

Umweltforschung in der Krise?

Fazit und Ausblick

Die Umweltforschung hat zwar geholfen, kleinere Umweltprobleme unter Kontrolle zu bringen, doch viele große Umweltprobleme nehmen an Dringlichkeit zu. Verliert die Umweltforschung an praktischer Relevanz? Der GAIA-Schwerpunkt Umweltforschung ging von der Hypothese aus, dass die Umweltforschung in einer Krise steckt, da sie zu praktischen Problemlösungen immer weniger beisteuert. In elf Aufsätzen wurde in den letzten zwei Jahren in GAIA die Frage diskutiert, warum die Umweltforschung nicht stärker zur Lösung von Umweltproblemen beiträgt. Wie lautet die Bilanz dieser Diskussion?

Martin Scheringer, Jochen Jaeger
Gastherausgeber des Schwerpunkts

Is Environmental Research in a Crisis? Conclusion and Outlook | GAIA 17/1 (2008): 31–35

Keywords: environmental problems, environmental research, knowledge production, problem-oriented research, transdisciplinarity

Im Oktober 2007 verlieh das norwegische Nobelpreiskomitee den Friedensnobelpreis an das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) und an Al Gore „für ihre Beiträge zur Wissenserzeugung und Wissensverbreitung über den vom Menschen verursachten Klimawandel und zur Schaffung von Grundlagen für Maßnahmen, die benötigt werden, um solchem Klimawandel entgegenzuwirken“. Diese Entscheidung zeigt, dass die naturwissenschaftliche Forschung, die der Arbeit des IPCC zugrunde liegt, politisch und gesellschaftlich relevant ist und nicht etwa nur akademischen Interessen dient. Der Nobelpreis ist ein Triumph für die Klimaforschung – und offenbar kein Zeichen für eine Krise in der Umweltforschung. Allerdings: Von einer Lösung des Klimaproblems ist die Menschheit heute noch ebenso weit entfernt wie vor 18 Jahren, als der erste IPCC-Bericht erschien – und damit ist der Erhalt des Nobelpreises zugleich auch eine Niederlage: Das Problem ist ungelöst, obwohl es in seinen Grundzügen bereits vor über 100 Jahren von E. Brückner (1890) und S. Arrhenius (1896) beschrieben wurde (Graßl 2007).

Spannungsverhältnis der umweltwissenschaftlichen Aufgaben

Das Problem der anthropogenen Klimaerwärmung ist ein Paradebeispiel in globalem Maßstab für die Fragen, wie Gesellschaften Umweltprobleme lösen oder eben nicht lösen und welche Aufgaben dabei die Umweltforschung hat. Wie sieht die Bilanz der Umweltforschung heute aus? Wird sie ihren Aufgaben gerecht? Die Umweltforschung muss innovative und verlässliche Forschungsergebnisse liefern und sie soll zur Lösung konkreter Umweltprobleme beitragen. Somit erhebt sie einerseits einen wissenschaftlichen Anspruch, andererseits soll sie einem prak-

tischen Bedarf dienen. Diese beiden Aufgaben stehen in einem Spannungsverhältnis zueinander. Deutlich wird dieses Spannungsverhältnis daran, dass zum einen der Bestand an verfügbaren Forschungsergebnissen so umfangreich, unübersichtlich und heterogen geworden ist, dass sich unterschiedliche, teils auch widersprüchliche Schlussfolgerungen ziehen und durch wissenschaftliche Befunde untermauern lassen, und dass zum anderen in vielen Fällen immer noch keine ausreichende wissenschaftliche Grundlage für die Entwicklung und Bewertung von Handlungsalternativen verfügbar ist (Böschchen et al. 2001). In solchen Fällen „passen“ die Antworten, die die Umweltforschung produziert, nicht wirklich zum Wissensbedarf der Entscheidungsträger(innen).

Diese Diskrepanz zwischen Erkenntnisgewinnung und Wissensbedarf bezeichnen wir als „Datendilemma“ (von Böschchen et al. 2001 beschrieben und in einem Schema verdeutlicht, siehe auch Jaeger und Scheringer 2006 und Abbildung 1, online). Dabei geht es um konfligierende Anforderungen bei der Erzeugung von Forschungsergebnissen und der Lösung von Umweltproblemen. Vier Fragen verdeutlichen dies: **1.** Worin wird das Erkenntnisdefizit gesehen und welche Art von Resultat wird angestrebt? **2.** Welchen Zwecken sollen die Resultate dienen? **3.** Was ist der Gegenstand der Untersuchung? **4.** Was sind geeignete Methoden dafür?

