

# GAIiA

ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR  
WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT  
ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR  
SCIENCE AND SOCIETY

2 | 2006



- 
- SCHWERPUNKT: UMWELTFORSCHUNG, TEIL 2
  - AUENSCHUTZ
  - WISSENSCHAFTSFORSCHUNG
-

# Umweltproblemforschung heißt auch Aufklärung

*Mit Umweltforschung und -technik ließen sich in der Vergangenheit lokal viele Umweltprobleme lösen. Allheilmittel sind sie jedoch nicht. Die Erfolge technisch erhöhter Ökoeffizienz werden durch steigende Bevölkerungszahlen und steigenden Konsum häufig überkompensiert. Auch sind sie kaum weltweit übertragbar. Daneben wird immer deutlicher, daß mehr Forschung nicht automatisch mehr handlungsrelevantes Wissen hervorbringt. Bei komplexen Problemen kann es daher geboten sein, mehr vorzusorgen statt mehr zu forschen. Über die Grenzen des eigenen Metiers aufzuklären, ist eine neue Herausforderung für die Umweltforschung – es könnte ihr Charakteristikum werden.*

Marco Morosini

Geht es der Menschheit und der globalen Umwelt heute besser als vor vierzig Jahren? Und inwieweit hat in dieser Zeit die Umweltforschung zur Verbesserung der Umweltsituation beigetragen? „The world’s environment is surprisingly healthy“, folgerte die Wochenzeitschrift *The Economist* in einem Aufsatz aus dem Jahr 1999 (Anonymous 1999). In denselben Tagen veröffentlichte das *United Nations Environment Programme (UNEP)* die Jahrhundertbilanz *Global Environment Outlook 2000* (UNEP 1999), deren Fazit war: „The present course is unsustainable“. Die Schlußfolgerungen des *Economist* und des *UNEP* schließen einander nicht zwangsläufig aus, spiegeln jedoch zwei unterschiedliche Denkweisen.

## Andere Indikatoren, anderes Bild

„The surprise is how good things are“, schrieb der *Economist*, „not how bad. After all, the world’s population has more than trebled during this century, and world output has risen hugely, so you would expect the earth itself to have been affected. Indeed, if people lived, consumed and produced things in the same way as they did in 1900 (or 1950, or indeed 1980), the world by now would be a pretty disgusting place: smelly, insanitary, toxic and dangerous. But they don’t. The reasons why they don’t, and why the environment has not been turned to rack and ruin, have to do with prices, technological innovation, social change and, in democracies, government regulation in response to popular pressure. (...) Yet, for all that, the record in the rich countries this century is good. Once an issue has been identified, and electorates and governments have become convinced that something ought to be done, something has been done.“

Das *UNEP* setzte andere Akzente: „The global system of environmental policy and management is moving in the right direction but much too slowly. On balance, gains by better management and technology are still being outpaced by the environmental impacts associated with the speed and scale of population and economic growth. Substantial improvement in the environment is rarely achieved. The continued poverty of the majority of the planet’s inhabitants and excessive consumption by the minority are the two major causes of environmental degradation. The present course is unsustainable and postponing action is no longer an option. (...) Despite successes on various fronts, time for a rational, well-planned transition to a sustainable system is running out fast. In some areas, it has already run out. In others, new problems are emerging which compound already difficult situations.“

Sowohl der *Economist* als auch das *UNEP* stützen ihr Urteil auf aus Ergebnissen der Umweltforschung abgeleitete Indikatoren. Mit betonter Beweisabsicht zeigt der *Economist* in dem genannten Artikel den Verlauf von acht Indikatoren. Fünf Zustandsindikatoren (Konzentration von Kohlenmonoxid, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid, Blei, Rußpartikeln) repräsentieren die Luftverschmutzung in britischen und US-amerikanischen Städten zwischen 1975 und 1997. Die Konzentrationen aller fünf Schadstoffe nehmen im Zeitverlauf ab. Dies sei ein Zeichen dafür, daß der von den führenden Industrieländern eingeschlagene Pfad (exponentielles Wirtschaftswachstum, kompetitive Marktwirtschaft und allgemeines Wahlrecht) das beste Rezept sei, um die Umweltprobleme zu lösen. Die Ressourcenverfügbarkeit bildet der *Economist* durch die Weltpreise von Erdöl, Agrar- und Industriegütern zwischen 1900 und 1990 ab. Die sinkenden internationalen Preise für die wichtigsten Güter zeigten, so der *Economist*, daß auf dem globalen Markt derzeit keine Ressourcenknappheit herrsche. Entsprechend betitelte die Zeitung die betreffende Abbildung mit dem Slogan: „Shortage? Which shortage?“

