

# Zum Verhältnis von Natur- und Sozialwissenschaften in der Klimawirkungsforschung

*Günter Frederichs, Gotthard Bechmann*

---

## Vollständige bibliographische Angaben

**Frederichs, G.; Bechmann, G.:** Zum Verhältnis von Natur- und Sozialwissenschaften in der Klimawirkungsforschung. In: Kopfmüller, J.; Coenen, R. (Hrsg.): Risiko Klima. Der Treibhaueffekt als Herausforderung für Wissenschaft und Politik. Frankfurt: Campus 1997, S. 75-118 (Veröffentlichungen des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Bd. 4)

## Hinweis zur vorliegenden Kopie

Für die vorliegende elektronische Kopie wurde das Original eingescannt und mit OCR-Software (Optical Character Recognition) bearbeitet. Das angezeigte Seitenabbild entspricht unter Berücksichtigung der Qualitätseinbußen beim Scannen dem Buchlayout. Durch die OCR-Software wurde zusätzlich die Durchsuchbarkeit des Textes ermöglicht. Auf Grund einer gewissen Fehleranfälligkeit des Verfahrens kann keine Garantie gegeben werden, dass der so erzeugte Text hundert Prozent mit dem Originaltext identisch ist. Mit Fehlern muss gerechnet werden. Eine intellektuelle Kontrolle des OCR-Ergebnisses hat nicht stattgefunden. Wird Text aus dem Dokument kopiert, basiert der exportierte Text auf dem OCR-Ergebnis und kann deshalb ebenfalls Fehler enthalten.

# **Zum Verhältnis von Natur- und Sozialwissenschaften in der Klimawirkungsforschung**

*Günter Frederichs, Gotthard Bechmann*

## **Gliederung**

- 1. Die Herausforderung der Global-Change-Forschung durch das kommunikative Wissenschaftsmodell**
- 2. Die Annäherung der »zwei Wissenschaftskulturen« aus gesellschaftstheoretischer Sicht**
- 3. Der Szientismus in der Klimageographie und seine Verunsicherung durch die Klimawirkungsforschung**
- 4. Das Vordringen des kommunikativen Modells und seine szientistischen Verkürzungen**
- 5. Ansätze zu einer Überwindung der Defizite in sozialwissenschaftlicher Perspektive**

## 1. Die Herausforderung der Global-Change-Forschung durch das kommunikative Wissenschaftsmodell

Die Global-Change-Forschung hat sich in den späten 80er Jahren nach langem Zögern sozialwissenschaftlichen Fragestellungen geöffnet. Diese Hinwendung zu den Sozialwissenschaften wird bisher jedoch weitgehend innerhalb der Global-Change-Forschung oder jedenfalls unter ihrem beherrschenden Einfluß ausformuliert. Es entsteht eine Forschungsprogrammatik, die sich in spezifischer, d.h. in »szientistischer« Weise der naturwissenschaftlichen Tradition einfügt. Eine szientistisch ausgerichtete Sozialforschung läuft aber Gefahr, das kommunikative Paradigma zu verfehlen, das die heutige sozialwissenschaftliche Diskussion weitgehend prägt. Wie in dem vorliegenden Aufsatz am Beispiel der Klimawirkungsforschung gezeigt werden soll, ist dieses Paradigma für die wissenschaftliche Behandlung der anstehenden Probleme von ausschlaggebender Bedeutung. Es kann gezeigt werden, daß der internationale Forschungskontext schon jetzt die Klimawirkungsforschung in eine Richtung drängt, die nicht in das szientistische Wissenschaftsverständnis paßt, in der Perspektive des kommunikativen Paradigmas jedoch schlüssig ist. Erst in dieser Perspektive wird darüber hinaus sichtbar, welches die eigentliche Rolle der Sozialwissenschaften in der interdisziplinären Kooperation mit der naturwissenschaftlichen Forschung ist.

Die naturwissenschaftliche Umwelt- und Klimaforschung kann auf drei Jahrzehnte außerordentlicher Erfolge in der internationalen Großforschung zurückblicken. Die Untersuchungen globaler geophysikalischer Prozesse wurden durch die Organisation weltweiter Forschungsverbände und Datenverbundnetze vorangetrieben, wie es sie vorher nicht gegeben hat. Neben der Vernetzung von Forschungsaktivitäten über die Ländergrenzen hinweg ist es auch gelungen, eine interdisziplinäre Kooperation von geologischen und biologischen Wissenschaften im Rahmen des International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) zu realisieren.

An diesen Erfolgen hatten die Sozialwissenschaften keinen Anteil. Zwar betreibt die UNESCO schon seit 1971 das internationale Forschungsprogramm »Man and the Biosphere« (MAB), aber noch 1980, als als das World Climate Research Program (WCRP) ins Leben gerufen wurde, war das Beispiel des MAB für den International Council of Scientific Unions (ICSU) kein Anlaß, sozialwissen-

schaftliche Fragestellungen aufzugreifen. Es dauerte noch einmal 13 Jahre, bis vom IGBP 1993 erstmals ein Projekt aufgelegt wurde, in dem auch »sozioökonomische« Fragen behandelt werden (LOICZ 1995).

Inzwischen drängen sich in der Umwelt- und Klimadiskussion immer mehr die Fragen in den Vordergrund, die die anthropogenen Einflüsse auf Natur und Umwelt betreffen sowie die Unausweichlichkeit von nicht intendierten Nebenfolgen jeglichen menschlichen Handelns. In Öffentlichkeit und Politik werden dementsprechend Probleme formuliert, für deren Bearbeitung sozialwissenschaftliche Kompetenz eingefordert wird. Das hat auch in der Global-Change-Forschung zu einer Öffnung gegenüber den Sozialwissenschaften geführt.

1987 veröffentlichte die Brundtland Kommission ihren Bericht, in dem die enge Verflechtung von Ökonomie und Umwelt aufgezeigt und der Begriff des »sustainable development« geprägt wurde (Hauff 1987). 1988 entstand das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), das u.a. die Bewertung der ökologischen und sozio-ökonomischen Wirkungen eines Klimawandels zur Aufgabe hat. 1990 wurde das Human Dimensions of Global Environmental Change Programme (HDP) gegründet, das sich als sozialwissenschaftliche Parallele zur naturwissenschaftlichen Global-Change-Forschung versteht. Eine umfassend politische und gesellschaftliche Perspektive gewann die Umwelt- und Klimaproblematik 1992 durch die zweite UN-Umweltkonferenz (UNCED) in Rio de Janeiro und die dort verabschiedete Framework Convention on Climate Change (FCCC). 1995 schließlich legten das IGBP und das HDP einen Science/Research Plan zum Thema »Land-Use and Land-Cover Change« vor, der »erstmalig« den Natur- und Sozialwissenschaften eine gleichwertige Rolle einräumt (IGBP/HDP Report 1995, S. 5).

Auf forschungsprogrammatischer Ebene ist also recht deutlich eine Aufwertung von Fragestellungen zu erkennen, die anerkannterweise in den Bereich der Sozialwissenschaften fallen. Fraglich ist jedoch, ob diese Aufwertung in der Forschung adäquat eingelöst wird und ob die »Gleichwertigkeit« von Natur- und Sozialwissenschaften, die in der zuletzt genannten Quelle behauptet wird, tatsächlich Realität gewinnt.

Offenbar fehlt es nicht an gutem Willen der Beteiligten. Die Scientific Community der Global-Change-Forschung will sich

nicht damit begnügen, die Forschung von Natur- und Sozialwissenschaften nebeneinanderher laufen zu lassen. Unter dem Eindruck umfassender Problemstellungen und motiviert durch das Beispiel des IGBP drängt sie darauf, zu einer substantiellen Form der interdisziplinären Zusammenarbeit zu kommen. Roberta Balstad Miller, führendes Mitglied des ISSC und des HDP, versteht darunter die gemeinsame Erarbeitung der jeweiligen Forschungsfragen, eine umfassende Übereinkunft über Meßprobleme und, im Hinblick auf die Erfahrungen des IGBP, einen ausreichenden Zeitrahmen für das jeweilige Forschungsprojekt, um den Mitarbeitern die notwendigen Lernprozesse in der Zusammenarbeit zu ermöglichen (Miller 1994).

Aber selbst in diesen einsichtigen und über das übliche Maß an Zugeständnissen hinausgehenden Überlegungen einer Historikerin bleibt das szientistische Wissenschaftsverständnis der Global-Change-Forschung tonangebend. Gegenüber sozialwissenschaftlichen Denkansätzen ergeben sich daraus Diskrepanzen, deren Bedeutung sich aus den bisherigen programmatischen Entwürfen der Global-Change-Forschung nicht erkennen läßt.

Das Charakteristikum des szientistischen Verständnisses von Wissenschaft, bei dem sich die Geister trennen, ist die nahezu uneingeschränkte Geltung von »Tatsachen«. In den Naturwissenschaften durch große Erfolge immer wieder bestätigt, ist es das Credo dieser Forschung, daß wissenschaftliches Wissen nur über die unvoreingenommene Beobachtung und das Sammeln und Messen von Fakten zu gewinnen ist. Dieser Tradition der angelsächsischen »sciences« schließt sich auch die szientistische Sozialforschung an, die sich an dem methodologischen Dreischritt der hypothetisch-deduktiven Überprüfung orientiert: Begriffsbildung, Operationalisierung, Messung (Bonß/Hartmann 1985, S. 18). Korrelative Zusammenhänge und ihre zeitliche Entwicklung werden anhand kausaler Gesetzmäßigkeiten erklärt oder zumindest anhand von Simulationsmodellen nachgebildet, um damit eine Prognosekapazität aufzubauen und die instrumentelle Verwendung für Problemlösungen zu ermöglichen.

Ein Sinn dieser Vorgehensweise ergibt sich aus der Anwendungsintention. In der naturwissenschaftlichen Tradition ist dies vor allem die Intention der technologischen Verwertung von naturwissenschaftlichen Forschungsergebnissen. Die Physik als ein Motor für den technischen Fortschritt ist dafür paradigmatisch.

Auch in der Hinwendung zu den Sozialwissenschaften spielt die Absicht der Nutzanwendung eine Rolle, sei es in Form von Sozialtechniken oder in Form von prognostischen Erkenntnissen, die für die Lösung anstehender Probleme eingesetzt werden können.

Methodologisch schlägt sich das darin nieder, daß die vorchriftsmäßige Herstellung wissenschaftlich erzeugten Wissens auf dem Wege über die systematische Ausgrenzung aller vorwissenschaftlichen Wirklichkeitswahrnehmungen zu erfolgen hat, die als »Vorurteile« den Weg zur Erkenntnis der Realität verstellen. Aus dem systematischen Approach an die Wirklichkeit wird ein Überlegenheitsanspruch des wissenschaftlichen Wissens gegenüber dem Alltagswissen abgeleitet, der in dieser Auffassung die eigentliche Legitimation von Forschung darstellt.

Man ahnt, welche Abgründe zu überwinden sind, wenn dieses Wissenschaftsverständnis mit jener sozialwissenschaftlichen Profession zu einer Verständigung kommen will, die ihr Selbstverständnis gerade aus dem Zweifel an der Objektivität und Meßbarkeit von »Tatsachen« bezieht. Unter dem Eindruck der Kontingenz sozialer Verhältnisse neigt sie dazu, soziale Realität als das Nebeneinander mehr oder weniger gleichberechtigter »Deutungssysteme« zu begreifen, unter denen die der Wissenschaft nur bedingt eine Sonderrolle spielen. Diese Sichtweise kann an eine Reihe sozialwissenschaftlicher und philosophischer Denktraditionen anknüpfen, den »symbolischen Interaktionismus«, die Phänomenologie, die soziologische Hermeneutik und die Ethnomethodologie, die häufig unter dem Titel des »interpretativen Ansatzes« zusammengefaßt werden.

Der interpretative Ansatz gewinnt heute für die Global-Change-Forschung eminente Bedeutung. Denn ihre Öffnung gegenüber sozialwissenschaftlichen Fragen bedeutet im Prinzip (aber nicht notwendigerweise in der Praxis) eine fundamentale Verschiebung der Forschung. Es kommt dadurch jenes Moment ins Spiel, das über alle sonstigen Unterscheidungsmerkmale hinweg immer die Besonderheit der Sozialwissenschaften ausmacht: daß die Forschung und ihr »Gegenstand« sich in einem Wechselverhältnis befinden und daß die soziale Realität wie auch die Forschung selbst sich unter dem Einfluß der Forschungsergebnisse verändern können (de Bie 1973, S. 21, Giddens 1995, S. 26).

Wissenschaftliche Ergebnisse, die für soziale Zusammenhänge relevant sind, können auf den unterschiedlichsten Wegen Eingang

in die Selbstreflexionsprozesse des sozialen Lebens und der Institutionen finden, wie sie vor allem für moderne Gesellschaften, aber nicht nur dort, kennzeichnend sind (Giddens 1995, S. 52ff.). Sie rufen Reaktionen hervor, die die wissenschaftlichen Aussagen je nach Umstand widerlegen oder verstärken. Dieser Zusammenhang ist erst recht gegeben, wenn die Forschung von vornherein auf die politische Verwertung hin ausgerichtet ist. Mit Bezug auf die Soziologie beschreibt Anthony Giddens diesen Sachverhalt so: »Soziologisches Wissen schraubt sich in den Bereich des sozialen Lebens hinein und aus diesem Bereich wieder heraus, und es gehört als integraler Bestandteil mit zu diesem Vorgang, daß dieses Wissen dabei sowohl sich selbst als auch diesen Bereich umgestaltet.« (ebd., S. 26).

Der naturwissenschaftlichen Tradition ist diese Wechselwirkung fremd. Es wäre irreführend, sie mit jener Wechselwirkung in der Quantenmechanik parallel zu setzen. Dazu noch einmal Anthony Giddens: »Zu diesem Prozeß gibt es in den Naturwissenschaften keine Parallele. Er ist durchaus nicht identisch mit dem, was sich auf dem Gebiet der Mikrophysik abspielt, wo der Eingriff des Beobachters eine Änderung des untersuchten Gegenstands nach sich zieht.« (ebd., S. 62). Wir werden in den folgenden Ausführungen sehen, daß diese Wechselwirkung in der naturwissenschaftlich geprägten Global-Change-Forschung nicht genügend beachtet wird und daß sich daraus bestimmte Defizite ableiten, die erst in einem sozialwissenschaftlichen Redesign der Forschung behoben werden können.