>

Kontakt: PD Dr. Martin Scheringer | ETH Zürich | Institut für Chemie-/Bioingenieurwissenschaften | ETH Hönggerberg | HCI G 127 | 8093 Zürich | Schweiz | Tel.: +41 44 6323062 | E-Mail: scheringer@chem.ethz.ch

Prof. Dr. Jochen Jaeger | Concordia University | Department of Geography, Planning and Environment | Montréal | Québec | Kanada | E-Mail: jjaeger@alcor.concordia.ca

Wegen der doppelten Aufgabe der Umweltforschung sind die Antworten auf diese vier Fragen nicht eindeutig. Antworten, die Kriterien auf beiden Seiten des Datendilemmas erfüllen und somit das Dilemma überwinden würden, sind schwierig zu finden. Häufiger ist der Fall, dass sich die Antworten entweder an den klassischen Naturwissenschaften ausrichten und die Resultate des Forschungsprojekts dann nicht für Entscheidungsträger(innen) relevant sind oder dass die Antworten auf Einzelfälle bezogen sind und zu Problemlösungen führen, die einen geringen Beitrag zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung leisten. Wie wird es Umweltforschenden möglich, beiden Aufgaben der Umweltforschung gerecht zu werden? Oder verfolgt die Umweltforschung überwiegend das Ziel der Erkenntnisgewinnung und hat somit ihre wesentliche Aufgabe, zur Lösung von Umweltproblemen beizutragen, aus dem Blick verloren?

Diese Fragen waren Anlass für uns, Forschende im Umweltbereich danach zu fragen, wie sie mit dem Datendilemma umgehen und mit welcher Motivation und welchem Selbstverständnis sie in der Umweltforschung arbeiten. Dabei haben wir uns primär an Personen aus der naturwissenschaftlich ausgerichteten Umweltforschung gewandt. Unser Ausgangstext konstatiert eine Krise in der Umweltforschung und fragt nach den Gründen für die unzureichende gesellschaftliche Wirkung der Umweltforschung: „Warum trägt die Umweltforschung nicht stärker zur Lösung von Umweltproblemen bei?“ (Jaeger und Scheringer 2006). Die von uns konstatierte Krise besteht darin, dass die Umweltforschung ihre Aufgabe, sich der Lösung von Umweltproblemen explizit zu widmen, vernachlässigt und sich zu stark auf innerwissenschaftliche Fragestellungen zurückgezogen hat.

Krisensymptome

In elf Beiträgen der GAIA-Ausgaben 15/1 bis 16/4 stellen 13 Autor(inn)en¹ ihre Sicht der Aufgaben und ungenutzten Potenziale der Umweltforschung dar. Die Beiträge zeigen, dass die Problemsicht einer Krise der Umweltforschung von den meisten Autor(inn)en weitgehend geteilt wird. So wurden weitaus mehr Anzeichen für eine Krise genannt als Zeichen, die gegen eine Krise sprechen (Tabelle 1, online). Allerdings bestehen Unterschiede in der Gewichtung der beiden Aufgaben der Umweltforschung und bei der Wahl von Gesichtspunkten, unter denen sich die Lage als Krise oder Erfolgsgeschichte darstellt. Zudem unterscheidet sich die Zahl der bearbeiteten gelösten und ungelösten Umweltprobleme in den verschiedenen Gebieten der Umweltforschung.