Wie erwähnt, nutzt auch das *UNEP* Ergebnisse der Umweltforschung und faßt diese in etwa fünfzig Umweltindikatoren zusammen. Im Gegensatz zu den Indikatoren des *Economist* malen diese jedoch ein düsteres Bild des Zustands der globalen Umwelt.

**Kontakt:** Dr. Marco Morosini | ETH Zürich | Ecological Risk Prevention, CHN F26 | CH-8092 Zürich | Tel.: +41/44/632 44 13 | Fax: +41/44/633 11 36 | E-Mail: marco.morosini@env.ethz.ch

## Wozu Umweltforschung? Teil 2 des Schwerpunkts

Jochen Jaeger, Martin Scheringer, Gastherausgeber

Warum trägt die Umweltforschung nicht stärker zur Lösung von Umweltproblemen bei? Zu dieser Frage haben wir in *Ausgabe 1/2006* von *GAIA* als Gastherausgeber einen Themenschwerpunkt eröffnet, der mit dem vorliegenden Heft weitergeführt wird. Wir möchten damit eine Debatte zu folgender Diagnose anstoßen: Die derzeitige Umweltforschung vernachlässigt die Aufgabe, sich der Lösung von Umweltproblemen explizit zu widmen, und hat sich zu stark auf innerwissenschaftliche Fragestellungen zurückgezogen.

■ **Marco Morosini** fordert dazu auf, zwei Illusionen aufzugeben:

1. Umweltprobleme ließen sich vorrangig durch technisch gesteigerte Effizienz der Umweltnutzung lösen.
2. Mehr Umweltforschung bringe automatisch auch mehr *handlungsrelevantes* Wissen hervor.

- **Kathrin Fenner** und **Beate Escher** zeigen Konflikte zwischen wissenschaftsinternen Selektionskriterien und dem Wissensbedarf der Praxis auf. Sie leuchten aus, wie sich Umweltchemie und Ökotoxikologie stärker auf die Lösung lebensweltlicher Probleme ausrichten können.
- **Christoph Kueffer** stellt anhand der Problematik invasiver Arten dar, daß auch disziplinäre Forschung, wenn sie mit der Praxis in Kontakt steht, zur Lösung von Umweltproblemen beitragen kann. Er zeigt, daß das Wechselspiel von *adaptive management* und ökologischer Forschung für die Forschung selbst weiterführende Einsichten liefert.

**Der Schwerpunkt wird fortgesetzt,  
und weitere Beiträge sind willkommen!**

## Be rich to be clean?

Folgt man der Sichtweise des *Economist*, so wäre zu erwarten, daß die USA als das Land, welches sich weltweit wahrscheinlich die bestdotierte und modernste Umweltforschung leistet sowie den ausgeprägtesten Wirtschaftsliberalismus praktiziert, auch das Land ist, das die meisten Umweltprobleme gelöst hat und eine der geringsten globalen Umweltbelastungen pro Kopf verursacht. Statt dessen rangiert dieses Land in den Spitzenpositionen der größten Verursacher von Umweltbelastungen pro Kopf. Reicht also die teuerste Umweltforschung der Welt nicht aus? Schaut sie in die falsche Richtung? Oder versagt eher die Verknüpfung von Wissen und Handeln?

Das Scheitern der USA in wichtigen Umweltbereichen – im Grunde die Unfähigkeit, ihren Anteil an der globalen Umweltbelastung und Ressourcenentnahme auf ihren Anteil an der Weltbevölkerung zu begrenzen – ist für eine Wirkungsbilanz der Umweltproblemforschung um so relevanter, als die USA weltweit eine zivilisatorische Vorbildrolle beanspruchen.