Das Unterscheidungsmerkmal der Sozialwissenschaften, mit ihrem Forschungsgegenstand in einem Verhältnis gegenseitiger Beeinflussung zu stehen, läßt die Möglichkeit des vorurteilslosen »Tatsachenblicks« (Bonß) von einem Standpunkt außerhalb des zu untersuchenden Geschehens als fragwürdig erscheinen. Wissenschaftliche Forschung ist unter dieser Perspektive selbst Part der beobachteten sozialen Realität, und die Selbstreflexion der Wissenschaft als soziales Teilsystem erweist sich so als ein notwendiger Bestandteil der Forschung. Ihr Sinn erschließt sich in der Absicht, vorfindbare Deutungssysteme interpretativ zu beobachten (manchmal mit der Intention zu »verstehen«). Man begibt sich mit Argumenten und Evidenzen auf den »Markt der Deutungssysteme«, die dann »in der öffentlichen Debatte persuasive, aber nicht manipulative Kraft entfalten« (Nullmeier 1993, S. 190).

Dieses kommunikative, verständigungsorientierte Konzept der Forschung schließt auch den Austausch zwischen verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen mit ein, auch naturwissenschaftlichen Disziplinen. Wir wollen hier die Bezeichnung eines »kommunikativen Wissenschaftsmodells« verwenden, die auch die Auseinandersetzung mit nichtwissenschaftlichen Wissens- und Deutungssystemen in dem eben genannten Sinne umfassen soll.

In beiden Versionen sozialwissenschaftlicher Forschung, der des Szientismus und der des kommunikativen Wissenschaftsmodells, spielt der Anwendungsbezug eine Rolle. Ein wesentlicher Unterschied ist die Differenz zweier Rationalitätskonzepte in der Verwendung von Forschungsergebnissen. Die erste Version entspricht einer Verwendung im Sinne der Zweck-Mittel-Relation, die zweite zielt auf »vernünftige« Verständigung. In der Tradition der »sciences« liegt der Nutzen einer sozialwissenschaftlichen Umwelt- und Klimaforschung darin, universal funktionierende soziale Mechanismen zu identifizieren und daraus Prognosen für das Handeln abzuleiten, die sich für die Abwehr von oder die Verteidigung gegen Umweltschäden verwenden lassen. Von daher rührt in der Global-Change-Forschung das starke Interesse an wissenschaftlichen Aussagen, die als unumstritten und allgemein gültig behauptet werden können. Beispiele dafür sind Aussagen, die auf die »Flexibilität« oder die »Robustheit« sozialer Verhältnisse gegenüber Umweltschäden und Klimaveränderungen oder auf die »Reversibilität« von Maßnahmen abstellen (U.S.Congress 1993). Wo sich das Verständigungsproblem, oder wie es in diesem Zusammenhang auch genannt wird, das Konsensproblem über Umweltstrategien in den Vordergrund drängt, wird versucht, dieses auf wenige Dimensionen zu reduzieren, wie z.B. »cost-benefits«, »minimum surprise« (OECD 1991), »no regret« (U.S.Congress 1993).

Der Unterschied zu dem verständigungsorientierten Ansatz besteht darin, daß die Konsenspotentiale selbst nicht der eigentliche Gegenstand der Forschung sind, sondern mehr oder weniger axiomatisch als gültig vorausgesetzt werden, so z.B., indem man sich an »meßbaren« (ökonomischen) Größen bestimmter Standards oder an scheinbar vorgegebenen Wertmaßstäben orientiert. Dieser Gegensatz hat z.B. in dem Streit um Kapitel 6 des Second IPCC Report seinen Niederschlag gefunden, wo es unter anderem um eine Einschätzung der sozialen Kosten der erwarteten Klimaschäden geht. Besonders eklatant war dabei das Vorgehen einer Gruppe



von Ökonomen, den Wert eines Lebens in reichen Ländern 15 mal höher anzusetzen als in den armen Ländern. Da dies dem Geist der Verständigung zu offenkundig widerspricht, unter dem die internationalen Klimaverhandlungen offiziell stehen, konnte die Kritik eine gewisse Relativierung dieses Ansatzes wenigstens im »Summary for Policymakers« erreichen (Global Environmental Change Report 1995). Die Kritik geht aber weiter und fordert eine stärkere Beteiligung armer Länder an den wissenschaftlichen Untersuchungen. Da es oft gerade diese sind, die von den erwarteten Klimaschäden besonders betroffen sein könnten, würde dies dem Gang der wissenschaftlichen Reflexionen mit Sicherheit eine andere Wendung geben.

Die internationalen Klimaverhandlungen bieten reichlich Anschauungsmaterial dafür, daß die zwei Rationalitätskonzepte in Konkurrenz zueinander eine wesentliche Rolle spielen. Einerseits sind die involvierten Interessen der reichen Länder mächtig genug, um der Tendenz zu einer nutzenorientierten und damit axiomatischen Behandlung von Verständigungsproblemen Vorschub zu leisten. Andererseits ist die Betroffenheit der Nationen und Gesellschaften so vielfältig, daß sie sich nur mit Gewalt (oder mit viel Verständigungsbereitschaft) auf einige wenige Dimensionen abbilden läßt. Es ist bisher nicht entschieden, wie sich ein Kompromiß einspielen wird, es ist aber sehr wahrscheinlich, daß sich die bisherige Dominanz der szientistischen Sichtweise nicht aufrechterhalten läßt. Die Suche nach Konsenspotentialen wird sich, so die These des vorliegenden Aufsatzes, nicht mit einer Axiomatisierung erledigen lassen. Sie wird in dem Maße an Differenziertheit gewinnen, in dem auf die regionalen Besonderheiten eingegangen werden muß. Dabei wird der offenere und selbstreflexive Ansatz des kommunikativen Wissenschaftsmodells stärker zur Geltung kommen.

## 2. Die Annäherung der »zwei Wissenschaftskulturen« aus gesellschaftstheoretischer Sicht

Daß in den Wissenschaftsauffassungen von Natur- und Sozialwissenschaften tiefgehende Gegensätze bestehen, ist vielfach festgestellt und beschrieben worden. Besonders lehrreich ist z.B. die Un-

terscheidung einer »naturalistischen« und einer »kulturalistischen« Sichtweise auf die Naturwissenschaften selbst (Janich 1992). In der Selbstreflexion von Naturerkenntnis zeichnet sich der naturalistische Modus dadurch aus, daß er diese wie einen Gegenstand der Naturforschung betrachtet. Das tritt in vielfältiger Form auf, z.B. in der Wissenschaftstheorie, in der Informationstheorie und in der künstlichen Intelligenzforschung (ebd., S. 8f.). Auf die Sozialwissenschaften übertragen, beschreibt der Begriff des »Naturalismus« einen Forschungsstil, der soziale Fragen durch die Rückführung auf allgemeingültige Aussagen nach der Art von Naturgesetzen zu beantworten versucht. In diesem Sinne läßt sich z.B. das Interesse der Global-Change-Forschung an universell funktionierenden sozialen Mechanismen interpretieren, das im vorigen Abschnitt erwähnt worden ist.

In »kulturalistischer« Sichtweise werden die Naturwissenschaften als Gegenstand menschlicher Praxis beschrieben. Hier steht im Mittelpunkt, »daß *Naturwissenschaften* in ihren Lehrmeinungen, Forschungsmethoden und Institutionen *eine Geschichte durchlaufen* und daß der einzelne Forscher im Forschungsprozeß *handelt*« (ebd., S. 14, Hervorhebungen im Original). Naturwissenschaftliches Wissen wird als Kulturprodukt gesehen, und wissenschaftliche Tatsachenaussagen erscheinen in ihrer historischen und kulturellen Bedingtheit. Theorien gelten als ein Mittel zur Kommunikation von Wissen. Es ist unverkennbar, daß die kulturalistische Betrachtungsweise Argumente bereitstellt, die das kommunikative Wissenschaftsmodell auch auf die Naturwissenschaften anwendbar erscheinen lassen.

Die Gegensätzlichkeit von Natur- und Sozialwissenschaften findet heute ihren populären Ausdruck in dem Begriff der »zwei Wissenschaftskulturen«, wobei man sich auf Charles Percy Snow beruft. Dieser wird dabei allerdings nicht ganz korrekt zitiert. Er selbst prangerte 1956 mit seinem Artikel »The Two Cultures« einen Gegensatz von (Natur-)Wissenschaft und Literatur an. In nachfolgenden Publikationen sprach er von einer dritten Kultur der Sozialwissenschaften und der Kunst. (Vgl. auch Lepenies 1988, S. 185ff.).

Angesichts des Diktums (z.B. Luhmann 1990, S. 459/460), daß die Ausdifferenzierung von Wissenschaftsdiziplinen nicht rückgängig zu machen ist (und wohl erst recht nicht die Kluft zwischen den »zwei Kulturen«), stellt sich die Frage, ob es dennoch etwas

gibt, das die Global-Change-Forschung zu ihrem Optimismus, diese Kluft überbrücken zu können, berechtigt. Nicht von der Hand zu weisen ist, daß die Radikalität und die Globalität heutiger Problemsichten auf die Umweltzerstörung und auf den anthropogenen Klimawandel eine enorme politische Schubkraft besitzen, der gegenüber innerwissenschaftliche Konkurrenzen und Verständigungsschwierigkeiten leicht als borniert erscheinen mögen.

So spricht z.B. Hubert Markl (1994, S. 255) bewußt polemisierend von der »Snowschen Zweikulturenidiotie«, wobei allerdings seine Argumentation die Gegensätze verwischt. Wie das häufig geschieht, unterscheidet er nicht zwischen dem, was im naturwissenschaftlichen Diskurs in Form von Lehrmeinungen oder Forschungsprogrammen seinen institutionellen Niederschlag findet, und dem, was Naturwissenschaftler als Personen zur Umweltdebatte beitragen. Es wäre völlig unsinnig, Naturwissenschaftlern oder entsprechend Sozialwissenschaftlern pauschal Borniertheit zu unterstellen. Nur - die Systemgrenzen, auf die es hier ankommt, d.h. die in den wissenschaftlichen Traditionen, in den Lehrmeinungen und in den Usancen der Profession wirksamen Normen, sind i.a. stärker als die interdisziplinären Orientierungen von Personen, die innerhalb der Systeme agieren.

Neben der Komplexität und Kontingenz heutiger Problemstellungen ist es der internationale Kontext der Forschung, der als ein weiterer Faktor zu erwägen ist, durch den eine Annäherung der beiden »Wissenskulturen« begünstigt werden könnte. Wie das Beispiel des IGBP nahelegt, kommen in internationalen Zusammenhängen die disziplinären Idiosynkrasien u.U. weniger zur Geltung, als dies im nationalen Rahmen üblich ist. Es ist daher nicht ausgeschlossen, und wir halten es sogar für sehr wahrscheinlich, daß unter der tatkräftigen Ägide der Global-Change-Forschung, unter dem Druck neuartiger Fragestellungen und im ungewohnten Milieu internationaler Forschung wissenschaftliche Ansätze entstehen, die weder den Natur- noch den Sozialwissenschaften eindeutig zuzuordnen sind, die aber den Reflexionsstand beider Wissenschaftsbereiche problemadäquat zu nutzen wissen.

Unterstützt wird eine solche Spekulation durch inner- und ausserwissenschaftliche Entwicklungen, die sich als eine Reaktion auf die Verunsicherung durch die heutigen Problemlagen verstehen lassen. Die drängende Nachfrage in Politik und Öffentlichkeit nach einer wissenschaftlichen Behandlung von Problemen hoher

Komplexität und Kontingenz, auf die die innerwissenschaftliche Entwicklung nicht vorbereitet ist, stellt in ihrer Intensität eine neue Erfahrung dar. Die Anforderungen betreffen beide »Wissenschaftskulturen« gemeinsam und könnten ein Potential der gegenseitigen Annäherung bedeuten. In diesem Sinne argumentiert auch Helga Nowotny (1993) unter dem Stichwort der »problemorientierten Forschung« (de Bie 1973). »Problemorientierte Forschung« stellt generell, auch außerhalb der Global-Change-Forschung, eine Wissenschaftsentwicklung seit dem 2. Weltkrieg dar. Sie kann als paralleler Prozeß zu der gesellschaftlichen Wahrnehmung neuer Problemdimensionen verstanden werden (Bechmann/Frederichs 1996).

Es gibt eine Reihe von wissenschaftlichen Themenentwicklungen, die offenkundig eine Reaktion auf die neuen Problemstellungen sind und in beiden Wissenschaftskulturen jeweils gegenseitig wahrgenommen werden. Zum Beispiel ist es kaum als Zufall anzusehen, daß die Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme gerade heute unter dem Namen der »Chaostheorie« in der naturwissenschaftlichen Diskussion zur Kenntnis genommen und theoretisch aufgearbeitet wird, obwohl das Thema schon seit über hundert Jahren bekannt ist und in seiner metatheoretischen Bedeutung kaum beachtet wurde (Jetschke 1989; Loistl/Betz 1993). Heute, wo Kontingenzerfahrungen im Umgang mit neuartigen Problemstellungen das naturwissenschaftliche Weltbild beunruhigen, werden Theorieentwürfe wie Katastrophentheorie, Selbstorganisation und Chaostheorie attraktiv, weil sie diese Erfahrung, jedenfalls ein Stück weit, einer mathematischen Beschreibung zugänglich machen.

Auch aus sozialwissenschaftlicher Sicht werden diese Theorieentwicklungen mit Interesse wahrgenommen, unter anderem deshalb, weil sie einen Beleg für die Grenzen des kausalanalytischen Ansatzes und der Prognostizierbarkeit darstellen und damit die sozialwissenschaftliche Skepsis gegenüber den entsprechenden Wissenschaftsnormen bestätigen. Das naturwissenschaftliche Interesse ist eher entgegengesetzt motiviert, da die Theorie in »chaotischen« Verhältnissen (wie die Theorie sie definiert) Ansätze von Ordnung und Prognostizierbarkeit aufzeigen kann. Neben den naturwissenschaftlichen Anwendungen gibt es auch ein Interesse an Anwendungen in den Wirtschaftswissenschaften und generell in den Sozialwissenschaften.