Die dargestellten Sichtweisen geben zwar kein repräsentatives Gesamtbild; einig sind sich allerdings fast alle Autor(inn)en darin, dass der Beitrag der Umweltforschung zur Lösung von

Umweltproblemen größer sein sollte. Mehrere Beiträge diskutieren das Muster, dass „kleine“ Umweltprobleme gelöst wurden, während die großen weiter gewachsen sind (Grunwald 2006, Baccini 2006). Zum Teil ermöglichten die Lösungen für die kleinen Umweltprobleme – die „Teilerfolge“ der Umweltforschung und die Umsetzung ihrer Resultate – erst das weitere Anwachsen der großen Probleme, zum Beispiel im Energiebereich (Baccini 2006, S. 27; Morosini 2006, S. 112 f.). Als ein Beispiel zeigt Baccini für die Gewässerforschung in der Schweiz, dass für die Lösung des Problems eine Kombination aus vier Faktoren erfolgreich war: „1. ein breiter gesellschaftlicher Konsens beim Umweltqualitätsziel ‚saubere Gewässer‘, 2. privatwirtschaftliche Interessen von Baubranche, Maschinenteknik und Chemie, 3. politisch intelligente Regelungen für die Finanzierung und 4. ein taugliches Gesetz mit Verordnungen, welche die Verwaltung mit wenigen Grenzwerten und vertretbarem Aufwand durchsetzen konnte. (...) Rückblickend muß hervorgehoben werden, daß ohne die Ergebnisse der Gewässerforschenden und ohne ihre ständige Beratung der Politik dieses Projekt nicht gelungen wäre“ (Baccini 2006, S. 26). In anderen Bereichen fehlen jedoch wesentliche Elemente einer solchen Konstellation und die Probleme werden nicht gelöst, sondern wachsen weiter, wie bei der Verstädterung der Landschaft und dem Energiehaushalt urbaner Systeme (Baccini 2006). Die Ursachen für die bestehenden Defizite werden zum Teil sehr unterschiedlich gesehen (Tabelle 1, online). Einige Autoren betonen die Mängel in der Aufnahme und Umsetzung von Ergebnissen aus der Umweltforschung durch die Politik und Planung beziehungsweise in der Verknüpfung von Forschung mit Politik und Planung (Hoffmann-Riem 2006, Smieszek 2006, Stärk 2007, Tiddens 2007), andere Autor(inn)en fokussieren auf wesentliche Defizite in der Umweltforschung selbst (Daschkeit 2006, Fenner und Escher 2006, Keil und Stieß 2007, Morosini 2006) und eine dritte Gruppe sieht Verbesserungsbedarf in beiden Bereichen gleichermaßen (Baccini 2006, Leser 2007). Bei den Hindernissen für eine Besserung der Situation sind sich die Autor(inn)en allerdings in vielen Punkten einig (Tabelle 2, online).

Hier ist es wichtig, zwischen den Beiträgen der Umweltforschung zum gesellschaftlichen Problemlösungsprozess und den Beiträgen anderer Akteure zu unterscheiden. Wie in mehreren Beiträgen des Schwerpunkts festgehalten wird, werden Umweltprobleme durch umweltwissenschaftliche Forschung allein nicht gelöst, sondern es müssen viele weitere Komponenten hinzukommen. Wir betrachten hier bewusst nur den ersten Aspekt, die Beiträge der Umweltforschung zum Problemlösungsprozess und wie sich deren Wirksamkeit und Aussagekraft verbessern lassen könnte.

Zwei Schwierigkeiten, das Lösungspotenzial der Umweltforschung nutzbar zu machen, liegen im Selbstverständnis der Mehrheit der Umweltforscher(innen) und in den Strukturen des heutigen Wissenschaftsbetriebs. Von den beiden oben genannten Aufgaben, innovative und verlässliche Forschungsergebnisse zu liefern und zur Lösung konkreter Umweltprobleme beizutragen, erhält die erste durch die innere Logik des Wissenschafts-

¹ Dies sind Baccini (2006), Daschkeit (2006), Fenner und Escher (2006), Hoffmann-Riem (2006), Keil und Stieß (2007), Kueffer (2006), Leser (2007), Morosini (2006), Smieszek (2006), Stärk (2007), Tiddens (2007).