Zwar verzeichnen Umweltforschung und -politik der letzten Jahrzehnte in den Industrieländern wichtige Erfolge, etwa bei der Verringerung von Emissionen einzelner Stoffe wie der Chlorfluorkohlenwasserstoffe (CFKW), einiger chlorierter Biozide, Schwefeldioxid, Blei oder der Phosphate. In maßgebenden Bereichen scheint es jedoch, daß die Umweltforschung den Beitrag, den sie zum Erkennen der Ursachen von Umweltproblemen und zur Verbesserung der Umweltqualität hätte leisten können, noch nicht hinreichend geleistet hat. Umwelteinwirkungen und -risiken, die mit Energieumwandlungen verbunden sind (beispielsweise die Freisetzung von Treibhausgasen, die Erzeugung von radioaktiven Abfällen, die Anfälligkeit für Atomunfälle) stagnieren in den Industrieländern auf hohem Niveau oder nehmen zu. Ähnliches trifft auf andere Umweltbelastungen oder -risiken zu, zum Beispiel auf einige transportbezogene Emissionen, die Emission und Allgegenwart einiger persistenter Umweltchemikalien, die Versiegelung, Zerschneidung und Bebauung von Flächen, die Verdichtung und den Verlust von bioproduktivem Boden, die Kontaminierung des Bodens mit Schadstoffen (beispielsweise Cadmium), die Übernutzung und die chemische Kontaminierung von

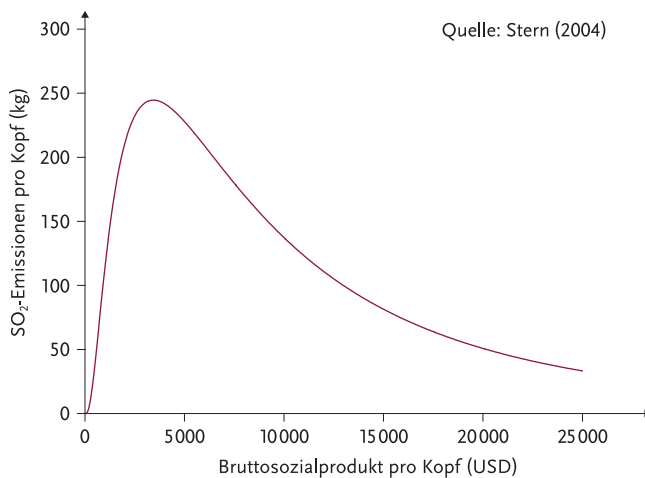
Grundwasser, die Abnahme der Biodiversität. Unbestritten läßt die Devise *be rich to be clean* zu viele Phänomene außer acht, welche die Konsum- und Umweltbelastungsstruktur der Industrieländer prägen.

**Erstens**, und vor allem, nehmen die gesamten anthropogenen Umweltwirkungen (Material- und Energieverbrauch sowie Flächeninanspruchnahme) in den meisten Industrieländern weiter zu. Zwar ermöglichten es Fortschritte in der Ökoeffizienz, die Zunahme der materiellen Prosperität von der Umweltbelastung relativ (zum Beispiel bei CO<sub>2</sub>) oder absolut (zum Beispiel bei SO<sub>2</sub>) zu entkoppeln. In vielen Bereichen (beispielsweise Waren- und Personentransporte) werden jedoch die Gewinne an Ökoeffizienz durch die gleichzeitige Zunahme der Gesamtleistung überkompensiert.

**Zweitens** wird lokal verringerte Umweltbelastung in den Industrieländern durch Verlagerung in ärmere Länder und dort resultierende Mehrbelastung erkaufte (Hettige et al. 1992). Manchmal steigt sogar die Gesamtbelastung pro Produkteinheit wegen längerer Transportwege (zum Beispiel von chinesischen Tomaten nach Italien) oder wegen weniger strikter Umweltauflagen in ärmeren Ländern.

**Drittens** werden Risiken und Umwelteinwirkungen durch zeitliche Verlagerung auf künftige Generationen verschoben. So ersetzt zum Beispiel die teilweise Substitution von fossilen durch radioaktive Energieträger eine Art der Umweltbelastung (Emission von Verbrennungs- und Treibhausgasen) durch eine potentielle zukünftige Gefährdung durch hochradioaktive Abfälle.