Auf der Seite der Sozialwissenschaften stellt sich eine typische Verunsicherung in der Umweltproblematik durch den Vorwurf ein, daß sie es in ihrer Geschichte versäumt haben, eine wissenschaftliche Perspektive hinsichtlich des Verhältnisses von Gesellschaft und natürlicher Umwelt zu kultivieren. Daß hier eine Korrektur erforderlich ist, wird von der Profession in zunehmendem Maße wahrgenommen, so etwa in metatheoretischen Reflexionen (Luhmann 1986), in den Bemühungen um eine ökologische Orientierung (Wehling 1989) und in der Einrichtung einschlägiger Forschungsstellen (Reusswig 1996). Derzeit aber besteht eine Diskrepanz zwischen der metatheoretischen und der programmatischen Diskussion. Einerseits wird behauptet, daß Sozialwissenschaften sich mit »Natur« nicht anders befassen können als durch die Beobachtung dessen, was in der Gesellschaft darüber kommuniziert wird. Dadurch aber löst sich »Natur« bei näherem Zusehen in eine Vielzahl von zum Teil konkurrierenden Deutungen auf. Das Wissen über das Verhältnis von Natur und Gesellschaft erweist sich so als kontingent. Die ökologische Forschungsprogrammatische geht demgegenüber von der Hoffnung auf einen Bestand an Beziehungsmustern zwischen Gesellschaft und Umwelt aus und sieht deren Identifikation und Analyse als eine Voraussetzung für den »ökologischen Umbau der Gesellschaft« an.

Die Verunsicherung beider Wissenschaftskulturen und mithin der Wissenschaft überhaupt geht aber tiefer und rührt an die Wurzeln des gesellschaftlichen Wissenschaftsbildes. Das Vertrauen in die Wissenschaft als ein rational gesteuertes und Rationalität produzierendes System hat sowohl in der Öffentlichkeit als auch wissenschaftsintern empfindliche Einbußen erlitten. Die Idee des wissenschaftlichen Fortschritts verliert an Überzeugungskraft. Die von Naturwissenschaft und Technik in die Welt gesetzten globalen Risiken und Umweltzerstörungen, deren man mit wissenschaftlich-technischen Mitteln nicht mehr Herr zu werden scheint, tragen wesentlich zu der allgemeinen Verunsicherung in der heutigen Zeit bei. Auch die Sozialwissenschaften haben enttäuscht, indem sie die noch Anfang der siebziger Jahre in sie gesetzten Erwartungen einer Rationalisierung gesellschaftlicher Verhältnisse nicht einlösen konnten.

Die Irritationen des Wissenschaftsbildes finden ein Pendant in den Reflexionen über die Genese und die Qualität wissenschaftlichen Wissens, die zu einer Ernüchterung und zu wichtigen Verän-

derungen in der Selbsteinschätzung der Wissenschaft führen. Max Webers »Entzauberung« der Welt durch die Wissenschaft hat auch vor der Wissenschaft selbst nicht Halt gemacht. Von besonderem Interesse ist, daß diese Reflexionen auch die Naturwissenschaften in die Nähe des kommunikativen Wissenschaftsmodells rücken, wodurch die herkömmlichen Abgrenzungen gegenüber den Sozialwissenschaften erheblich relativiert werden. Jenes Konzept von Wissenschaft als Produzent von »Deutungssystemen«, das im vorigen Abschnitt für eine interpretative Sozialwissenschaft skizziert worden ist, erfährt hier argumentative Unterstützung und schließt die Naturwissenschaften mit ein. Es wird damit eine argumentative Grundlage für eine Annäherung der beiden Wissenschaftskulturen geschaffen, die sich, wie wir zeigen wollen, in der Klimawirkungsforschung Geltung zu schaffen beginnt.

Der Prozeß der Selbst-»Entzauberung« und Umorientierung der Wissenschaft, der bis heute fort dauert und gerade heute zunehmend aktuell wird, wurde schon im ersten Viertel dieses Jahrhunderts von Karl Mannheim eröffnet. Er wies auf die Kontextualität allen Wissens hin: Wissen bildet seinen Gegenstand nicht einfach ab, sondern ist immer in seiner Entstehung und Geltung von anderen Faktoren abhängig. Die dadurch bedingte Perspektivität des Wissens kann die Wissenschaft auch durch methodisch kontrollierte Empirie nicht verhindern, wie seit der »antipositivistischen Wende« durch Autoren wie Quine, Kuhn, Lakatos und Feyerabend zunehmend bewußt geworden ist. Das Verhältnis von Empirie und Theorie stellt sich so dar, daß die Daten niemals eine Theorie eindeutig bestimmen, wie es umgekehrt keine Daten gibt, in die nicht bewußt oder unbewußt theoretische Annahmen einfließen.

Mit diesen Einsichten geraten konventionelle Vorstellungen über eine innere »Logik der Forschung« ins Wanken, von der man annahm, daß man sie nur zu erschließen habe, um sie in ihrer eigenen Vollendung zu realisieren. Stattdessen wird die Forschung, so wie sie sich in der Praxis vollzieht, zum Gegenstand von Untersuchungen, und die Ergebnisse bestätigen, daß die Genese wissenschaftlichen Wissens nicht per se Objektivität und Eindeutigkeit garantiert. Sie hängt vielmehr in hohem Maße von kontextuellen, auch außerwissenschaftlichen, Faktoren ab. Das läßt sich auch nicht durch Methoden ausschalten, weil diese immer nur selektiv jene Einflüsse ruhigstellen können, für die sie entworfen sind. Auch Methoden sind, ebenso wie Theorien, kontingent, und wenn

konkurrierende Methoden zur Anwendung kommen, variiert mit ihnen in aller Regel die wissenschaftliche Wirklichkeitswahrnehmung. Zu betonen ist, daß diese Untersuchungen gerade auch in bezug auf naturwissenschaftliche Forschungsprozesse gemacht worden sind.

Daß die Wissenschaft trotz der Kontingenz von Theorien und trotz der Ambiguität von Daten dennoch zu eindeutigen Aussagen kommt, wird durch die Fähigkeit des Wissenschaftssystems erklärt, in innerwissenschaftlichen Kommunikationsprozessen konsolidierte Lehrmeinungen herzustellen. Auch dabei aber ist das Resultat nicht ausschließlich durch den Gegenstand determiniert. Je neuartiger ein Thema ist, d.h., je weniger es durch vorangegangene Diskurse bereits geformt ist, desto stärker machen sich seine Komplexität und die Kontingenz geltend: Aus den sachlichen Zusammenhängen der Thematik allein ergeben sich keine Stoppregeln für die wissenschaftliche Diskussion. Diese stellen sich, wenn es gut geht, erst von außen durch Eingrenzungen des Themas (»framing«) und durch Diskursabschlüsse (»closures«) ein, die sich kontextuell aus dem jeweiligen Diskursverlauf oder aus vorhergehenden Diskursen ergeben. Die Leistung des Wissenschaftssystems liegt darin, dafür günstige Bedingungen zu schaffen und den Diskurs nach wissenschaftsinternen Regeln zu kontrollieren. Die Unsicherheit des Wissens verwandelt sich auf diese Weise in eine öffentlich vertretene Gewißheit - bis der Diskurs sich erneut des Themas annimmt. Die heutigen Debatten in der Öffentlichkeit um wissenschaftliche Aussagen sind somit nichts anderes als ein Indiz dafür, daß die innerwissenschaftliche Diskurskontrolle unter den gegenwärtigen gesellschaftlichen Verhältnissen an Wirkung verliert.

Selbst die großen wissenschaftlichen Erfolge in Technik und Medizin können noch als »Konstruktionen« gedeutet werden. Eine Technologie oder ein Verfahren funktioniert nicht deshalb, weil objektive Sachverhalte der Natur oder der Gesellschaft von sich aus zur Geltung kommen, sondern weil vorangegangene Auseinandersetzungen bei einem Punkt angelangt sind, an dem man sich über die apparativen und sozialen Voraussetzungen geeinigt hat, die bestimmte funktionierende Zusammenhänge aus allem störenden Kontext herausheben (Latour 1987) - solange diese Voraussetzungen halten. Kontextstörungen machen sich z.B. dann wieder

bemerkbar, wenn Pannen passieren und wenn deren Häufung den sozialen Konsens dezimiert.

Man könnte diesen Prozeß der Selbst-Entzauberung als eine sukzessive Demontage des Bildes von Wissenschaft lesen, wenn dem nicht entgegenstände, daß ihre gesellschaftliche Schlüsselrolle trotz aller Ernüchterungen nach wie vor ungebrochen ist. Technischer und medizinischer Fortschritt sind mehr denn je eine Grundlage der Zivilisation. Die Wissenschaft ist ein notwendiger Bestandteil fortgeschrittener Gesellschaften. Man muß also fragen, worin trotz der Desillusionierungen die Bedeutung der Wissenschaft liegt und wo ihre Rationalität unter heutigen Bedingungen zu verorten ist. Das Pendant zur Entzauberung der Wissenschaft ist die Enttäuschung des Vernunftbegriffs der Aufklärung. Sein Siegeszug setzt sich zwar auch weiterhin fort durch die rationale Grundlegung wirtschaftlichen, technischen und politischen Handelns im internationalen Maßstab, aber je mehr gesellschaftliche Bereiche davon erfaßt werden, desto deutlicher werden seine Defizite. Die auf Vernunft gegründeten Systeme verselbständigen sich und werden im Sinne der Vernunftaufklärung kontraproduktiv. Die technische Nutzbarmachung der Natur verwandelt diese in eine für den Menschen feindliche Umwelt. Der medizinische Fortschritt führt zur Explosion des Bevölkerungswachstums. Der internationale Handel verursacht Ungerechtigkeit und Armut.

Die Diskussion dieser Zusammenhänge wird heute unter dem Titel der »Moderne« geführt. Eine These besagt, daß sich die Moderne von vormodernen Epochen unter anderem dadurch unterscheidet, daß das gesellschaftliche Leben von einer allgegenwärtigen, ununterbrochenen reflexiven Anwendung von Wissen durchsetzt ist und daß dieses Charakteristikum für die moderne Gesellschaft konstitutiv ist. »Die Reflexivität des Lebens in der modernen Gesellschaft besteht darin, daß soziale Praktiken ständig im Hinblick auf einlaufende Informationen über ebendiese Praktiken überprüft und verbessert werden, so daß ihr Charakter grundlegend geändert wird« (Giddens 1995, S. 54). Hierin ist die Wissenschaft als unersetzbare Wissens- und Reflexionsinstanz involviert, woraus sich vermutlich ihre Schlüsselrolle erklärt.

Aber der Glaube der Aufklärung an einen kumulativen Fortschritt des Wissens ist erschüttert worden. Die Gleichsetzung von Wissen und Gewißheit hat sich als ein Mißverständnis erwiesen, da mit der Anhäufung von Wissen die Unsicherheit wächst. Das



habe unter anderem den Effekt, so Giddens, daß die Sozialwissenschaften beginnen, die Naturwissenschaften in ihrer Rolle als Symbol für »moderne Wissenschaft« zu überholen. »Aufgrund der engen Beziehung zwischen Aufklärung und der Befürwortung der Vernunftansprüche gilt üblicherweise die Naturwissenschaft als das hervorstechende Bestreben, durch das sich die moderne Einstellung von allem Vorherigen unterscheidet (...). Doch die Gesellschaftswissenschaft ist im Grunde in höherem Maße in die Moderne verstrickt als die Naturwissenschaft, denn die ständig fortgesetzte Revision sozialer Praktiken im Lichte des Wissens über diese Praktiken gehört zum eigentlichen Gewerbe der modernen Institutionen« (Giddens 1995, S. 57).

Diese Analysen werfen auch ein neues Licht auf das szientistische Diktum, Tatsachenwissen zu produzieren. Jede Tatsachenaussage ist mit einem Universum ungeklärter Zusammenhänge belastet, wie die Risiko- und Folgenthematik heute allgemein bewußt gemacht hat. Sie dennoch als objektiv und unumstößlich zu behaupten, gelingt nur anhand eingespielter Verfahren der wissenschaftlichen Diskurskontrolle, die die Unsicherheit zu dethematisieren versuchen. Je stärker jedoch jener ununterbrochene Strom reflexiver Wissensanwendung Platz greift, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß diese Dethematisierung längere Zeit anhält. Tatsachenaussagen und Prognosen verlieren daher unter den Verhältnissen moderner Gesellschaften zunehmend an Wert und werden durch selbstreflexive Prozesse der Wissenschaft ersetzt, in denen sie sich mit anderen gesellschaftlichen Produzenten von »Deutungssystemen« in Konkurrenz begibt, wie es eingangs in der Darstellung eines kommunikativen Wissenschaftsmodells skizziert worden ist.

Es wäre jedoch ein Fehler anzunehmen, daß das szientistische Wissenschaftsverständnis durch die oben beschriebenen Entwicklungen außer Kraft gesetzt worden sei. Das »framing« einer Forschungsthematik vollzieht sich im Wissenschaftsbetrieb der »sciences« umfassend und bereits im Ansatz, und zwar unter dem Gesichtspunkt der Nutzenanwendung. Es ist offensichtlich, daß dieses »framing« in der zweckrationalen Ausrichtung unserer Gesellschaft nach wie vor große Macht entfaltet, weil die Naturwissenschaften eine im Vergleich zu den Sozialwissenschaften hohe Kontextfreiheit und damit eine universale Verwendbarkeit ihrer Ergebnisse ermöglichen. Das schlägt sich z.B. in einer höheren Wert-

schätzung der Naturwissenschaften im Vergleich zu den Sozialwissenschaften nieder, die diese im öffentlichen Ansehen und in der (Förder-) Politik erfahren. Das erklärt zum Teil (allerdings auch nur zum Teil) die subsidiäre Rolle, mit der sich die Sozialwissenschaften in der bisherigen Umweltforschung bescheiden. Erst neuerdings, z.B. angesichts der Diskussion über den Naturbegriff, über Schutzziele und »sustainable development«, wird allmählich bewußt, daß mit der Umweltproblematik ein Reflexions- und Verständigungsbedarf entstanden ist, der die sozialwissenschaftliche Forschung in der ihr eher angemessenen Rolle auf den Plan ruft: nicht mehr den Naturwissenschaften in ihrem prognostischen Anspruch nachzueifern, sondern Interpretationswissen und Reflexionspotentiale zur Verfügung zu stellen.