systems im Allgemeinen eine deutlich höhere Priorität, während die zweite nicht wirklich unterstützt wird. Es geht uns nicht darum, dass sich Einzelne der zweiten Aufgabe verschreiben und sich dabei „heroisch“ gegen die Logik des Wissenschaftssystems stellen sollten. Es scheint uns jedoch nötig und möglich zu sein, darauf hinzuwirken, dass die innere Logik des Wissenschaftssystems modifiziert wird. Dazu ist es erforderlich, die Problematik als solche zu erkennen, zu thematisieren und mögliche Verbesserungen zu realisieren. Dies ist zuallererst eine Aufgabe der Umweltforscher(innen) selbst. Andernfalls kommt es dazu, dass der Anstoß von außen, die Nachfrage nach umweltwissenschaftlichen Beiträgen, „lediglich ‚nach innen‘ verpufft“, wie es Grunwald (2006) formuliert; oder in den Worten von Orr (1994): „There is a danger that higher education will mostly opt out of the great ecological issues of the twenty-first century because it cannot summon enough vision and courage to do otherwise.“

Fast alle Beiträge entwickeln daher Vorschläge, wie die Situation verbessert werden sollte. Diese Vorschläge liefern wertvolle Denkanstöße und es wäre wünschenswert, sie weiterzuentwickeln. Sie hier vorzustellen, überschreitet den Rahmen dieses Beitrags; damit die Vorschläge eingesehen und vergleichend diskutiert werden können, haben wir sie in einer Tabelle zusammengestellt (Tabelle 3, online). Zur Frage danach, welche Qualitäts- und Relevanzkriterien in der Umweltforschung angewendet werden sollten, befürworten mehrere Beiträge eine Revision der heutigen Praxis. Fenner und Escher (2006, S. 125 f.) geben konkrete Beispiele für Kriterien an, die unter anderem das Ziel haben, „geleistete Vernetzungsarbeit deutlich zu machen und zu honorieren“ (Tabelle 3, online).

Fazit für Umweltforschung und Wissenschaftssystem

Wir halten fest: Die Umweltforschung steckt in einer Krise – auch nach Einschätzung der befragten Autor(inn)en –, aber es gibt Ansatzpunkte und Möglichkeiten, um den Herausforderungen, die zu dieser Krise geführt haben, zu begegnen. Die Krise der Umweltforschung hat einen praktischen und einen theoretischen Aspekt. Der praktische Aspekt umfasst den Rückgang an finanzieller Unterstützung, Instituten, Lehrstühlen und Reputation, der seit gut fünf Jahren zu beobachten ist, und die besondere Problematik, dass dieser Rückgang trotz nach wie vor bestehender und häufig weiterhin zunehmender Umweltprobleme stattfindet. Der theoretische Aspekt der Krise besteht darin, dass zentrale Fragen zum Gegenstand und zum Erkenntnisprozess der Umweltforschung, die insbesondere zu Anfang der 1990er Jahre aufgebracht wurden, nicht weiterverfolgt werden. Diese Grundsatzfragen lauten zum Beispiel, ob der Gegenstand der Umweltforschung – Umweltsysteme in ihrer Ganzheit – und die Zielsetzung, Umweltzerstörung zu vermindern und zu vermeiden, es auch nötig machen, dass die Umweltforschung einen holistischen oder integrativen Ansatz entwickelt, und ob sie eine andere Art des Erkenntnisgewinns oder Naturzugangs finden

kann (oder soll), als er sonst in den modernen Naturwissenschaften zu finden ist. Diese weitreichenden Fragen wurden in der Zeit zwischen 1985 und 1995 alle gestellt (zum Beispiel Becker 1993, Orr 1994, Perrow 1987, Schäfer 1993, von Gleich 1989), wurden aber, als sich keine schnellen oder einfachen Antworten darauf finden ließen, wieder ausgeblendet, anstatt dass man ihnen konsequent und in einer längerfristigen Bemühung nachgegangen wäre.²

Diese Grundsatzfragen sind wichtig und sie sind nach wie vor unbeantwortet. Auch wenn es für die naturwissenschaftliche Umweltforschung einen grundsätzlich „anderen“ Zugang zur Naturerkenntnis als in den modernen Naturwissenschaften nicht zu geben scheint, gibt es zentrale Unterschiede zwischen Umweltforschung und sonstiger naturwissenschaftlicher Forschung. Uns ging es in diesem Schwerpunkt darum, die Frage nach diesen Unterschieden wieder aufzunehmen. Wenn Gegenstand – umfassende Umweltsysteme oder Mensch-Umwelt-Systeme – und Erkenntnisziel – Beitrag zur Lösung von Umweltproblemen – anders sind als in den disziplinären Naturwissenschaften, in welcher Weise ist dann auch die Vorgehensweise der Umweltforschung anders? Dass das Interesse an diesen Fragen so gering geworden ist, ist der theoretische Aspekt der Krise der Umweltforschung.