Einige der sogenannten Kuznets-Umweltkurven, in denen Reichtum gegen Umweltbelastung aufgetragen ist, scheinen die Devise *be rich to be clean* zu bestätigen: Sie zeigen einen umgekehrt U-förmigen Verlauf, was bedeutet, daß mit steigendem Reichtum die Umweltbelastung pro Kopf zunächst zu- und dann abnimmt. Dies gilt aber nur für einige Schadstoffe wie die SO<sub>2</sub>-Freisetzung (Abbildung 1, S. 112). Wählt man andere oder per se aggregierende Kenngrößen (zum Beispiel Energienutzung pro Kopf, CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf, Biodiversitätsverlust), nehmen maßgebende Umwelteinwirkungen nach wie vor mit dem monetären und dem materiellen Reichtum zu (Jha und Murthy 2001, Stern 2004).



**ABBILDUNG 1:** In Kuznets-Umweltkurven ist Reichtum gegen Umweltbelastung aufgetragen. Für einige Schadstoffe – wie die hier gezeigten SO<sub>2</sub>-Emissionen – gilt, daß mit zunehmendem Reichtum (hier als Bruttosozialprodukt pro Kopf) die Umweltbelastung abnimmt. Wählt man dagegen aggregierende Kenngrößen, etwa die Kohlendioxidfreisetzung, so gilt: Mit dem Reichtum nimmt auch der Druck auf die Umwelt zu.

## Armut, Reichtum und Umwelt(forschung)

„The continued poverty of the majority of the planet’s inhabitants and excessive consumption by the minority are the two major causes of environmental degradation“ (UNEP 1999, Klappentext). Wenn diese Umweltdiagnose des UNEP stimmt, dann sollte eine transdisziplinäre Umweltforschung nicht zuletzt den Einfluß von Armut und Reichtum auf die Umwelt untersuchen.

Problematisch für die Umwelt sei weder der monetäre noch der materielle Reichtum per se, lautet ein verbreitetes Argument, sondern eine noch unzureichende Ökoeffizienz bei energetischen und materiellen Umwandlungsprozessen. Es zeigt sich jedoch, daß auch in den reichsten Ländern eine zunehmende individuelle monetäre Kaufkraft nach wie vor mit einem zunehmenden Flächen- und Energieverbrauch sowie zunehmender Rohstoffentnahme einhergeht. Dies gilt sowohl für Individuen als auch für Nationen. Folglich sollte die Frage nach der Tragbarkeit einer materiell immer reicheren Bevölkerung zur zentralen Frage der lösungsorientierten Umweltforschung werden.

Die Dag Hammarskjöld Foundation stellte in einem Bericht schon 1975 nicht nur die Unter-, sondern auch die Überentwicklung in Frage (Dag Hammarskjöld Foundation 1975). Sie plädierte für „another development“, namentlich nicht nur für eine untere, sondern auch für eine obere Grenze einiger Lebensstandards, unter anderem eine ökologisch aufgeklärte Industriepolitik, um bei der Automobilflotte die Spitzengeschwindigkeit auf 90 Kilometer pro Stunde zu begrenzen. In der *Agenda 21* (UN 1992) wird die Überentwicklung der reicheren Länder weniger stark hinterfragt: Das dritte Kapitel, das die Priorität für den Süden beschreibt, heißt *Combating Poverty*. Das vierte Kapitel dagegen, das sich mit der Priorität für den Norden befaßt, ist nicht etwa mit *Reducing Overconsumption* überschrieben, sondern mit *Changing Consump-*

*tion Patterns*. Mit anderen Worten: Damit die Armen mehr konsumieren können, müssen die Reichen nicht weniger, sondern einfach „anders“ konsumieren. So wird ein schmerzloser Weg für die überkonsumierenden Eliten im Norden und im Süden impliziert; als könne der materielle Konsum praktisch unbegrenzt wachsen, wenn man ihn nur nach „anderen Mustern“ gestaltet. Dessenungeachtet herrscht gerade in den Ländern, die ihren Umweltkonsum stark reduzieren sollten, nach wie vor das Gebot: verstärkte Ankurbelung der Konjunktur, mehr Konsum und Wachstum, mehr Produktion, mehr Arbeitsstunden.