Wesentliche Impulse zu dieser Einsicht gehen seit Mitte der 80er, verstärkt seit den beginnenden 90er Jahren von den internationalen Klimaverhandlungen aus, bei denen insbesondere die Klimatologie in den Mittelpunkt des Geschehens rückt. Sie hat das Monopol der Klimaprognosen und ist damit in der Klimadebatte der erste Stichwortgeber. In Gestalt des IPCC wuchs ihr und genereller der Wissenschaft die Rolle des unmittelbaren politischen Ratgebers zu, der sozusagen in Echtzeit wissenschaftliche Antworten auf Fragen geben muß, die in den politischen Verhandlungen aufgeworfen werden. Mit einem noch nie dagewesenen Grad an Öffentlichkeit wurde der Mangel an Konsens in der Scientific Community offenbar, wenn diese über akute Sachverhalte Auskunft geben soll. Das betrifft nicht nur die Sozialwissenschaften, sondern eben auch die Naturwissenschaften. Die Aufgabe des IPCC läuft zu einem erheblichen Teil darauf hinaus, mit einem enormen Verhandlungsaufwand (im großen und ganzen nicht ohne Erfolg) ein »Konsenswissen« zu erarbeiten, an dem sich Politik und Öffentlichkeit orientieren können.

Niemand wird sich dem Eindruck verschließen können, daß sich damit nicht nur die Sozialwissenschaften, sondern auch die Naturwissenschaften unversehens und in aller Öffentlichkeit genau auf den »Markt der Deutungssysteme« begeben haben, von dem im ersten Abschnitt bei der Vorstellung eines kommunikativen Wissenschaftsmodells die Rede war. Aber diese für das naturwissenschaftliche Verständnis prekäre Lage (der innerwissenschaftliche Diskurs wird nach außen verlagert) impliziert natürlich noch nicht eine Entscheidung über den Vorrang der einen oder

anderen Wissenschaftsauffassung. Die Situation der Offenlegung von Kontingenzen kann ja, als eine Abwehrmaßnahme, immer noch als vorübergehend gedeutet werden, bis sich das erforderliche Wissen anhand verbesserter Computer und Daten wieder zu einem einheitlichen Korpus verfestigt. Denkbar und von einiger Plausibilität ist aber auch, daß das Aushandeln von »Konsenswissen« die typische Begleiterscheinung einer »problemorientierten Forschung« der Zukunft ist, wenn die Wissenschaft zunehmend in den Dienst der Bewältigung hochkomplexer und kontingenter Probleme genommen wird.

Im Kontext der internationalen Klimaverhandlungen ist eine Konstellation gegeben, in der sich diese Tendenz Geltung verschaffen wird. Einerseits besteht ein starker Druck, Handlungsoptionen zu erarbeiten, was der Offenhaltung von Reflexionsprozessen Grenzen setzt. Andererseits wird es mit zunehmender Berücksichtigung der klimatischen und gesellschaftlichen Besonderheiten in den verschiedenen Regionen der Welt immer schwieriger, das gewachsene Kontingenzbewußtsein durch herkömmliche »framings« und »closures« zum Schweigen zu bringen. Die Forschung muß also zu Konstruktionen kommen, die in sensibler Weise vorhandene Verständigungspotentiale berücksichtigen. Ihr fällt in den Verhandlungen eine exponierte Rolle zu, wodurch ihre Möglichkeit, den mächtigeren Interessen stattzugeben, verhältnismäßig eingeschränkt ist. Das im ersten Abschnitt genannte Beispiel des Second IPCC Report zeigt, daß der wissenschaftliche Diskurs Raum für Kritik gibt, wenn der Eindruck einseitiger Annahmen entsteht.

Im folgenden soll nun der Fall der Klimawirkungsforschung vor dem Hintergrund der bisherigen Darlegungen näher betrachtet werden. Zu fragen ist, wie sich die Forschung formiert, welche »framings« wirksam werden, ob, und wenn ja, wie sich diese verändern. Speziell interessiert die Frage, wie weit sich die naturwissenschaftliche Tradition der »sciences« durchsetzt und wo erste Ansätze entstehen, die sich zumindest partiell an einem Wissenschaftsverständnis orientieren, das die Existenz anderer Deutungssysteme in ihrer Eigenberechtigung wahrnimmt und sich selbstreflexiv zu diesen Deutungssystemen in Konkurrenz begibt. Daß damit sozialwissenschaftliche Kompetenz ganz anders gefordert wird, als es im szientistischen Verständnis bisher gesehen wird, ist offensichtlich. Von besonderem Interesse ist, ob sich in der Klimawir-

kungsforschung neue Formen der Kooperation zwischen den zwei Wissenschaftskulturen einspielen, die für die Umweltforschung generell eine Vorbildfunktion übernehmen könnten.

### 3. Der Szientismus in der Klimageographie und seine Verunsicherung durch die Klimawirkungsforschung

1992 wurde vom BMFT im Rahmen der Förderaktivitäten zu »Globalen Umweltveränderungen« ein neuer Schwerpunkt »Klimawirkungsforschung« ins Leben gerufen. Inhaltlich geht es dabei um die Frage, welche Auswirkungen ein anthropogener Klimawandel, wie er von den Klimatologen für die zweite Hälfte des nächsten Jahrhunderts vorausgesagt wird, auf Umwelt und Gesellschaft haben wird und wie die Gesellschaft dem begegnen kann (Fischer/Stein 1991; BMFT 1992). Diese Fragen entsprechen denjenigen der Climate Impact Assessments und Vulnerabilitätsuntersuchungen, die im internationalen Rahmen, insbesondere im Umkreis des IPCC, durchgeführt werden (z.B. McTegart et al. 1990; IPCC 1996). Wir wollen der Einfachheit halber auch die Forschung im internationalen Rahmen als Klimawirkungsforschung bezeichnen.

Wie oben angekündigt, soll im folgenden die Klimawirkungsforschung, national und international, unter dem Gesichtspunkt ihrer möglichen Öffnung gegenüber dem kommunikativen Wissenschaftsmodell betrachtet werden. Dabei lohnt es sich, einen Blick auf die Klimageographie (engl.: geography of climate) zu werfen. Dieses Fach ist mit seinen zahlreichen anwendungsorientierten Spezialrichtungen wie Agrarklimatologie, Geländeklimatologie, Stadtklimatologie, Ökoklimatologie und Bioklimatologie für die Klimawirkungsforschung einschlägig. Für unsere Fragestellung ist es auch insofern interessant, als die Geographie häufig als eine Brücke zwischen den Natur- und Sozialwissenschaften angesehen wird (z.B. Bätzing 1991). In ihrem Selbstverständnis als »Länderkunde« sei ihr Gegenstand die Mensch-Natur-Beziehung. (ebd., S. 105).

Diese Brückenfunktion wird auch von angelsächsischen Autoren gesehen, wie z.B. von Warrick und Riebsame, die auf eine Un-

zahl von »Bindestrichgeographien« hinweisen, wie Kultur-, Sozial-, Verhaltensgeographie, historische, marxistische, ökonomische und humanwissenschaftliche Geographie. Darin manifestiert sich in der Sicht der Autoren eine Tradition praktizierter Interdisziplinarität, besonders auch zwischen Natur- und Sozialwissenschaften (1983, S. 53).

Von soziologischer Seite ist es vor allem Anthony Giddens, der eine »Wiedergewinnung von Raum und Zeit für die Sozialtheorie« anstrebt und dabei auf die Beziehungen der Soziologie nicht nur zu den Geschichtswissenschaften, sondern auch zur Geographie hinweist (Giddens 1992, S. 421ff.).

Für die Einschätzung der Klimawirkungsforschung ist es daher aufschlußreich, das Verhältnis der naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Einflüsse in der Klimageographie zu beobachten. Seit den 60er Jahren ist sie in ihrem Eigenverständnis als länderkundliche Forschung gegenüber der als »modern« bezeichneten meteorologischen Klimatologie mit ihren physikalisch-exakten Arbeitsweisen und numerisch-analytischen, modellorientierten Ansätzen ins Hintertreffen geraten. Einhellig werde beklagt (Eriksen 1985, S. 2), daß sie in traditionellen Fragestellungen und Arbeitsweisen verharre und Gefahr laufe, die Wissenschaftlichkeit zu verlieren oder zumindest in eine zweitklassige Wissenschaftlichkeit abzugleiten. Noch 1940 konnte H. Lautensach die Klimakunde als die Wissenschaft vom individuellen Charakter der einzelnen Land- und Meeresräume charakterisieren. Nur das, was zum »Wesen des Landes« gehöre, sei dabei geographisch (ebd., S. 19ff.). Aber auf dem Kieler Geographentag von 1969 wurde die Zusammenschau von »Physischer und Kulturgeographie« als unwissenschaftlich abgelehnt und die Trennung in eine geowissenschaftliche und eine sozialwissenschaftliche Disziplin angestrebt (Bätzing 1991, S. 105).

Ganz im Trend der »Wissenschaftlichkeit« lagen dagegen die Meteorologie und die theoretische Klimatologie, die seit den 60er Jahren mit der Entwicklung des Computers international ihren Aufschwung genommen haben. Ihr Programm ist es, aus den klassischen Grundgesetzen der Physik Gleichungen für die Verteilung von Temperatur, Druck und Wind, Bewölkung, Niederschlag und Verdunstung abzuleiten und die Lösungen anhand von Simulationen zu verifizieren (ebd., S. 107). Dieses Programm hat zu der Entwicklung von Modellen des Weltklimas geführt, auf denen im we-

sentlichen die Prognosen einer globalen Erwärmung basieren. Im Mittelpunkt der heutigen Klimadebatte stehen die globalen Zirkulationsmodelle (Global Circulation Models, GCM) in den USA, in Großbritannien und in Deutschland.

Zwischen der geophysikalisch-idealisierten Betrachtungsweise der Meteorologen und der chorologisch-vergleichenden der Geographen habe sich eine Lücke aufgetan (Blüthgen/Weischet 1980, S. 3f.; chorologisch = Raum und Ort betreffend). Der Geographie würden jedoch eigene, nicht ausschließlich physikalisch-kausal fundierte und genetisch orientierte Zielsetzungen bleiben, mit denen diese Lücke gefüllt werden könne (Eriksen 1985, S. 5). Das scheint sich in der neueren Umwelt- und Klimaforschung zu bestätigen. Der chorologisch-vergleichende Ansatz könnte z.B. durch das Thema der »Landnutzung« neuen Auftrieb erfahren, das als »problemorientierte Schnittstelle« zwischen natürlicher und sozialer Umwelt angesehen wird (Bätzing 1991, S. 108; IGBP/HDP Report 1995). Auch der Ländervergleich, der in der Klimawirkungsforschung eine große Rolle spielt (s.u.), wird stärker auf die individuellen örtlichen Gegebenheiten eingehen müssen.

Methodisch setzt sich aber vorläufig auch in der Geographie ein Trend zur computergestützten Simulation durch, obwohl die Voraussetzungen für eine abstrahierende Modellierung nicht in dem Maße gegeben sind wie in der Klimatologie. Man kann kaum auf physikalische Gesetze zurückgreifen, und die Heterogenität örtlicher Verhältnisse läßt generalisierende Aussagen, etwa über den Zusammenhang zwischen Witterung und Ernteerträgen, nur bedingt tauglich erscheinen, das »Wesen eines Landes« zu beschreiben.

Der Trend setzte sich zunächst auch in der Klimawirkungsforschung fort und ist dort auch heute noch wirksam. Schon bevor sich die öffentliche Klimadebatte in den 80er Jahren intensiviert, hat sich die Forschung in Form von Climate-Impact-Studien mit dem Thema eines möglichen Klimawandels und seiner Auswirkungen auf die Gesellschaft beschäftigt. Es sind vor allem Länder wie die USA, Kanada, Holland und Rußland, in denen klimatisch bedingte und daher wiederkehrende Naturkatastrophen ein traditionelles Problem darstellen und die über die wissenschaftliche Infrastruktur verfügen, um eine Forschungstradition der angewandten Klimageographie mit der Zielrichtung einer antizipativen Schadensbewältigung zu begründen. Diese Voraussetzungen spie-

len heute in der internationalen Klimawandeldebatte eine wichtige Rolle, indem es Wissenschaftler, wissenschaftliche Einrichtungen und staatliche Behörden gerade dieser Nationen sind, die sich in der Klimawirkungsforschung konzeptionell und beratend bei der Durchführung von Climate Impact Assessments und Vulnerabilitätsstudien engagieren. (Als Beispiel: U.S. Country Studies Program 1994, s.u.). Es ist dies ein Faktor neben anderen, der dazu beiträgt, daß die wissenschaftliche Initiative nicht bei den ärmeren Ländern liegt, obwohl diese von den erwarteten Klimafolgen zum Teil besonders betroffen wären.

Wie sich die Konzeption der Klimawirkungsforschung noch Anfang der 80er Jahre darstellte, kann anhand des folgenden Fragenkatalogs veranschaulicht werden. Er begründet ein umfassendes Programm möglicher Forschungen, das die Ergebnisse und Ansätze der Klimageographie nutzbar zu machen versucht:

- »(1) What are the relationships between *climate variations and sectors of the society*?
- (2) What are the characteristics of society that determine differential *vulnerability* to climatic change?
- (3) What are the *pathways* and *linkages* within social systems through which the effects of climatic variations are transmitted?
- (4) What is the *level and distribution of total effects* arising from climatic change?
- (5) What is the range of *mechanisms* by which societies adjust to climatic variations? And what are their costs and effects?
- (6) How is information (scientific or otherwise) on climate change and its effects *perceived, interpreted, valued, and channelled* into strategy formulation?
- (7) What are the *conditions of choice* which guide societal response to climatic change?
- (8) What are the *dynamic feedback effects* to nature, society, and subsequent response?«

(Warrick/Riebsame 1983, S. S.24, Hervorhebungen im Original).

Die Intention einer »problemorientierten Forschung« ist unverkennbar. Die Fragen sind an den Vorsorgeinteressen und Planungsbedürfnissen von Politik und Administration ausgerichtet. Ihre wissenschaftliche Beantwortung wäre eine solide Basis für die

Strategiediskussion, wenn sich diese Fragen in der Weise beantworten ließen, wie sie gestellt werden.

So, wie der Fragenkatalog formuliert ist, suggeriert er jedoch einen Determinismus, der der Problematik nicht angemessen ist – auch, wenn dies offensichtlich nicht die Absicht der Autoren war. Er entspricht einem Problemverständnis, wonach die gesellschaftlichen Klimawirkungen anhand von Zusammenhängen erklärt werden können, die orts- und zeitunabhängig gültig sind. Je mehr sich die Forschung auf die regionalen Unterschiede einläßt und je deutlicher der Zukunftsbezug zutage tritt, desto weniger vermag ein solches deterministisches Verständnis zu überzeugen.