Auswege

Mehrere Beiträge des Schwerpunkts haben gezeigt, dass es Auswege aus der oben konstatierten Krise gibt, sowohl auf theoretischer wie auf praktischer Ebene. Wichtige Elemente sind hier:

Erstens: Zwischen Grundlagenfragen und Umsetzbarkeit oder Praxisrelevanz besteht ein enger Bezug. Dies hält auch Stärk in seinem Beitrag fest: „(...) fachliches Detailwissen und System- oder Handlungswissen schließen einander nicht aus, sondern sind voneinander abhängig“ (Stärk 2007, S. 170). Wie sich diese Abhängigkeit nutzen und stärken lässt, ist jedoch von Fall zu Fall verschieden und sollte unbedingt an unterschiedlichen Beispielen genauer untersucht werden.

Zweitens: Weiterführung des Transfers von umweltwissenschaftlichen Resultaten in die Schritte des Umsetzungsprozesses, wie bei Stärk durch Analogie zur Produktentwicklung und -vermarktung illustriert. Wir halten diese Analogie für interessant und stimmen mit Stärk überein, dass es sinnvoll wäre, zu untersuchen, wie diese Schritte bei umweltwissenschaftlichen Resultaten konkret aussehen könnten. Wir möchten seine Überlegung ergänzen durch die These, dass sich der Gesellschaftsbezug nicht nur *im Anschluss* an die Forschungsarbeiten herstellen lässt, sondern auch schon *vor* dem Beginn der eigentlichen

>

2 In der Schweiz war das Schwerpunktprogramm *Umwelt* ein Versuch, diese Fragen zu beantworten, indem man den Wissenschaftler(inne)n per Vorgabe „von oben“ Form und Ausmaß ihrer Zusammenarbeit und des Praxisbezugs ihres Forschens vorgeben wollte.

Forschungsarbeiten, nämlich durch die Wahl der Erkenntnisziele, Forschungsfragen und Methoden.

Wahl der Forschungsfragen

Wir kommen damit zur für uns zentralen Hypothese: Auch bei der – notwendigen – disziplinären Einbindung der Forschungsarbeit besteht eine gewisse Freiheit in der Wahl der Forschungsfragen und Erkenntnisziele. Dabei ergeben sich zwei Aspekte: *Welche Fragen und Probleme sollte die Umweltforschung untersuchen und welche Fragen sollte sie nicht untersuchen?*

■ **Zum ersten Aspekt:** Bei der Konzipierung einer Forschungsarbeit ist es möglich, die Themen und Forschungsfragen so zu wählen, dass die Resultate der Umweltforschung relevanter für die Lösung von Umweltproblemen werden als bei anderen Formulierungen der Forschungsfragen. Es geht also um die Anbindung der Forschungsfragen an die lebensweltliche Problematik im Gegensatz zu rein disziplinär relevanten Fragestellungen.

Damit reden wir nicht einer von außen gesteuerten Wissenschaft das Wort, in der die Wissenschaftler(innen) dem Diktat der „Praxis“ unterliegen. Vielmehr geht es uns um die selbstbestimmte Ausrichtung der Forschung auf lebensweltliche Probleme. Weil diese Forschung keine gesteuerte Forschung oder Auftragsforschung ist, wird es dabei immer einen erheblichen Anteil an Resultaten geben, der nicht unmittelbar praktisch verwertbar ist. Aber ein gewisser Anteil sollte im Hinblick auf lebensweltliche Probleme verwertbar sein, und auch die nicht unmittelbar verwertbaren Resultate sollten in der richtigen Richtung liegen, das heißt, bei weiterem Ausbau, weiterer Ergänzung dann doch praxisrelevant werden können.