Die Kluft zwischen Vision und Realität sei durch die jüngsten Entwicklungen der Automobil- und der Treibstoffindustrie exemplifiziert, zwei Branchen, denen drei Viertel der zehn größten Konzerne der Welt angehören. Seit 15 Jahren wird der Anbruch des Effizienzzeitalters verkündet, gekennzeichnet durch leichte, sparsame *hypercars* mit einem Zehntel des Treibstoffverbrauchs und einem Hundertstel der Schadstoffemissionen heutiger Autos (Abbildung 2). Inzwischen haben sich in den USA und zum Teil auch anderswo jedoch nicht die *hypercars* ausgebreitet, sondern die schweren SUVs (*Sports Utility Vehicles*), die mehr Treibstoff brauchen als frühere Automodelle. Bei den konventionellen Fahrzeugen wurden zwar die Motoren pro geleistete Kilowattstunde effizienter. Die Effizienzfortschritte wurden jedoch durch zunehmende Motorenstärke, Neuentwicklungen für erhöhte Sicherheit und verbesserten Komfort sowie die wachsende Autoflotte und das Mehr an gefahrenen Kilometern überkompensiert (Henseling 2005). So steigt der gesamte Energieverbrauch des Autoverkehrs auch in den Industrieländern weiter – und der Rest der Welt folgt diesem Vorbild.

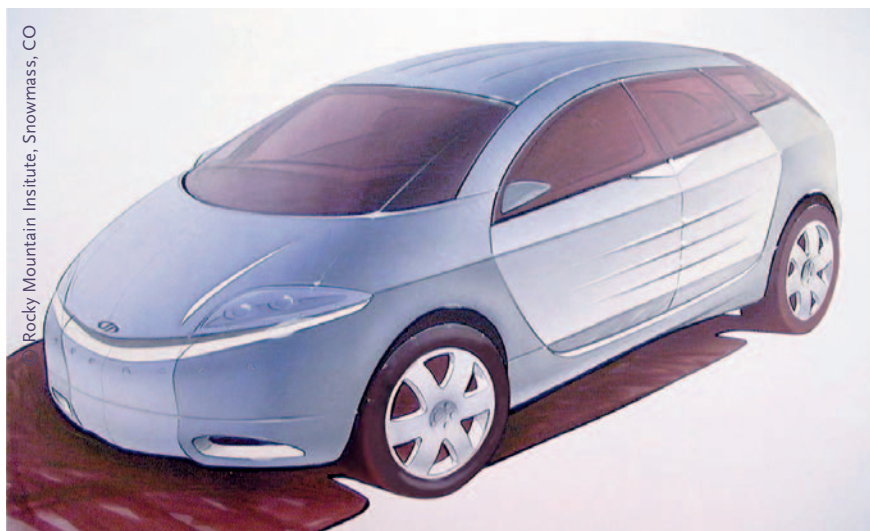
Dürfen Umweltforschende sich angesichts dieser Fakten einfach in ihre Labors zurückziehen? Dürfen sie bestenfalls bedauern, daß trotz exzellenter Umweltforschung die Entscheidungsträger(innen) in Wirtschaft und Politik sowie die Bürger(innen) nicht fähig sind, besorgniserregenden Entwicklungen entgegenzusteuern?

Aufgabe der Umweltforschung ist es nicht nur, Kenntnisse über Umweltsysteme und -phänomene zu vertiefen. Will sie zur Lösung von Umweltproblemen beitragen, so muß sie ein Grundwissen liefern, das Produktions- und Lebensweisen ermöglicht, welche acht bis zehn Milliarden Menschen dauerhaft praktizieren können. Aus dieser Perspektive obliegt es in erster Linie den Umweltforschenden, den Bürger(inne)n und den Entscheidungsträger(inne)n die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur vor Augen zu führen und ihnen die zwei nachfolgend erläuterten Illusionen zu nehmen.

