den Erkenntnisbedarf, der durch ein Umweltproblem aufgeworfen wird,
- die unangemessene Behandlung komplexer lebensweltlicher Probleme, wenn diese nur als Ausgangspunkt für disziplinäre Forschung verwendet werden (dieser Punkt wirft die schwierige Frage auf, wer die Definitionshoheit über

Forschungsfragen hat und wie es möglich ist, “unorthodoxen” Fragestellungen dazu zu verhelfen, dass sie als relevant und auch wissenschaftlich ergiebig anerkannt werden).

Ansatzpunkte, um diesen Defiziten entgegenzuwirken, bestehen für Wissenschaftler darin,

- sich mit verfügbaren Resultaten und dokumentierten Unsicherheiten stärker in den Problemlösungsprozess einbringen,
- bei der Definition von Forschungsfragen das Gesamtbild eines Umweltproblems so gut wie möglich im Blick zu behalten und
- selbst den Praxisbezug zu suchen, weil nur in seltenen Fällen wissenschaftliche Resultate “von allein” den Weg in die praktische Umsetzung finden.

### **Dank**

Ich danke Jochen Jaeger, ETH Zürich, für unseren fruchtbaren Gedankenaustausch und wertvolle Beiträge zum hier vorgestellten Material. Den Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Transdisziplinarität“ der Schweizerischen Akademischen Gesellschaft für Umweltforschung und Ökologie (SAGUF), Gertrude Hirsch Hadorn, Christian Pohl, Antonio Valsangiacomo und Arnim Wiek, danke ich für die konstruktive Zusammenarbeit zum Thema transdisziplinäre Umweltforschung. Thomas Jahn, ISOE, danke ich für hilfreiche Anregungen und den Anstoss, die hier vorgestellten Überlegungen konkret auszuarbeiten.

### **Literaturangaben**

- Bösch, S., Scheringer, M., Jaeger, J. (2001) Wozu Umweltforschung? – Über das Verhältnis von Forschungstraditionen und umweltpolitischen Leitbildern, Teil II: Zum Leitbild “Reflexive Umweltforschung”, *GAIA* **10**, 202–211.
- Brevik, K. Sweetman, A., Pacyna, J. M., Jones, K. C. (2002) Towards a Global Historical Emission Inventory for Selected pcb Congeners – A Mass Balance Approach. 2. Emissions, *The Science of the Total Environment* **290**, 199–224.
- Calow, P., Forbes, V. (2003) The UK Royal Commission on Environmental Pollution gives risk assessment a vote of no confidence, *SETAC Globe* 4/6, 30–32.
- EEA (1998) Chemicals in the European Environment: Low Doses, High Stakes? The EEA and UNEP Annual Message 2 on the State of Europe’s Environment. European Environment Agency, Copenhagen.
- EU (2006) Council of the European Union, Common position adopted by the Council on 27 June 2006 (REACH); (7524/8/06) Luxembourg, 2006; <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/06/st07/st07524-re08.en06.pdf>.
- Jaeger, J., Scheringer, M. (1998) Transdisziplinarität: Problemorientierung ohne Methodenzwang, *GAIA* **7**, 10–24.
- Mackay, D. (1982) Basic Properties of Materials, in: R.A. Conway (Hg.): Environmental Risk Analysis for Chemicals. Van Nostrand Reinhold, 33–60.
- Orr, D. (1994) Earth in Mind. On education, environment, and the human prospect. Island Press, Washington D.C.
- Scheringer, M. (2002): *Persistence and Spatial Range of Environmental Chemicals*. Wiley-VCH, Weinheim.
- Scheringer, M. (2004): Das Reichweiten-Konzept – eine Methode zum Umgang mit Unsicherheit und Nichtwissen in der Chemikalienbewertung, in: Bösch, S., Lerf,

- A., Schneider, M., *Über die Anerkennung von und den Umgang mit Nichtwissen*. Campus-Verlag, Frankfurt.
- Scheringer, M., Valsangiacomo, A., Hirsch Hadorn, G., Pohl, C., Ulbrich, S. (2005) Transdisziplinäre Umweltforschung: eine Typologie, *GAIA* **14**, 192–195.
- Scheringer, M., Fiedler, H., Suzuki, N., Holoubek, I., Zetzsch, C., Bergman, Å. (2006) Initiative for an International Panel on Chemical Pollution (IPCP), *Environmental Science & Pollution Research* **13**, 432–434, <http://dx.doi.org/10.1065/espr2006.09.347>
- SRU (2005) Umwelt und Strassenverkehr. Hohe Mobilität – Umweltverträglicher Verkehr. Sondergutachten des Sachverständigenrats für Umweltfragen, Nomos, Baden-Baden.
- UNEP (2004) Stockholm-Konvention zu persistenten organischen Schadstoffen (POPs), <http://chm.pops.int>.