Böschen et al. (2001) haben die wissenschaftsinternen und -externen Leitbilder, die für die Umweltforschung relevant sind, gegenübergestellt. Das wissenschaftsinterne Leitbild ist das der modernen Naturwissenschaften mit ihrem Anspruch reiner Naturerkenntnis und mit den üblichen Qualitätsstandards (adäquater und kompetenter Einsatz der Methoden, Einbettung in den bisherigen Stand der Forschung, Stringenz, Publikation in anerkannten Fachzeitschriften et cetera), jedoch mit einer unreflektierten Interpretation beziehungsweise Vernachlässigung von Handlungsbezügen. Wissenschaftsexterne Leitbilder sind Nachhaltigkeit und Vorsorgeprinzip mit dem Ziel, das Mensch-Umwelt-Verhältnis zu verstehen und zu gestalten, wobei Handlungsbezüge und Nichtwissen eine zentrale Rolle bekommen. Diese Leitbilder sind verschieden und werden sich daher auch in Zukunft nicht zur Deckung bringen lassen. Andererseits lassen sie so viel Spielraum zu, dass eine „Passung“ zwischen wissenschaftlichen Fragen und Resultaten einerseits und außerwissenschaftlichem Bedarf andererseits zu gewissem Ausmaß möglich sein sollte.

Bei der Bemühung um diese Passung muss die Umweltforschung nicht unbedingt „holistisch“ oder „integrativ“ sein.

Sie muss vielmehr – beispielsweise – einen guten, aussagekräftigen Indikator für ein Umweltproblem definieren oder wählen und dann Daten erheben, die es ermöglichen, diesen Indikator tatsächlich zu bestimmen und anzuwenden. Die Erhebung solcher Daten kann im Einzelnen mit Hilfe etablierter, „konventioneller“ Methoden erfolgen, aber die – normativ relevante und normativ gesteuerte – Wahl eines Indikators kann diese Forschung in eine gänzlich andere Richtung bringen als disziplinär motivierte Forschung.

■ **Zum zweiten Aspekt:** Hier geht es um das Problem, welche Fragen die Umweltforschung *nicht* oder zumindest nicht ohne eine Analyse der Anforderungen (methodisch, erkenntnistheoretisch et cetera), die solche Fragen stellen, untersuchen sollte.³ Wichtig ist hier die Erkenntnis, dass es wissenschaftlich formulierbare Fragen gibt, die nicht beantwortbar sind. Weinberg (1974) nennt solche Fragen „trans-wissenschaftliche“ Fragen und illustriert sie mit dem Beispiel genetischer Effekte von gering dosierter Röntgenstrahlung: Um ein Experiment durchzuführen, das mit 95-prozentiger Sicherheit angibt, ob eine Strahlung von 150 mrem die Mutationsrate bei Mäusen um 0,5 Prozent erhöht, werden acht Milliarden Mäuse benötigt – eine Zahl, die das Experiment praktisch undurchführbar macht. Fragen nach den Effekten von Umwelteingriffen auf komplexe Ökosysteme sind von ähnlicher Art. Solche Fragen darf die Umweltforschung nicht ohne weiteres zu Forschungsfragen erheben, denn bei dem Versuch, diese zu beantworten, läuft sie Gefahr, ihren eigenen Anspruch sowie die Erwartungen der Behörden, der Industrie und der Öffentlichkeit nicht zu erfüllen. Vielmehr muss sie in einer Analyse der methodischen Anforderungen solcher Fragen untersuchen, welche von ihnen mit realistischen Erfolgsaussichten bearbeitbar sind und welche nicht. Weinberg (1974) rät dazu, transwissenschaftliche Fragen zu vermeiden, er unterschätzt aber, welche umfassende und methodisch schwierige Aufgabe dies ist. Umweltforschung soll unlösbare Fragen nicht unreflektiert so angehen, als ob sie lösbar wären – aber auch nicht vor ihnen kapitulieren. Vielmehr besteht eine spezifische Aufgabe der Umweltforschung darin, unlösbare Fragen durch Umformulieren und Vereinfachen in – vermutlich – lösbare Fragen zu überführen (Höffe 1993, S. 184). Dies stellt einen bedeutenden Unterschied zwischen Umweltforschung und sonstiger naturwissenschaftlicher Forschung dar. Diese Zielsetzung darf nicht dahingehend missverstanden werden, dass sich die Umweltforschung auf behandelbare, aber wenig relevante Einzelfragen zurückziehen sollte. Vielmehr geht es darum, die Strategie der Umwandlung unlösbarer Probleme in leichter behandelbare Fragen vor allem auf die großen und bisher nicht gelösten Umweltprobleme anzuwenden.