Das Klima gehört ebenso zu den Umweltbedingungen einer Gesellschaft wie z.B. die geographische Lage oder die Landschaft, die sich in vielfältiger Form in den historisch entstandenen gesellschaftlichen Verhältnissen widerspiegeln können. Man kann in den Wirtschaftsformen, Wohn- und Lebensverhältnissen, in den Sitten und im Brauchtum die Einflüsse des Klimas entdecken, vor allem, wenn man Gesellschaften unterschiedlicher Klimazonen vergleicht (Hoheisel 1994). Aber selbst bei einander ähnlichen Klimazonen sind die Formen der gesellschaftlichen Anpassung äußerst vielfältig. Es wäre daher falsch anzunehmen, daß das Klima die ausschlaggebende Erklärungsvariable für gesellschaftliche Strukturen ist.

Solche Vorstellungen sind aber sehr verbreitet. So datiert in Europa die häufig wiederholte Anschauung bis in die Antike zurück, daß gemäßigte Klimazonen kulturell überlegen seien. Warrick und Riebsame konstatieren in der heutigen CO<sub>2</sub>-Debatte ein Wiederaufleben solcher vereinfachenden Vorstellungen über den Zusammenhang von Gesellschaft und Klima und sprechen von einem »neo-environmental determinism« (Warrick/Riebsame 1983, S. 20f.).

Ein weiterer Gesichtspunkt ist der »Konstrukt«-Charakter von Begriffen wie »Klima«, »Klimaänderung« und »Klimasensibilität«, womit gemeint ist, daß es sich um mehr oder weniger kontingente Deutungen handelt. Von »Klimawirkungen« zu sprechen, hat daher i.a. keinen Sinn, wenn von der jeweiligen gesellschaftlichen und historischen Situation abstrahiert wird. Was als Klimawirkung empfunden wird, in welchem Umfang diese als schädlich oder als positiv bewertet wird, auf welche Weise man sich als Individuum oder als Kollektiv dagegen wappnet, all das entsteht erst



in der gesellschaftlichen Kommunikation. Klimaveränderungen werden angekündigt, beobachtet, gedeutet und bewertet. Schon die Klimaänderung selbst ist kein einmaliges, eindeutig zu beobachtendes Ereignis, sondern setzt sich aus einer langen Reihe von Ereignissen zusammen, die sich erst allmählich zu der Gewißheit verdichten, daß es sich um eine dauerhafte Veränderung handelt. Während dieser Zeit wird darüber kommuniziert, und im Zuge dieser Kommunikation verändert sich die Wahrnehmung und Interpretation. Es können während dieser Zeit gesellschaftliche Entwicklungen stattfinden, teils in unmittelbarer Reaktion, teils anhand von Vorgängen, die mit dem Klimawandel gar nichts zu tun haben, die dessen Wirkung u.U. aber verstärken oder abschwächen.

Der oben zitierte Fragenkatalog kann daher leicht mißverstanden werden, wenn von »den« Relationen zwischen Klimaänderungen und gesellschaftlichen Sektoren gesprochen wird, weil es sie in dieser Eindeutigkeit gar nicht gibt. Selbst wenn man bestimmte kausale »pathways« und »linkages« von Klimaeffekten in der amerikanischen Gesellschaft der 90er Jahre rekonstruieren kann, gibt es darüber keine Gesetzaussagen, die in gleicher Weise für die indische Gesellschaft oder für irgendeine Gesellschaft in 100 Jahren gültig sind. Die Beantwortung und, genau genommen, schon die Formulierung der meisten Fragestellungen sind in erheblichem Maße von den jeweils herrschenden »Deutungssystemen« abhängig, und diese verändern sich permanent.

Die damit gegebenen Unsicherheiten sind in der klimageographischen Forschungstradition i.a. nicht so drängend wie in der Klimawirkungsforschung. Die heutige Forschung zur Frage eines möglichen Klimawandels ist mit Problemen konfrontiert, durch die die Unsicherheit von Tatsachenaussagen zum dominierenden Merkmal der Forschung wird:

- Während die angewandte Klimatologie i.a. von bekannten Klimabedingungen ausgehen kann oder von bestimmten erwarteten Extremereignissen, gibt es wenig konkrete Angaben darüber, was in den einzelnen Regionen infolge einer globalen Erwärmung klimatisch geschehen wird. Wie weit solche Unsicherheiten durch weitere Forschung beseitigt werden können, ist zumindest eine offene Frage. Es existiert jedenfalls auch die Ansicht, daß diese Unsicherheit prinzipieller Natur ist. Sogar

die Vorgaben der Klimatologen über den globalen Klimawandel sind umstritten.

- Die Fragen der traditionellen Forschung betreffen Klimawirkungen in der gegenwärtigen Gesellschaft, in der die jeweilige Forschung meistens selbst beheimatet ist. Jetzt aber geht es um Gesellschaften in den verschiedenen Weltregionen, und zwar nicht um die gegenwärtigen Gesellschaften, sondern um diejenigen in der zweiten Hälfte des nächsten Jahrhunderts. Eine Prognose der gesellschaftlichen Entwicklung über diesen Zeitraum in den für die Klimawirkungsforschung erforderlichen Details ist kaum möglich.
- Die traditionelle Forschung hat ihre Wurzeln im akademischen Forschungsbetrieb, zu dessen Grundsätzen die Abkopplung von externen Einflüssen gehört. Die Forschung im Rahmen der Klimawandelthese findet in einem stark politisierten Kontext statt, derzeit vor allem auf internationaler Ebene, künftig aber bei einer möglichen Intensivierung der Diskussion auch auf innenpolitischer und kommunaler Ebene. Die Politisierung erzeugt einen Nachfragedruck auf die Wissenschaft, die damit in ein Dilemma gerät, weil sie die inhärenten Unsicherheiten nicht beseitigen kann, jedenfalls nicht in der Zeit, in der eine wissenschaftliche Politikberatung für die internationale Klimadebatte zur Verfügung stehen soll.

Diese Unsicherheiten der Klimawirkungsforschung sind fundamental und unausweichlich. Sie eröffnen Spielräume für konkurrierende Deutungen, die sich nur sehr schwer mit den traditionellen Mitteln des Wissenschaftssystems in allgemein akzeptierten Lehrmeinungen bündeln lassen. Zwar ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß sich das »framing« des wissenschaftlichen Diskurses in die herrschenden Machtstrukturen einfügt, so daß der Diskurs in politischer Regie zu einem Abschluß kommt. Das würde aber die Akzeptanz innerhalb der wissenschaftlichen Community gefährden und wahrscheinlich zu einer Wiederaufnahme des Diskurses führen. Der Ausgang ist also auch auf diesem Wege ungewiß. Solange die politischen Verhandlungen im Rahmen der Vereinten Nationen unter dem (zumindest symbolischen) Anspruch von Demokratie und Gerechtigkeit geführt werden, ist es wahrscheinlicher, daß die wissenschaftliche Tätigkeit früher oder später in die Untersuchung von Verständigungspotentialen einmündet, anstatt umstrittene Tatsachenaussagen zu produzieren.

Damit rücken die kulturellen und geographischen Eigenheiten in den verschiedenen Weltregionen stärker in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses, und es wird abzuwarten sein, in welchem Umfang Modelle und Simulationen geeignet sind, die unterschiedlichen Deutungen eines Klimawandels und seiner Folgen in einem einheitlichen Rahmen einzufangen. Der Ansatz einer verständigungsorientierten Sozialwissenschaft, konkurrierende »Deutungssysteme« in ihrer Eigenberechtigung wahrzunehmen und der wissenschaftlichen Reflexion zugrunde zu legen, kann hier als ein alternatives Angebot geltend gemacht werden.

#### 4. Das Vordringen des kommunikativen Modells und seine szientistischen Verkürzungen

Mit zunehmender Intensivierung der Klimadebatte Ende der 80er Jahre wurden von nationalen und internationalen Organisationen zahlreiche Climate-Impact- und Vulnerabilitätsstudien durchgeführt. Vor allem die Studien, die im Umfeld der UN-Klimakonvention und vom IPCC initiiert werden, lassen den aktuellen politischen Kontext dieser Forschung erkennen. In diesem Kontext entstehen jene Formen der Klimawirkungsforschung, die für eine sozialwissenschaftlichen Konzeption von Interesse sind. Sie stellen Reaktionen auf die im vorigen Abschnitt genannten Unsicherheiten dar, die in der traditionellen Forschung nicht mit dieser Deutlichkeit zutage traten und sich erst jetzt unter dem Einfluß der Klimadebatte aktualisieren.

Schon 1988, mit der Gründung der Working Group I des IPCC, deren Aufgabe die Beurteilung der relevanten wissenschaftlichen Informationen ist, wurde explizit ausgesprochen, daß das fehlende Wissen durch einen Konsens der Wissenschaftler über das Nichtwissen ersetzt werden muß: »We must arrive at a general consensus, especially on assessing the uncertainty« (MacKenzie 1988, S. 25, zit.nach Shackley 1996, S. 2). Damit begann ein wissenschaftlicher Diskurs, wie er im szientistischen Wissenschaftsbetrieb nicht vorgesehen ist. Der herkömmliche Prozeß wissenschaftlicher Erkenntnis wird durch ein formales Verständigungsverfahren ergänzt.

Dessen Funktion ist die Sichtung und Interpretation des Forschungsstandes in verschiedenen Wissenschaftsgebieten und seine Vermittlung an die Politik. Da auch Forschungsfragen generiert und Forschungsprojekte initiiert werden, nimmt das IPCC ähnlich wie die nationale und internationale Forschungsförderung gleichzeitig Funktionen der Steuerung von Forschung wahr. Auf diese Weise findet das kommunikative Moment, das im IPCC per Konstruktion angelegt ist, Eingang in den szientistischen Forschungsbetrieb.

Auf welche Weise sich damit ein Einfallstor für kommunikative Geltungsansprüche öffnet, läßt sich anhand des folgenden Vorgangs illustrieren: 1993, d.h. aufgrund dreijähriger Erfahrung, wurden die Working Groups II (Impact Assessments) und III (Response Strategies) des IPCC zusammengeschlossen, »um eine stärkere Integration der Impact-Analysen, der Abwehrmaßnahmen und der Anpassungsstrategien zu erreichen« (Bolin 1994, S. 28). Die Erfahrung, daß eine arbeitsteilige Behandlung der Themen nicht opportun ist, ist eine Folge davon, daß die Untersuchungen auf Dauer nicht als die Erforschung von objektiven Fakten dargestellt werden können. Die Indeterminiertheit der »Impacts« führt zu Deutungsspielräumen, die in der Strategiediskussion politisch instrumentalisiert werden können. Das läßt sich verfahrensmäßig nicht ausschließen, weil immer zumindest der Verdacht der Manipulation bleibt. Für das Ziel der IPCC-Verfahren, Konsens zu schaffen, hat es sich daher als kontraproduktiv erwiesen, Impact Assessments und Strategiediskussion getrennt zu verhandeln.

War schon das IPCC selbst als kommunikative Einrichtung ein Novum, so folgte jetzt also ein weiterer Schritt in diese Richtung, indem das dezisionistische Modell, das das »technische« Zusammenfügen arbeitsteilig erstellter Tatsachenaussagen postuliert, wenigstens an dieser Stelle durch weitere Kommunikationsmöglichkeiten korrigiert werden mußte.

Aber nicht nur die Erfahrungen als Schnittstelle zwischen Politik und verschiedenen Wissensgebieten machen sich geltend, sondern auch die Notwendigkeit, die Forschung der Internationalität der Problemstellungen zu öffnen. Der wesentliche Handlungsimpuls ist hier, ähnlich wie in der naturwissenschaftlichen Global-Change-Forschung, die Organisation von internationalen Forschungsverbänden. Es ist ein Kennzeichen der internationalen Klimawirkungsforschung, in länderübergreifenden Forschungs-

programmen und mit dem Entwurf von Verfahrensbaukästen eine Vereinheitlichung der Fragestellungen und Methoden und eine internationale Koordination von Forschungsprojekten anzustreben.

So wurden 1993 auf der World Coast Conference in den Niederlanden für 46 Küstenländer, die von einem Anstieg des Meeresspiegels betroffen wären, Vulnerabilitätsstudien vorgestellt (World Coast Conference 1994), die alle die »Common Methodology« des IPCC verwenden (IPCC CZMS 1991). Dieses Verfahren besteht aus einer Abfolge von 7 Schritten, die allerdings nicht strikt eingehalten zu werden braucht. Von den 46 Untersuchungen wurden nur in zwei Fällen alle 7 Schritte ausgeführt. Schritt 3 besteht darin, die wichtigsten gesellschaftlichen Entwicklungsfaktoren der nächsten 30 Jahre zu benennen und ihren Einfluß relativ zu den Wirkungen eines Anstiegs des Meeresspiegels abzuschätzen. Von den 46 Studien haben nur 8 diesen Schritt ausgeführt, was für die Schwierigkeit gesellschaftlicher Prognosen typisch sein dürfte. Das bleibt nicht unbeachtet: Der Bericht geht davon aus, daß bei einer genaueren Kenntnis der gesellschaftlichen Entwicklungsfaktoren die Abschätzung der Auswirkungen eines Meeresspiegelanstiegs niedriger ausfallen würde. Man vermutet also, daß der Verzicht auf soziale Prognosen sich als eine Art »worst case«-Ansatz rechtfertigen läßt.

Auch generell wird weniger der Prognoseanspruch betont als die Zielsetzung, die Diskussion in größere zeitliche und räumliche Zusammenhänge zu stellen und sie dadurch im Sinne des »sustainable development« zu verbessern. Dafür sei allerdings der Zusammenhang zwischen der »Common Methodology« und dem politischen Entscheidungsprozeß noch zu wenig durchdacht. Hier liege eine Aufgabe für die sozialwissenschaftliche Forschung (ebd., Appendix 1).

Wir wollen zur Veranschaulichung der Ansätze und Methoden auf ein weiteres Beispiel, das »U.S. Country Studies Program«, etwas näher eingehen (1994). Diese Loseblattsammlung ist eine detaillierte Anleitung für die Durchführung von Vulnerabilitätsstudien, die den Unterzeichnerstaaten der Klimarahmenkonvention oder anderen interessierten Ländern zur Verfügung gestellt wird. Das mit 25 Mio. US-\$ ausgestattete Programm war 1993 von der amerikanischen Regierung zur Unterstützung von Entwicklungs- und Schwellenländern aufgelegt worden, die der Klimarahmenkonvention beitreten und dieser Konvention entsprechend eigene

Untersuchungen durchführen wollen. Das Programm wird auch vom IPCC unterstützt. Bis Ende 1994 wurden entsprechende Studien in 26 Ländern durchgeführt. Eine weitere Runde mit 28 Ländern schloß sich Ende 1994 an.