## Das Wachstum der Grenzen

Die Wirtschafts- und Technikgeschichte ist eine Geschichte des Wachstums der Grenzen. Dank des technischen Fortschritts konnte man mit *einer* Ressourceneinheit immer mehr Leistungen erbringen. Die stetigen Verbesserungen der spezifischen Ressourceneffizienz führten jedoch nicht zu einem niedrigeren, sondern





**ABBILDUNG 2:** Ökoeffizienz wie aus dem Bilderbuch: Die auf Initiative des Rocky Mountain Institute entwickelten *hypercars* verbrauchen nur geringe Mengen Treibstoff und emittieren nur Bruchteile der Schadstoffe herkömmlicher Autos. Daß jedoch gesteigerte Ökoeffizienz nicht alle Umweltprobleme löst, ist auch den Hypercar-Erfindern bewußt: „Hypercar vehicles don't solve the basic problems of too many miles driven by too many people in too many cars“ ([www.rmi.org/sitepages/pid407.php](http://www.rmi.org/sitepages/pid407.php)). Dazu kommt, daß sich in den USA, und vermehrt auch in Europa, nicht die sparsamen *hypercars* ausbreiten, sondern die schweren SUVs (*Sports Utility Vehicles*), welche deutlich mehr Treibstoff verbrauchen als herkömmliche Fahrzeuge.

zu einem höheren Ressourcenverbrauch (Jevons Paradoxon oder Rebound-Effekt), verursacht durch eine Konsumzunahme, welche die Effizienzsteigerung übertraf und dank dieser erst möglich wurde. Offensichtlich kann diese Entwicklung nicht für immer weitergehen, da das Effizienzsteigerungspotential und die natürlichen Ressourcen nicht unendlich sind. So führt das technologische Wachstum der Grenzen früher oder später zu den Grenzen des Wachstums. Wären die modernen Automobile nicht so „sauber“ geworden, hätten ihre Anzahl, ihr Gewicht und ihr Gesamtverbrauch an Materialien und Treibstoff nicht wie im bekannten Maße steigen können; die Luft in den Ballungsräumen wäre für die lokale Bevölkerung längst unerträglich geworden. So kann unsere Automobilflotte nur deshalb weiter wachsen, weil wir die lokale Umweltbelastung („unsere eigene Umwelt“) senken – und dies zu Lasten der globalen Umweltbelastung („die Umwelt der anderen“).

Freilich sollen Umweltwissenschaft und -technik ihre Anstrengungen zur Ermittlung der Umweltbelastung und zur Steigerung der Ökoeffizienz nicht unterlassen. Sie tragen jedoch die Verantwortung, den Bürger(inne)n und den Entscheidungsträger(inne)n eine Illusion zu nehmen: die Illusion nämlich, daß das Erreichen einer Produktions- und Lebensweise, die dauerhaft auf die ganze Menschheit ausgeweitet werden kann, alleinige Aufgabe der Umweltforschung und -technik sei und daß diese Produktions- und Lebensweise keine Verminderung des materiellen Wohlstandsniveaus in den Industrieländern voraussetzt.

Die Auffassung, die Umweltforschenden und -techniker(innen) haben die Umweltbelastung zu ermitteln und die Ökoeffizienz zu steigern, während ein Plädoyer für Ökosuffizienz lediglich den Moralphilosoph(inn)en zustehe, ist nicht haltbar. Darf die eine Milliarde Menschen der weltweiten Konsumelite weiter glauben, daß – dank immer besserer Ökotechnik – etwa ihre Flugreisenintensität auf acht Milliarden Menschen ausweitbar ist? Wer, wenn nicht die Umweltforschenden, kann abschätzen, ob diese Aussicht plausibel ist, und die Konsequenzen des Handelns an die Entscheidungsträger(innen) und die Öffentlichkeit vermitteln?