³ Damit verbunden ist die Frage, wie die Umweltforschung mit Unsicherheit und Nichtwissen umgeht, insbesondere wenn die Unsicherheiten so groß sind, dass sie eine Frage unbearbeitbar machen.

Bei der Überführung unlösbarer Fragen in behandelbare Fragen besteht ein Schlüsselproblem darin, was zulässige und zweckmäßige Vereinfachungen und Komplexitätsreduktionen sind. Da gerade bei großen und komplexen Umweltproblemen nicht offensichtlich ist, wo Ansatzpunkte in Form von behandelbaren Fragen liegen, bildet die Suche nach zulässigen und zweckmäßigen Vereinfachungen selbst eine zentrale umweltwissenschaftliche Aufgabe.

Ein Beispiel für eine umweltwissenschaftliche Fragestellung, die durch Vereinfachung eines komplexen Umweltproblems gewonnen wurde, ist das Reichweitenkonzept (Scheringer 1996). Das Problem besteht in der Beurteilung der toxischen Wirkungen mehrerer 10 000 kommerziell relevanter Substanzen auf eine Vielzahl von Organismen und Ökosystemen. Für viele dieser Substanzen sind die toxischen Wirkungen jedoch nicht oder nur unzureichend bekannt. Eine Vorfrage dieses Problems betrifft das Verteilungsverhalten der Substanzen in der Umwelt: Bevor ein toxischer Effekt auftritt, muss die betreffende Substanz an den Ort gelangen, an dem der Effekt sich manifestieren könnte. Zwei Maßzahlen, die die Verteilung chemischer Substanzen in der Umwelt beschreiben, sind Persistenz (Dauer der Exposition) und Reichweite (Ausmaß der Exposition). Diese Maßzahlen lassen sich unabhängig von der Kenntnis der toxischen Wirkungen einer Substanz bestimmen; wenn Substanzen mit hoher Persistenz und Reichweite durch solche mit kürzerer ersetzt werden, lässt sich das Ausmaß der Exposition, die zu toxischen Effekten führen könnte, gezielt reduzieren. Toxikologische Untersuchungen können sich dann auf Substanzen mit kurzer Persistenz und Reichweite konzentrieren.

Insgesamt hat dieser Schwerpunkt aufschlussreiche Einblicke in die Lage der Umweltforschung geliefert. Wichtig ist, dass die Umweltforschung nach einer starken Phase in den 1990er Jahren ihren Impuls nun nicht verliert, sondern sich neben aller konkreten Arbeit auch konzeptionell weiterentwickelt. Öffentlichkeit, Behörden und Industrie sind dabei wichtige Partner, aber zuallererst ist es die Aufgabe der Umweltforscher(innen) selbst, neue Konzepte für das Verständnis und die Lösung der weiter wachsenden Umweltprobleme zu erarbeiten.

Um diese Diskussion weiterzuführen, bauen wir derzeit eine Webseite auf (abrufbar unter www.env-science.ethz.ch), auf der wir relevante Diskussionsbeiträge zusammenstellen und Hinweise auf weitere Diskussionsgruppen und Aktivitäten geben wollen. Die hier zitierten Tabellen und die Abbildung sind ebenfalls dort zu finden. Rückmeldungen und Beiträge zu dieser Webseite sind willkommen.