Die Durchführung des Programms steht in der Regie eines »Country Studies Management Teams« aus Angehörigen von einschlägigen U.S.-Bundesbehörden und U.S.-Forschungseinrichtungen und besteht darin, die Eigeninitiative der jeweiligen Staaten durch Informationsmaterial, Workshops und Methodentraining zu unterstützen. Das Programm gliedert sich in folgende Verfahrensschritte:

1. In dem »Scoping«-Prozeß verschafft man sich unter anderem einen Überblick über die Ziele des Assessments, über die zu untersuchenden Sektoren, die in dem jeweiligen Land als sensibel anzusehen sind (z.B. Agrarwirtschaft, Viehhaltung und Weidewirtschaft, Forsten, Wasserhaushalt, Küste, Fischerei, Schifffahrt), über den Bedarf und die Verfügbarkeit von Daten (z.B. über Bodenstrukturen, historische Wetterstatistiken, Pflanzenpopulationen usw.) und über den politischen Kontext der Studie, damit die Untersuchungsergebnisse nicht die aktuellen Entscheidungs- und Konfliktstrukturen verfehlen.
2. Es werden sogenannte »Baseline Scenarios« (Zukunftsszenarien ohne Klimawandel) erstellt, die von den »Climate Change Scenarios« (s.u.) unterschieden werden. Baseline Scenarios beschreiben hypothetisch die Verhältnisse bei konstant bleibendem Klima für das Jahr 2075. (Das ist der Zeitpunkt, für den eine Verdopplung des CO<sub>2</sub>-Äquivalents in der Atmosphäre bei unveränderter Emission prognostiziert wird. Es werden aber auch kurz- und längerfristige Szenarios untersucht).
  - Baseline Scenarios umfassen das Klimaszenario, das sozioökonomische Szenario, das Umweltszenario und das Institutionen-Szenario. Das Klimaszenario wird durch die Klimadaten der Region in den vergangenen 30 Jahre beschrieben, die (als Baseline Szenario!) ohne Veränderung als weiterhin gültig angenommen werden. Eventuelle Datenlücken können durch einen sogenannten Wettergenerator ergänzt werden.
  - Das sozioökonomische Szenario beschreibt die geschätzten Bevölkerungszahlen und das (Pro-Kopf-) Einkommen. Das

Umweltszenario betrifft Annahmen bzw. Abschätzungen über den Grad der Luft- und Wasserverschmutzung, die Bodennutzung, den Grad der Desertifikation und andere ökologische Faktoren, wie Artensterben und Überfischung.

- Das Institutionen-Szenario des Jahres 2075 wird durch die heute bestehenden Institutionen und Gesetze beschrieben, ein schlechter Notbehelf, wie betont wird, bedingt durch die Nichtprognostizierbarkeit institutioneller Veränderungen.
3. Climate Change Scenarios beschreiben die zeitliche und räumliche Verteilung einer Reihe von regionalen meteorologischen Daten, wie Temperatur, Niederschläge, Sonneneinstrahlung, Luftfeuchtigkeit und Wind, die für ein Vulnerabilitätsassessment als erforderlich angesehen werden. Es wird explizit betont, daß sie nicht als Voraussagen zu verstehen sind, sondern als Möglichkeit, unterschiedliche klimatische Bedingungen in den Simulationsmodellen durchzuspielen. Dafür stehen in Datenbanken die anhand der bekannten Klimamodelle (GCM) prognostizierten Klimaparameter aller auf der Erdoberfläche verteilten Gitterzellen von ungefähr 500 mal 500 km zur Verfügung, und zwar für den Fall eines gleichbleibenden CO<sub>2</sub>-Äquivalents (1XCO<sub>2</sub>), des doppelten Äquivalents (2XCO<sub>2</sub>) und die Daten aus den Simulationen des kontinuierlichen Klimawandels in Dekadenschritten. Daneben werden aber auch, wegen des Fehlens einer validen Regionalisierung der Klimaprognosen, Szenarien mit »inkrementalen« Veränderungen der mittleren Temperaturen und Niederschläge empfohlen. Als dritte Möglichkeit für die Schätzung des regionalen Klimawandels werden historische Beschreibungen von Wärmeperioden in der Region genannt, sofern es etwas derartiges gibt.
  4. Auf der Grundlage der Szenarien wird die Verwundbarkeit abgeschätzt, indem biophysikalische Wirkungen des Klimawandels auf die als sensibel angesehenen Sektoren berechnet werden, und zwar einmal ohne die Voraussetzung und dann im Vergleich dazu mit der Voraussetzung von technischen Anpassungsmaßnahmen, die in der Region als durchführbar erscheinen. Das geschieht durch die Verwendung von Simulationsmodellen, z.B. Ernteertragsmodellen und Modellen der Weide-, Vieh- und Forstwirtschaft. Derartige Modelle oder Modellbaukästen resultieren zum Teil aus den Forschungstraditionen der

(amerikanischen) Klimageographie. Sie müssen mit einem gewissen wissenschaftlichen Aufwand erst an die regionalen Gegebenheiten angepaßt werden, wofür von dem Studies Program Team Trainingskurse und Computerprogramme angeboten werden.

5. Das Resultat der Untersuchung besteht in dem Versuch einer sektorenübergreifenden Integration der in den Simulationen identifizierten Impacts. Landverluste in den Küstengebieten, Veränderungen in den Ernteerträgen, Veränderungen der Wasserqualität und Wasserverfügbarkeit usw. sollen in ihren Wechselbeziehungen zueinander beschrieben werden, und es soll ihre Bewertung unter einheitlichen ökonomischen, sozialen und institutionellen Gesichtspunkten vorgenommen werden.

Betrachtet man das Beispiel unter dem Gesichtspunkt des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns (im szientistischen Sinn), so bemerkt man eine Reihe von bemerkenswerten Unzulänglichkeiten und Widersprüchen:

- (1) Zumindest die nicht-naturwissenschaftlichen Szenarien und Modelle sind extrem einfach und arbeiten bewußt mit Verkürzungen. Die Studie erwähnt wiederholt, mit welchen Unzulänglichkeiten die Daten und Simulationsergebnisse behaftet seien.
- (2) Daraus folgen jedoch keine größeren Anstrengungen, die Validität der Verfahrensschritte zu diskutieren. Dem Leser drängt sich der starke Verdacht auf, daß die jeweilige fachwissenschaftliche Prüfung deutlich machen würde, wie sich hier eine gewagte Annahme auf die andere türmt und daß die Diskussion etwa der Fehlerfortpflanzung von vornherein als aussichtslos beiseite gelassen wird. In der Tat gibt es Wissenschaftler, für die es eine offene Frage bleibt, ob robuste regionale Szenarios für die Verwendung in Impact-Studien überhaupt möglich sind (Shackley/Wynne 1995, S. 116).
- (3) Die Unmöglichkeit von Prognosen wird als gegeben hingenommen. Dagegen wird ein Sinn darin gesehen, daß alternative Entwicklungsverläufe »durchgespielt« werden.

Im Widerspruch zu diesem auffallenden Verzicht auf szientistische Standards besteht im Selbstverständnis der Autoren ein hoher wissenschaftlicher Anspruch, den sie auch ihren Adressaten unter-



Umweltszenario betrifft Annahmen bzw. Abschätzungen über den Grad der Luft- und Wasserverschmutzung, die Bodennutzung, den Grad der Desertifikation und andere ökologische Faktoren, wie Artensterben und Überfischung.

- Das Institutionen-Szenario des Jahres 2075 wird durch die heute bestehenden Institutionen und Gesetze beschrieben, ein schlechter Notbehelf, wie betont wird, bedingt durch die Nichtprognostizierbarkeit institutioneller Veränderungen.
3. Climate Change Scenarios beschreiben die zeitliche und räumliche Verteilung einer Reihe von regionalen meteorologischen Daten, wie Temperatur, Niederschläge, Sonneneinstrahlung, Luftfeuchtigkeit und Wind, die für ein Vulnerabilitätsassessment als erforderlich angesehen werden. Es wird explizit betont, daß sie nicht als Voraussagen zu verstehen sind, sondern als Möglichkeit, unterschiedliche klimatische Bedingungen in den Simulationsmodellen durchzuspielen. Dafür stehen in Datenbanken die anhand der bekannten Klimamodelle (GCM) prognostizierten Klimaparameter aller auf der Erdoberfläche verteilten Gitterzellen von ungefähr 500 mal 500 km zur Verfügung, und zwar für den Fall eines gleichbleibenden CO<sub>2</sub>-Äquivalents (1XCO<sub>2</sub>), des doppelten Äquivalents (2XCO<sub>2</sub>) und die Daten aus den Simulationen des kontinuierlichen Klimawandels in Dekadenschritten. Daneben werden aber auch, wegen des Fehlens einer validen Regionalisierung der Klimaprognosen, Szenarien mit »inkrementalen« Veränderungen der mittleren Temperaturen und Niederschläge empfohlen. Als dritte Möglichkeit für die Schätzung des regionalen Klimawandels werden historische Beschreibungen von Wärmeperioden in der Region genannt, sofern es etwas derartiges gibt.
  4. Auf der Grundlage der Szenarien wird die Verwundbarkeit abgeschätzt, indem biophysikalische Wirkungen des Klimawandels auf die als sensibel angesehenen Sektoren berechnet werden, und zwar einmal ohne die Voraussetzung und dann im Vergleich dazu mit der Voraussetzung von technischen Anpassungsmaßnahmen, die in der Region als durchführbar erscheinen. Das geschieht durch die Verwendung von Simulationsmodellen, z.B. Ernteertragsmodellen und Modellen der Weide-, Vieh- und Forstwirtschaft. Derartige Modelle oder Modellbaukästen resultieren zum Teil aus den Forschungstraditionen der

(amerikanischen) Klimageographie. Sie müssen mit einem gewissen wissenschaftlichen Aufwand erst an die regionalen Gegebenheiten angepaßt werden, wofür von dem Studies Program Team Trainingskurse und Computerprogramme angeboten werden.

5. Das Resultat der Untersuchung besteht in dem Versuch einer sektorenübergreifenden Integration der in den Simulationen identifizierten Impacts. Landverluste in den Küstengebieten, Veränderungen in den Ernteerträgen, Veränderungen der Wasserqualität und Wasserverfügbarkeit usw. sollen in ihren Wechselbeziehungen zueinander beschrieben werden, und es soll ihre Bewertung unter einheitlichen ökonomischen, sozialen und institutionellen Gesichtspunkten vorgenommen werden.

Betrachtet man das Beispiel unter dem Gesichtspunkt des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns (im szientistischen Sinn), so bemerkt man eine Reihe von bemerkenswerten Unzulänglichkeiten und Widersprüchen:

- (1) Zumindest die nicht-naturwissenschaftlichen Szenarien und Modelle sind extrem einfach und arbeiten bewußt mit Verkürzungen. Die Studie erwähnt wiederholt, mit welchen Unzulänglichkeiten die Daten und Simulationsergebnisse behaftet seien.
- (2) Daraus folgen jedoch keine größeren Anstrengungen, die Validität der Verfahrensschritte zu diskutieren. Dem Leser drängt sich der starke Verdacht auf, daß die jeweilige fachwissenschaftliche Prüfung deutlich machen würde, wie sich hier eine gewagte Annahme auf die andere türmt und daß die Diskussion etwa der Fehlerfortpflanzung von vornherein als aussichtslos beiseite gelassen wird. In der Tat gibt es Wissenschaftler, für die es eine offene Frage bleibt, ob robuste regionale Szenarios für die Verwendung in Impact-Studien überhaupt möglich sind (Shackley/Wynne 1995, S. 116).
- (3) Die Unmöglichkeit von Prognosen wird als gegeben hingenommen. Dagegen wird ein Sinn darin gesehen, daß alternative Entwicklungsverläufe »durchgespielt« werden.

Im Widerspruch zu diesem auffallenden Verzicht auf szientistische Standards besteht im Selbstverständnis der Autoren ein hoher wissenschaftlicher Anspruch, den sie auch ihren Adressaten unter-

stellen. Die wissenschaftliche Reputation der involvierten Wissenschaftler und ihrer Institutionen steht offenbar außer Frage und wird als eine notwendige Voraussetzung dieser Forschung gefordert (Bolin 1994, S. 27).

Die Simplizität der Szenarien und Modelle, der Verzicht auf Prognose, der Widerspruch zwischen wissenschaftlichem Anspruch und offenkundiger Vernachlässigung traditioneller Wissenschaftsstandards finden ihre Erklärung, wenn man die von Bolin angesprochene Aufgabe der Forschung zugrunde legt, nämlich die Erforschung der Möglichkeiten kollektiven Handelns trotz inhärenter Unsicherheit: »The key question remains: How to recognize the inherent uncertainty of the climate change issue, but still address key issues of mitigation of and adaptation to a likely change of climate in the future?« (ebd., S 29).

Das ist keine wissenschaftliche Aufgabenstellung im szientistischen Sinn. Man beugt sich aber dem Handlungsdruck und verzichtet (zunächst?) auf die Einhaltung von Wissenschaftsnormen. Im übrigen wird die Bewältigung der Aufgabenstellung jedoch durchaus in Übereinstimmung mit der Tradition der »sciences« angegangen. Der rationale Gehalt der Programme und Baukastensysteme der Vulnerabilitätsforschung ist zweifellos darin zu sehen, daß ein konsistentes, global anwendbares Gebäude aus Wissen und Nichtwissen zusammengestellt wird. Es soll, so kann man es interpretieren, ein Gesamtbild der Klimaproblematik ergeben,

- in das sich die wichtigen aktuellen Issues in kommunizierbarer Weise einordnen lassen
- innerhalb dessen Forschungsfragen formuliert und neue wissenschaftliche Ergebnisse berücksichtigt werden können
- anhand dessen Handlungskonzepte auf einem Niveau diskutiert werden können, das dem der Klimadebatte entspricht (z.B.im Sinne von »sustainability«, womit zumindest die Berücksichtigung größerer zeitlicher und sachlicher Zusammenhänge gemeint ist).