## Die Grenzen der Umweltforschung

Der methodische Reduktionismus, der die moderne Naturwissenschaft so erfolgreich gemacht hat, wird keine brauchbaren Antworten auf komplexe umweltsystemare Fragestellungen liefern. In der Ökotoxikologie zum Beispiel kann die biologische Dosis-Wirkungs-Beziehung nur für einzelne oder höchstens für eine Kombination weniger Stoffe in vereinfachten experimentellen Modellen untersucht werden. Biologische Systeme sind jedoch Tausenden von Stoffen gleichzeitig ausgesetzt, deren kombinierte Wirkungen praktisch undurchschaubar sind.<sup>1</sup> Umweltforschende sollten der Öffentlichkeit daher die Illusion nehmen, daß mehr Forschung automatisch mehr handlungsrelevantes Wissen hervorbringt. Im Falle komplexer, relativ seltener, manchmal in Zeit und Raum verschobener Auswirkungen kann die Umweltforschung weder die Schadwirkung noch die Unbedenklichkeit von einzelnen anthropogenen Eingriffen beweisen. Die Umweltforschenden müssen dann darlegen, daß bei komplexen Problemen nicht zusätzliche Forschung, sondern Vorsorge geboten ist. Das heißt: Angesichts von nicht zu beseitigendem Unwissen haben Gesetzgeber oder Entscheidungsträger(innen) Grenzen für anthropogene Einwirkungen festzulegen, die im Sinne eines „Sicherheitspuffers“ weit unter dem verantwortbaren Schadenniveau liegen, und auf manche Eingriffe ist zu verzichten. Die an der Vorsorge statt an bewiesenen Schadwirkungen orientierten europäischen Grenzwerte für Pestizide im Trinkwasser sind ein Beispiel für ein solches Vorgehen.

>

<sup>1</sup> In einem Bericht über umwelt- und berufsbedingte Ursachen von Krebs heißt es: „Further research is needed, but we will never be able to study and draw conclusions about the potential interactions of exposure to every possible combination of the nearly 100 000 synthetic chemicals in use today. Despite the small increased risk of developing cancer following a single exposure to an environmental carcinogen, the number of cancer cases that might be caused by environmental carcinogens is likely quite large due to the ubiquity (...) of carcinogens. Thus, the need to limit exposures to environmental and occupational carcinogens is urgent“ (Clapp et al. 2005, S. 29).

In manchen Bereichen gilt es, die Umweltforschung nicht zu verstärken, sondern zu reduzieren, indem vorsorgeorientierte Bewertungsmethoden in einem frühen technologischen Entwicklungsstadium angewandt werden. Um beispielsweise globalen Risiken durch Umweltchemikalien vorzubeugen, wurden Rechenmethoden entwickelt, die solche Risiken durch persistente, bioakkumulierende und sich weltweit ausbreitende Umweltchemikalien frühzeitig erkennen und viel experimentelle Forschung ersparen (Müller-Herold et al. 2005).

Ich teile die Ansicht von Jaeger und Scheringer (2006) in bezug auf das Datendilemma, den unzureichenden Umgang mit Komplexität und Unsicherheit und den mangelnden Handlungsbezug, und vor allem stimme ich mit ihrer Betonung einer transdisziplinären Umweltproblemforschung überein, welche die anthropogenen Umweltprobleme bearbeitet.<sup>2</sup>

Wie lassen sich Qualität und Relevanz der Umweltproblemforschung messen? Die Qualität ist nach wissenschaftsinternen, etablierten methodologischen Kriterien zu bestimmen. Die Relevanz, verstanden als Verhältnis zwischen erwartetem gesellschaftlichem Nutzen und Aufwand der Forschung, hat die Gesellschaft oder haben ihre repräsentativen Instanzen zu beurteilen, wobei die Umweltwissenschaftler(innen) auch als aktive Bürgerinnen und Bürger die gesellschaftliche Debatte beeinflussen sollen.

Zusammenfassend plädiere ich daher nicht nur für eine stärker transdisziplinäre und stärker handlungsbezogene Umweltforschung, sondern auch für ein dezidiertes Auftreten der Umweltforschenden in der öffentlichen Debatte. Wenn sie sich als lösungsorientierte Forschende verstehen, sollten sie nicht nur ihre Erkenntnisse publik machen. Sie sollten vielmehr die Öffentlichkeit über die Grenzen des eigenen Metiers aufklären. Das bedeutet auch, der Gesellschaft bewußt zu machen, daß ohne eine markante Reduktion des Pro-Kopf-Niveaus der maßgebenden Belastungsfaktoren in den Industrieländern (zum Beispiel Primärenergie- und Rohstoffverbrauch, Treibhausgasemissionen) das Streben nach einer lokal saubereren Umwelt nicht ausreicht, um lokale und globale Umweltrisiken zu vermeiden. Vielmehr ist eine gerechtere globale Verteilung von Ressourcen und Lasten erforderlich.