Literatur

- Baccini, P. 2006. Überleben mit Umweltforschung? *GAIA* 15/1: 24–29.
- Becker, E. 1993. Wissenschaft als ökologisches Risiko. In: *Utopie Wissenschaft*. Herausgegeben von L. Hieber. München: Profil. 33–51.
- Böschchen, S., M. Scheringer, J. Jaeger. 2001. Wozu Umweltforschung? Über das Spannungsverhältnis zwischen Forschungstraditionen und umweltpolitischen Leitbildern. Teil II: Zum Leitbild „Reflexive Umweltforschung“. *GAIA* 10/3: 201–210.
- Daschkeit, A. 2006. Von der naturwissenschaftlichen Umweltforschung zur Nachhaltigkeitswissenschaft? *GAIA* 15/1: 37–43.
- Fenner, K., B. Escher. 2006. Umweltchemie und Ökotoxikologie im Spannungsfeld von Wissenschaft und Praxis. *GAIA* 15/2: 121–126.
- Graßl, H. 2007. Guy Stewart Callendar: A pioneer of anthropogenic climate change theory. *GAIA* 16/3: 222–225.
- Grunwald, A. 2006. Umweltforschung – vom Wissen zum Handeln? Editorial. *GAIA* 15/1: 1.
- Höffe, O. 1993. *Moral als Preis der Moderne*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Hoffmann-Riem, H. 2006. Von der Umweltforschung zur Umweltgestaltung. *GAIA* 15/1: 30–36.
- Jaeger, J., M. Scheringer. 2006. Einführung: Warum trägt die Umweltforschung nicht stärker zur Lösung von Umweltproblemen bei? *GAIA* 15/1: 20–23.
- Keil, F., I. Stieß. 2007. Wissen, was wir nicht wissen: Umweltforschung als gesellschaftlicher Lernprozess. *GAIA* 16/3: 193–199.
- Kueffer, C. 2006. Integrative ecological research: Case-specific validation of ecological knowledge for environmental problem solving. *GAIA* 15/2: 115–120.
- Leser, H. 2007. Umweltproblemforschung: Wissenschaft und Anwendung aus der Sicht von Geografie und Landschaftsökologie. *GAIA* 16/3: 200–207.
- Morosini, M. 2006. Umweltproblemforschung heißt auch Aufklärung. *GAIA* 15/2: 110–114.
- Orr, D. 1994. *Earth in mind. On education, environment, and the human prospect*. Washington, D. C.: Island Press.
- Perrow, C. 1987 (engl. Orig. 1984). *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*. Frankfurt am Main: Campus.
- Schäfer, L. 1993. *Das Bacon-Projekt. Von der Erkenntnis, Nutzung und Schonung der Natur*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Scheringer, M. 1996. Persistence and spatial range as endpoints of an exposure-based assessment of organic chemicals. *Environmental Science & Technology* 30: 1652–1659.
- Smieszek, T. 2006. Unsicherheit, Werthaltungen und Handlungsblockaden. Reaktion auf J. Jaeger und M. Scheringer. 2006. *GAIA* 15/4: 251–254.
- Stärk, G. 2007. Vom Umweltwissen zum Umwelthandeln: Von den Ingenieurwissenschaften lernen. Reaktion auf den Schwerpunkt Umweltforschung in *GAIA* 15/1 und *GAIA* 15/2 (2006). *GAIA* 16/3: 170–175.
- Tiddens, H. C. M. 2007. „Gaia Collaboration“: Ein weltweites Netzwerk für eine beweisbasierte „beste“ Nachhaltigkeitspraxis. Reaktion auf den Schwerpunkt Umweltforschung in *GAIA* 15/1 und *GAIA* 15/2 (2006). *GAIA* 16/1: 12–15.
- von Gleich, A. 1989. *Der wissenschaftliche Umgang mit der Natur. Über die Vielfalt harter und sanfter Naturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Campus.
- Weinberg, A. M. 1974. Science and trans-science. *Minerva* 10: 209–222.

Eingegangen am 19. Dezember 2007; überarbeitete Version angenommen am 14. Januar 2008.

Martin Scheringer

Geboren 1965 in Aachen. Studium der Chemie und Theoretischen Physik, Dissertation in Umweltnaturwissenschaften an der ETH Zürich. 2005 Habilitation in Umweltchemie am Departement Chemie und angewandte Biowissenschaften der ETH Zürich. Forschungstätigkeit in den Bereichen Umweltchemie, Bewertung chemischer Produkte und Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren.



Jochen Jaeger

Geboren 1966 in Eutin, Schleswig-Holstein. Studium der Physik (Kiel und Zürich), Promotion in Umweltnaturwissenschaften (ETH Zürich). Nach Tätigkeit in Stuttgart und Ottawa ab 2003 an der ETH Zürich. Seit Juli 2007 Assistenzprofessor an der Concordia University in Montréal, Kanada. Arbeitsschwerpunkte: Landschaftsökologie, Landschaftszerschneidung und -zersiedelung.