Es wird also ein Rahmen konstituiert, der in koordinierten Forschungsanstrengungen zunehmend durch neue Ergebnisse auszufüllen ist. Man kann dies in Analogie zur Organisation internationaler Forschungsverbände der naturwissenschaftlichen Umwelt- und Klimaforschung sehen. Die Stärken des Programms liegen denn auch eindeutig auf der organisatorischen Ebene. So sind die

umfangreichen weltweit anwendbaren Klimadaten- und Prognose-sätze in elektronischen Datenbanken on line oder auf CD-ROM abrufbar. Ein durchgängiges Prinzip ist ferner die Verwendung und Verknüpfung von Daten, Annahmen, Modellen und Methoden, die in einschlägigen internationalen oder nationalen, staatlichen und wissenschaftlichen Einrichtungen bereits akzeptiert und verwendet werden. Oft sind es Szenarien des IPCC, die ihrerseits wieder auf Vorarbeiten der U.S.EPA, der Weltbank (Bevölkerungszahlen und BSP) und der FAO basieren. Dies und die beträchtlichen Teilnehmerzahlen sowie die Verankerung in hochkarätigen amerikanischen und internationalen Gremien sind alles Faktoren, die sich als Vehikel zur Förderung von Akzeptanz und Durchführbarkeit verstehen lassen.

Die Analogie zur naturwissenschaftlichen Forschung trägt aber nicht weit. Die Forschungsfragen sind in hohem Maße interpretationsbedürftig. Entsprechend kennzeichnen die in den drei Spiegelstrichen genannten Funktionen das Programm auch eindeutig als einen dem kommunikativen Wissenschaftsmodell folgendes – allerdings in szientistischer Verkürzung: Das darin vorgenommene »framing« wird nicht diskutiert. Die Frage, auf welche Gesichtspunkte es in der Klimadebatte ankommt und auf welche Weise wissenschaftliche Beiträge dafür zu leisten sind, ist nicht Gegenstand der Forschung, sondern wird durch die Art der Verfahren zumindest zum Teil vorentschieden. Die Klimawirkungsforschung öffnet sich zwar mit kommunikativen Ansätzen dem Dialog, versäumt es aber bisher, diesen selbst zum Gegenstand der Forschung zu machen. Stattdessen werden Festlegungen gemacht, deren Zweckmäßigkeit für die Klimadebatte nicht reflektiert wird. So ist z.B. die Einfachheit der Szenarien keineswegs eine Garantie für ihre Allgemeingültigkeit und damit auch nicht für den Konsens.

Stärker z.B. als bei der geophysikalischen Forschung spielt bei den hier angesprochenen sozialen und politischen Themen der Umstand eine Rolle, daß sich das wissenschaftliche Establishment der reichen Länder ein internationales Definitionsmonopol erobert. Im Umkreis des IPCC entsteht ein informelles Zitationskartell, das sich um den Aufbau eines von allen einschlägigen Stellen einheitlich verwendeten Daten-, Hypothesen- und Modellkanons bemüht (Shackley/Wynne 1995, S. 116). Daß damit Ausschließungseffekte vor allem auf die Länder der Dritten Welt verbunden sein könnten

und daß dies vielleicht sogar gewollt ist, ist kritisch angemerkt worden (Agarwal/Narain 1992; Shackley 1996). Den Wissenschaftlern der Dritten Welt wird eine Rolle als »Datensammler« vorgeschrieben (Shackley 1996, S. 10f).

Solche Einwände sind es, die die sozialwissenschaftliche Aufgabe innerhalb einer internationalen Klimawirkungsforschung sichtbar werden lassen. Wenn die oben zitierte, von Bolin formulierte Zielsetzung gemeinsamen Handelns richtig ist, dann ist es wenig sinnvoll, die kulturell bedingten Differenzen in der Wahrnehmung der Klimaproblematik und die inhärenten Konfliktpotentiale von der wissenschaftlichen Reflexion auszuschließen.

## 5. Ansätze zu einer Überwindung der Defizite in sozialwissenschaftlicher Perspektive

Im ersten Abschnitt hatten wir auf die Anforderungen eines wissenschaftlichen Wissenschaftsverständnisses in der Global-Change-Forschung an die Sozialwissenschaften aufmerksam gemacht, das vor allem auf die empirische Überprüfbarkeit von Tatsachenaussagen pocht. Man kann sich nun fragen, ob die Anstrengungen der Global-Change-Forschung in der Klimawirkungsforschung, nämlich die im vorangegangenen Abschnitt geschilderten Ansätze, selber diesen Ansprüchen genügen. Wenn man die großzügige Anhäufung von Annahmen und Vereinfachungen betrachtet, die in die Modelle eingehen, so ist die Frage berechtigt, ob die empirische Verifikation der Simulationsergebnisse überhaupt möglich ist. Eine Rechtfertigung der Modelle könnte das »Durchspielen« mit Hilfe des Computers sein, in der Annahme, daß dabei eventuelle Nichtübereinstimmungen mit der Realität schon herauskommen werden. Das ist aber nicht garantiert, da sich Fehler bekanntlich gegenseitig aufheben können. Es schließt sich die Frage an, was die Simulationen über die Realität aussagen, auch wenn ihre Ergebnisse mit empirischen Beobachtungen übereinstimmen. Diese Frage ergibt sich z.B. dann, wenn alternative Modelle dieselbe Realität beschreiben, d.h. dieselben Outputs liefern. Aufgrund welcher Kriterien findet dann die Modellwahl statt? Das Problem verdeutlicht sich noch, wenn es sich um die Simulation zukünfti-

ger Vorgänge handelt, weil dann die empirische Verifikation, wenn überhaupt, erst dann stattfinden kann, wenn es zu spät ist.

Nun ist die Computersimulation auch außerhalb der Klimawirkungsforschung ein längst eingeführtes und anerkanntes Instrument szientistischer Forschung. Man kann sie z.B. als eine Fortführung der Tradition des »Gedankenexperiments« mit neuen Mitteln verstehen, dessen Funktion es ist, alternative Denkmöglichkeiten auf Inkonsistenzen zu überprüfen. Je komplexer aber die Modelle werden und je weniger theoriegeleitet ihre Konstruktion ist, desto weniger dürfte es gelingen, Inkonsistenzen eindeutig zu lokalisieren. Eine ebenfalls anerkannte und bewährte Anwendung ist der gerade genannte Fall, in dem alternative Modelle dieselbe Realität beschreiben. Es ist mehrfach gelungen, daraus tiefere Einsichten in strukturelle Isomorphien zu gewinnen. Generell kann man sagen, daß die Simulation als heuristisches Instrument auch im szientistischen Wissenschaftsverständnis gerechtfertigt ist. Das bleibt aber an die Forderung gebunden, daß der fiktionale Charakter durch die empirische Bestätigung überwunden werden kann.

Ob diese Voraussetzung im Fall der Modelle der Klimawirkungsforschung gegeben ist, ist sehr zweifelhaft, weil diese Modelle kaum aus wissenschaftlich bewährten Theorien heraus entstehen, sondern eine Ad-hoc-Reaktion sind auf die von außen an die Wissenschaft herangetragenen Anfragen bezüglich komplexer und kontingenter Problemlagen. Die Richtschnur der Modellkonstruktion ist die intuitive Plausibilität unter Ausnutzung der flexiblen Darstellungsmöglichkeiten mit Hilfe des Computers. Das allein dürfte aber den strengen szientistischen Anforderungen nicht genügen.

Wie sich aus den Erläuterungen oben im zweiten Abschnitt ergibt, ist diese Situation aber gar nicht so abwegig, wie es zunächst erscheinen mag. Jener Prozeß der Selbst-»Entzauberung« der Wissenschaft hat ohnehin bereits zum Verlust herkömmlicher Standards der empirischen Wissenschaft geführt, indem die Empirie in ihrer Rolle als Erkenntnisinstanz relativiert worden ist. Das Neuartige der Situation liegt in der Einsicht, daß der Gegenstand der Forschung, sei es die Natur oder die Gesellschaft, aus sich selbst heraus keine eindeutigen Antworten auf die Fragen der Forschung gibt. Das wird jetzt in der Klimawirkungsforschung bestätigt.

Ein möglicher Ausweg aus diesem Dilemma wird von der Wissenschaftsforschung dadurch gewiesen, daß sie den kommunikativen Charakter der Wissenschaft aufzeigt. Empirische Erkenntnis kann als ein ausgefeiltes und durch Traditionen (sowie durch technische Erfolge) sanktioniertes Verfahren gesehen werden, den wissenschaftlichen Diskurs zu einem Abschluß zu bringen. Die »Wissenschaftlichkeit« der Forschung wäre dadurch zurückzuerobert, daß man dem kommunikativen Charakter der Wissenschaft Rechnung trägt und in dem selbstreflexiven Wissensprozeß, der die moderne Gesellschaft kennzeichnet, besondere Kompetenz gewinnt.

In dieser Perspektive stehen die Verfahren und Szenarien der Klimawirkungsforschung als wissenschaftliche Anstrengung vielleicht gar nicht so schlecht da. Wie wir gezeigt haben, organisieren sie einen kommunikativen Prozeß. Eine notwendige Voraussetzung für die »Wissenschaftlichkeit« wäre aber, daß die Wissenschaft ihr Hineingestelltsein in die Konkurrenz alternativer, auch nichtwissenschaftlicher »Deutungssysteme« begreift bzw. anerkennt und zum Gegenstand ihrer Selbstreflexion macht. Das ist der Punkt, an dem eine konstruktive Kritik an der gegenwärtigen Klimawirkungsforschung anzusetzen hat. Die Grundlage dafür ist bereits in einer Reihe von Arbeiten gelegt worden (Elzinga 1993; Bolin 1994; Shackley/Wynne 1995; Shackley/Skodvin 1995; Shackley 1996). Unter dem Gesichtspunkt ihres kommunikativen Charakters und der Selbstreflexion läßt sich der bisherige Gang der Klimawirkungsforschung wie folgt darstellen:

Nachdem die wesentlichen Anstöße zur öffentlichen Thematisierung eines anthropogenen Klimawandels von der Wissenschaft ausgegangen waren, genauer gesagt, von den Klimatologen, wurde die primäre Aufgabe der Wissenschaft darin gesehen, die Unsicherheiten dieser These durch weitere Forschung zu reduzieren und die klimatologischen Aussagen zu präzisieren und auszubauen. In diesem Sinne kann z.B. die Arbeit der Working Group I des IPCC verstanden werden. Dem Modell eines arbeitsteiligen Erkenntnisprozesses entsprechend, wurde es dann als die Aufgabe anderer Wissenschaftsdisziplinen gesehen, auf der Grundlage der klimatologischen Ergebnisse über die Folgen und über Gegenmaßnahmen nachzudenken.

Wir haben bereits erwähnt, daß sich dieser Ansatz im IPCC nicht durchgehend bewährt hat. Die Schlußfolgerungen allerdings, die wir daraus im vorigen Abschnitt gezogen haben, sind keines-

wegs Allgemeingut. So glaubt der Vorsitzende des IPCC, die Integrität der Verhandlungsverfahren durch die Abwehr von Werturteilen verteidigen zu müssen (Bolin 1994, S. 27). Im Hinblick auf die Kontextualität allen Wissens, wie wir im zweiten Abschnitt ausgeführt haben, ist eine solche Aussage nicht haltbar. Die Zusammenführung der Working Groups diente im Gegenteil dazu, dem unvermeidlichen Einfluß von Werturteilen stattzugeben, ihn aber in den Aushandlungsprozessen transparenter zu machen.

Dennoch gilt weitgehend noch das Prinzip der disziplinären Arbeitsteilung. In der Frühphase, d.h. bis etwa 1992, haben sich dabei gewisse hierarchische Strukturen im Verhältnis der Wissenschaftsgebiete zueinander ergeben. Das ist als »Wissenspyramide« beschrieben worden, in der die Klimatologie mit ihren General Circular Models (GCM) an der Spitze steht (Schneider 1983, Shackley/Wynne 1995). In der Mitte der Pyramide befindet sich die Klimawirkungsforschung. Sie benutzt die Simulationsergebnisse der GCM als Input für Klimawandelszenarien und Ernteertragsmodelle usw., die für die Durchführung von Climate Impact Assessments verwendet werden. Die daraus entstehenden Ergebnisse werden wiederum als Input für die Diskussion der Maßnahmen und Strategien an der Basis der Pyramide verwendet. Ein solches arbeitsteiliges Modell zwischen wissenschaftlicher Wissensproduktion und politischer Strategiediskussion ist in allgemeinerem Zusammenhang als »dezisionistisches Modell« beschrieben und kritisiert worden (Habermas 1963).

Hierarchisierungen gibt es aber auch innerhalb der Klimawirkungsforschung, wo die Naturwissenschaften eine stärkere Präsenz haben als die Sozialwissenschaften, und noch einmal innerhalb der sozialwissenschaftlichen Klimawirkungsforschung, wo ökonomische Fragestellungen und Ansätze dominieren.

Diese Beobachtungen dürften typisch dafür sein, daß die Wissenschaft sich in ein komplexes Gebiet mit neuartigen Anforderungen begeben hat, für die die bisherigen Wissenschaftsstrukturen kaum eingerichtet sind. Hierarchisierung ist typischerweise der erste Organisationsimpuls in neuen, komplexen Verhältnissen, der dann erst allmählich in tastenden Versuchen durch effizientere Formen ersetzt wird (Simon 1981, S. 192ff.). Auch im Fall der Klimawirkungsforschung kündigen sich erste Tendenzen zu einem Abbau der hierarchischen Gefälle an, wenn in sogenannten Integrated Assessment Models eine netzwerkartige Verknüpfung



der verschiedenen von der Klimathematik tangierten Wissensgebiete versucht wird (Shackley/Wynne 1995).

Ein Beispiel ist das im vorigen Abschnitt vorgestellte U.S. Country Programme. Es enthält Elemente, in denen die Dominanz einzelner Disziplinen nicht mehr sakrosankt ist, so z.B. in der Empfehlung, unter Umständen die auf den GCM basierenden Simulationen durch historische Studien vergangener Klimaperioden in der jeweiligen Region zu ergänzen oder gar zu ersetzen. Es könnte sein, daß sich hier eine Tendenz zu einer eher gleichberechtigten Partizipation verschiedener Wissensgebiete andeutet.

Man kann nun diese Hierarchisierungen plausibel auf das Unsicherheitsproblem zurückführen. Alle zu beobachtenden Hierarchiegefälle gehen mit dem jeweiligen Unsicherheitsgefälle zwischen den Wissensgebieten parallel, wie es in herkömmlicher Auffassung empfunden wird. So besteht z.B. die Auffassung, daß in der »Wissenspyramide« die Unsicherheiten von oben (den GCM) nach unten »kaskadenartig« zunehmen (Schneider 1983). Entsprechendes gilt für das Gefälle von den »harten« Naturwissenschaften zu den »weichen« Sozialwissenschaften, ebenso, wie die Ökonomie mit ihren quantitativen Ansätzen immer noch als verlässlicher gilt als die meisten sonstigen Sozialwissenschaften.