## Literatur

- Anonymous. 1999. Our durable planet. *The Economist*, 9. September: 29–31. [www.economist.com/displayStory.cfm?Story\\_id=238149](http://www.economist.com/displayStory.cfm?Story_id=238149) (abgerufen 01.05.2006).
- Clapp, R., G. Howe, M. Jacobs Lefevre. 2005. *Environmental and occupational causes of cancer – A review of recent scientific literature*. Lowell, MA: University of Massachusetts at Lowell, The Lowell Center for Sustainable Production. [www.sustainableproduction.org/pres.shtml](http://www.sustainableproduction.org/pres.shtml) (abgerufen 01.05.2006).
- Dag Hammarskjöld Foundation (Hrsg.). 1975. The 1975 Dag Hammarskjöld report on development and international cooperation, prepared for the seventh special session of the UN general assembly. *Development Dialogue* Nr. 1/2. Uppsala: Dag Hammarskjöld Foundation. Deutsch erstmals in: Wiener Institut für Entwicklungsfragen (Hrsg.). 1976. *Neue Entwicklungspolitik* 1/2–3, 125 S. Auszüge in: Steinweg, R. Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung (HSFK). 1976. Was Tun? Aus dem Dag-Hammarskjöld-Bericht 1975 über Entwicklung und internationale Zusammenarbeit – Teil 1: Plädoyer für eine andersartige Entwicklung. *Friedensanalysen für Theorie und Praxis* 3. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 17–44.
- Henseling, K. O. 2005. Nachhaltigkeit und Auto-Mobilität. *GAIA* 14/4: 299–306.
- Hettige, H., R. E. B. Lucas, D. Wheeler. 1992. The toxic intensity of industrial production: Global patterns, trends, and trade policy. *American Economic Review* 82/2: 478–481.
- Jaeger, J., M. Scheringer. 2006. Warum trägt die Umweltforschung nicht stärker zur Lösung von Umweltproblemen bei? *GAIA* 15/1: 20–23.
- Jha, R., K. V. B. Murthy. 2001. *An inverse global environmental Kuznets curve*. Departmental Working Papers 2001-02. Canberra: Australian National University, Economics RSPAS. <http://ideas.repec.org/a/eee/jcecon/v31y2003i2p352-368.html> (abgerufen 01.05.2006).
- Müller-Herold, U., M. Morosini, O. Schucht. 2005. Choosing chemicals for precautionary regulation: A filter series approach. *Environmental Science and Technology* 39: 683–691.
- Stern, D. I. 2004. The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development* 32/8: 1419–1439. <http://econpapers.repec.org/RAS/pst75.htm> (abgerufen 01.05.2006).
- UN (United Nations). 1992. *Agenda 21: Programme of action for sustainable development*. New York. United Nations Department of Public Information. [www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm) (abgerufen 01.05.2006). Deutsch: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 1997. *Umweltpolitik – Agenda 21 – Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro – Dokumente*. Bonn: Bundesumweltministerium. [www.stmugv.bayern.de/de/agenda/agenda21/rio/index.htm](http://www.stmugv.bayern.de/de/agenda/agenda21/rio/index.htm) (abgerufen 01.05.2006).
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1999. *Global environment outlook 2000. UNEP's Millennium Report on the Environment*. Nairobi: UNEP. London: Earthscan. [www.grida.no/geo2000](http://www.grida.no/geo2000) (abgerufen 01.05.2006).

<sup>2</sup> Dabei sollte man beachten, daß es auch eine menschenbezogene Umweltforschung gibt, die nicht die Auswirkungen des Menschen auf die Natur, sondern die Auswirkungen der Natur auf den Menschen untersucht (zum Beispiel Gefährdung durch natürliches Radon, kosmische Strahlung, Erdbeben, Parasiten). Weiter gibt es eine ökosystemische Naturforschung, welche nicht auf die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur ausgerichtet ist, sondern auf die Wechselwirkungen zwischen nicht-menschlichen Lebewesen und ihrer Umwelt.

**Marco Morosini**

Geboren 1952 in Mailand. Apotheker mit Abschluß in Chemie und Pharmazeutischen Technologien sowie in Toxikologie. Promotion in Analytischer Chemie in Ulm. Als Indikatorenexperte war er Projektleiter an der Stuttgarter TA-Akademie und ist derzeit Senior Scientist an der ETH Zürich.