Diese Einschätzungen sind nicht immer wissenschaftlich begründet, sondern spiegeln zum Teil auch populäre Auffassungen wieder, die im politisch-administrativen Gebrauch von Wissenschaft reproduziert werden. Solche Einschätzungen haben oft ihren Ursprung darin, daß eine gewisse Quantifizierung und Technisierung der Wissensproduktion als Indiz für mehr Konkretheit und Sicherheit angesehen wird, wie z.B. im Falle der GCM.

Aber auch innerhalb der Wissenschaft ist das Unsicherheitsbewußtsein oft sträflich unterentwickelt, wenn es um die Verwendung des Wissens aus Nachbardisziplinen geht. Im Falle der Klimawirkungsforschung wird das als »Sicherheitsmulde« beschrieben (»certainty trough«, MacKenzie 1990, S. 373, zit. nach Shackley/Wynne 1995, S. 115): Symbolisiert man die Höhe der Aufmerksamkeit in den Wissenschaftsdisziplinen gegenüber den Unsicherheiten der GCM als Ordinate und trägt man von links nach rechts die CGM-Entwickler, die Climate-Impact-Forscher und die Kritiker der CGM auf, dann ergibt sich eine Kurve, die bei den Impact-Forschern eine Mulde aufweist. Anders gesagt: Die Wissensprodu-

zenten und ihre Kritiker gehen mit den Unsicherheiten reflektierter um als die Anwender dieses Wissens.

Wenn das Unsicherheitsgefälle der Anlaß zu Hierarchisierungen war, so kann man im Umkehrschluß aus der geschilderten Tendenz zu einer Enthierarchisierung folgern, daß diese Einschätzungen des Unsicherheitsgefälles an Bedeutung verlieren. Der Grund dürfte sein, daß mit zunehmender Erfahrung die Einsicht in die inhärenten Unsicherheiten auch der naturwissenschaftlichen und ökonomischen Szenarien wächst, daß also das Unsicherheitsgefälle zwischen den Disziplinen gar nicht so offenkundig ist.

Je weniger sich der »Einbahnverkehr« in der Weitergabe von Wissen in dem hierarchischen Modell bewährt, desto mehr öffnet sich der Forschungsbetrieb dem wechselseitigen Austausch zwischen den Wissensgebieten. Die Schnittstellen zwischen den verschiedenen Modellen, Szenarien und Verfahrensschritten bieten sich dabei als ein Medium an. Zu fragen ist, wie weit sich damit der bisher geschaffene Forschungsrahmen als ein kommunikatives Wissenschaftsmodell empfiehlt.

Die erste Antwort ergibt sich aus der bisherigen Argumentation. Die Modelle und Szenarien werden nicht als das reflektiert, was sie sind: der Versuch eines substantiellen Beitrags zur internationalen Klimadebatte, in der unterschiedliche Wissensgebiete, aber auch Interessen und nichtwissenschaftliche Sichtweisen mit vergleichbarem Geltungsanspruch auftreten.

Dementsprechend passieren naheliegende Fehler, wie sie im vorangegangenen Text bereits angesprochen worden sind. Zusammengefaßt:

- Wesentliche Dimensionen der Debatte werden verfehlt, z.B. Fragen des Geltungsanspruches wissenschaftlicher Aussagen unter wechselnden historischen und kulturellen Voraussetzungen.
- Man bedient sich falscher Kommunikationsmodelle, z.B. des dezisionistischen Modells im Verhältnis zwischen Politik und Wissenschaft wie auch des arbeitsteiligen Modells zwischen den Wissenschaften.
- Die Überzeugungskraft von Objektivität und »Wissenschaftlichkeit« sowie die Autorität wissenschaftlicher »peer communities« wird überschätzt, weil man den Wandel des Wissenschaftsbildes nicht wahrhaben will.

- Es werden »framings« vorgenommen, ohne diese als solche auszuweisen und hinsichtlich ihrer Berechtigung zu diskutieren.
- Das eigentliche Ziel der Klimadebatte, Konsenspotentiale für internationale Strategien zu erarbeiten, ist nicht selbst Gegenstand der Forschung, sondern wird durch axiomatische Setzungen mehr oder weniger willkürlich vorweggenommen.

Diese Kritik hat es zunächst schwer, sich gegen die offensichtliche Stärke der bisherigen Entwürfe, nämlich die Demonstration ihrer Machbarkeit im internationalen Rahmen, durchzusetzen. Sie wird jedoch in dem Maße an Aktualität gewinnen, in dem die Klimawirkungsforschung sich auf die Besonderheiten der verschiedenen Weltregionen einlassen muß und dabei auf Akzeptanzschwierigkeiten stößt, sowohl innerhalb der Wissenschaft als auch bezüglich ihrer Rolle in der politischen Klimadebatte.

Dann aber erhebt sich das Problem der praktischen Umsetzung eines kommunikativen Wissenschaftsmodells, die den Grad an Machbarkeit erreicht, wie er im bisherigen Entwurf der Klimawirkungsforschung vorgeführt wird. Mangels Erfahrung und Erprobung in der praktischen Umsetzung wird man an die durch die bisherige Forschung geschaffenen Strukturen und Erfahrungen anzuknüpfen haben. Die zweite Antwort auf die Frage, wieweit der bisherige Entwurf als kommunikatives Wissenschaftsmodell tauglich ist, muß detailliert auf die Kommunikationspotentiale eingehen, die in den Modellen und Baukastensystemen angelegt sind. Auch hierzu sind im vorangegangenen Text verschiedene Gesichtspunkte genannt worden:

- die gleichberechtigte Vernetzung unterschiedlicher Wissensgebiete und die Beteiligung der Nationen aus aller Welt an der Bearbeitung eines Gebäudes von Wissen und Nichtwissen mit Hilfe von Modellen und Szenarien
- die Fokussierung des Wissensaustausches auf die Schnittstellen zwischen den Modellen und Verfahrensschritten
- die Öffnung des Forschungsbetriebs gegenüber den kommunikativen Erfahrungen des IPCC
- die bereits vorliegenden Kommunikationserfahrungen der Klimawirkungsforschung.

Hieran anzuknüpfen und sich selbstreflexiv der Kommunikation weiter zu öffnen ergibt ein Aufgabenfeld, das gleichermaßen sozialwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Kompetenz ver-

langt. Auf seiten der Sozialwissenschaften wird man sich auf »framings« und »closures« einlassen müssen, die sich nicht ausschließlich aus der persuasiven Kraft der Argumente ergeben, um zu Entscheidungen zu kommen. Auf seiten der Naturwissenschaften müssen Abstriche an der Forderung nach Objektivität und Eindeutigkeit von »Tatsachenaussagen« hingenommen werden, wofür allerdings das kommunikative Wissenschaftsmodell ausreichende Argumente bereitstellt.

## Literatur

Agarwal, A.; Narain, S. (1992):

Globale Erwärmung in einer ungleichen Welt. Forum Wissenschaft 9 (1992), S. 17-23

Bätzing, W. (1991):

Geographie als integrative Umweltwissenschaft? Geographica Helvetica 1991, Nr.3, S. 105-109

Bechmann, G.; Frederichs, G. (1996):

Problemorientierte Forschung: Zwischen Politik und Wissenschaft, in: Bechmann, G. (Hrsg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung. Konzepte, Methoden, Optionen. Frankfurt am Main, S. 11-37

de Bie, P. (1973):

La recherche orienté, in: UNESCO (Ed.): Tendences principales de la recherche dans les sciences sociales et humaines - Partie I: Sciences sociales. Mouton 1970. deutsch: Problemorientierte Forschung. Frankfurt am Main/Berlin, Wien

Blüthgen, J.; Weischet, W. (1980):

Allgemeine Klimageographie. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, Band 2. Berlin/New York. 3. Auflage

Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) (1992):

Forschungsrahmenkonzeption Globale Umweltveränderungen. Bonn

Bolin, B. (1994):

Science and Policy Making. Ambio 23, S. 25-29

Bonß, W.; Hartmann, H. (1985):

Konstruierte Gesellschaft, rationale Deutung. Zum Wirklichkeitscharakter soziologischer Diskurse, in: Dies.(Hrsg.): Entzauberte Wissenschaft. Zur Relativität und Geltung soziologischer Forschung. Soziale Welt Sonderband. Göttingen

Elzinga, A (1993):

Greenhouse Research - A Case of Post-Normal Science? Ms. Göteborg

Eriksen, W. (Hrsg.) (1985):

Klimageographie. Darmstadt

- Fischer, W.; Stein, G. (Hrsg.) (1991):  
 Klimawirkungsforschung. Auswirkungen von Klimaänderungen. Konferenzen des Forschungszentrums Jülich, Bd. 8
- Giddens, A. (1992):  
 Die Konstitution der Gesellschaft. Die Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Frankfurt am Main/New York
- Giddens, A. (1995):  
 The Consequences of Modernity. Stanford, Cal. 1990, dtsh.: Die Konsequenzen der Moderne. Frankfurt am Main
- Global Environmental Change Report (1995):  
 VII (1995) 20, 20.Oct.95, 1-3: »WGIII Approves Summary for Policy Makers«
- Habermas, J. (1963):  
 Theorie und Praxis. Frankfurt am Main
- Hauff, V. (Hrsg.) (1987):  
 Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven
- Heintz, B. (1993):  
 Wissenschaft im Kontext. Neuere Entwicklungstendenzen der Wissenschaftssoziologie. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 45, S.528-552
- Hoheisel, K. (1994):  
 Gottesbild und Klimazonen, in: Klima. Studium Generale der Universität Heidelberg. Heidelberg, S. 127-140
- IGBP/HDP Report (1995):  
 Land-Use and Land-Cover Change. Science/Research Plan. IGBP-Report No.35, HDP Report No.7. Stockholm und Geneva
- IPCC (1995):  
 Summary for Policymakers. Second Assessment Report, Working Group III
- IPCC (1996):  
 Second Assessment Report. Genf
- IPPC/CZMS (1991):  
 Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise: A Common Methodology, Revision No.1. The Haag: Ministry of Transport and Public Works
- Janich, P. (1992):  
 Grenzen der Naturwissenschaft. München
- Jetschke, G. 1989):  
 Mathematik der Selbstorganisation. Qualitative Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme und gleichgewichtsferner Strukturen in Physik, Chemie und Biologie. Braunschweig. Wiesbaden
- Latour, B. (1987):  
 Science in Action. Cambridge, Mass.
- Lepenes, W. (1988):  
 Die drei Kulturen. Soziologie zwischen Literatur und Wissenschaft. Reinbek bei Hamburg

- LOICZ (1995):**  
 Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone Implementation Plan. IGBP Report No.33. Stockholm
- Loistl, O.; Betz, I. (1993):**  
 Chaostheorie: zur Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme. München. Wien
- Luhmann, N. (1986):**  
 Ökologische Kommunikation. Opladen
- Luhmann, N. (1990):**  
 Die Wissenschaft der Gesellschaft. Frankfurt am Main
- Luhmann, N. (1992):**  
 Beobachtungen der Moderne. Opladen
- MacKenzie, D. (1988):**  
 Britain agrees to coordinate UN's greenhouse study. New Scientist, 19th. Nov., p. 25
- MacKenzie, D. (1990):**  
 Inventing Accuracy, MIT Press
- Markl, H. (1994):**  
 Umweltforschung als angewandte Naturwissenschaft. GAIA 3, S. 249-256.
- McTegart, G.; Sheldon, W. J.; Griffiths, D. C.(Eds.) (1990):**  
 First Assessment Report of the IPCC. Working Group II: Impacts Assessment. Canberra
- Miller, R. B. (1994):**  
 Interactions and Collaboration in Global Change across the Social and Natural Sciences. AMBIO 23, S. 19-24
- Nowotny, H. (1993):**  
 Die »Zwei Kulturen« und die Veränderungen innerhalb der wissensförmigen Gesellschaft, in: J.Huber, G.Thurn (Hrsg.): Wissenschaftsmilieus. Berlin
- Nullmeier, F. (1993):**  
 Wissen und Policy-Forschung. Wissenspolitologie und rhetorisch-dialektisches Modell, in: Heritier (Ed.): Policy Analysis. PVS Sonderheft
- OECD (Ed.) (1991):**  
 Climate Change. Evaluating the Socio-Economic Impacts. Paris
- Reusswig, F. (1996):**  
 Konzeptionelle Überlegungen für eine Sektion 'Soziologie und Ökologie', Msk.
- Schneider, S. (1983):**  
 CO<sub>2</sub>, Climate and Society: A Brief Overview, in: Chen, R., Schneider, S. (Eds): Social Science Research and Climate Change: An Interdisciplinary Appraisal. Dordrecht, S. 9-15
- Shackley, S. (1996):**  
 Global Climate Change and Modes of International Science and Policy, in: Elzinga, A., Langström, K. (Eds.): Internationality and Science. London
- Shackley, S.; Skodvin, T. (1995):**  
 IPCC Gazing and the Interpretative Social Sciences. Global Environmental Change

- Shackley, S.; Wynne, B. (1995):**  
Integrating Knowledges for Climate Change. Pyramids, Nets and Uncertainties. *Global Environmental Change* 5 (1995), S. 113-126
- Simon, H. (1981):**  
The Architecture of Complexity. Reprint from 1962, in: Ders.: *The Sciences of the Artificial*, MIT Press
- U.S. Congress (1993):**  
Preparing for an Uncertain Climate. OTA. Vol. I and II. Washington D.C.
- U.S. Country Studies Program (1994):**  
Guidance for Vulnerability and Adaptation Assessments. Washington
- Warrick, R. A.; Riebsame, W. E. (1983):**  
Societal Response to CO<sub>2</sub>-Induced Climate Change: Opportunities for Research, in: Chen, R. S., Boulding, E., Schneider, S. H. (Eds.): *Social Science Research and Climate Change. An Interdisciplinary Appraisal*. Dordrecht Boston Lancaster
- Wehling, P. (1989):**  
Ökologische Orientierung in der Soziologie. Frankfurt am Main
- World Coast Conference (1994):**  
Preparing to Meet the Coastal Challenges of the 21st Century. Conference Report. Nordwijk, The Netherlands,