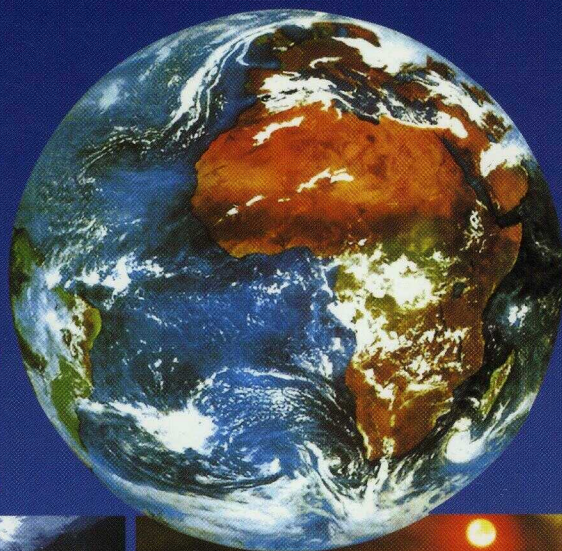


# DAS KLIMA DES 21. JAHRHUNDERTS

## WARNSIGNAL KLIMA



*Mehr Klimaschutz — weniger Risiken für die Zukunft*

Herausgeber:

**José L. Lozán • Hartmut Graßl • Peter Hupfer**

Unter Mitwirkung von Horst Sterr

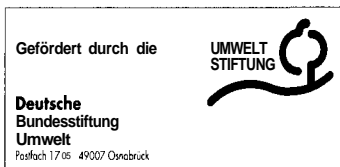
In Kooperation mit

**GEO**

*In Kooperation mit*  
GEO Das Reportage Magazin  
Am Baumwall 11, 20459 Hamburg

Büro:  
»Wissenschaftliche Auswertungen«  
Schulterblatt 86, 20357 Hamburg

*Direkte Bestellung:*  
Tel./Tel. (+49) 040-4304038  
e-mail: Lozan@rrz.uni-hamburg.de



*Anschriften der Herausgeber:*  
Dr. Jose Luis Lozán  
Büro: »Wissenschaftliche Auswertungen«  
Schulterblatt 86, 20357 Hamburg

Prof. Dr. Hartmut Graßl,  
Weltklimaforschungsprogramm  
c/o World Meteorological Organization  
C.P. 2300, CH-1211 Geneve 2

Prof. Dr. Peter Hupfer  
Institut für Physik,  
Universität Humboldt zu Berlin  
Invalidenstr. 110, 10115 Berlin

Gedruckt mit Unterstützung, »GEO Das Reportage Magazin«, Hamburg (S. 16), »Aktion seeklar«, Verein zum Schutz der Meere e.V., Hamburg (S. 98), der »Umweltstiftung WWF-Deutschland«, Frankfurt/M (S. 399).

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- u. Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme  
Warnsignal Klima / Wissenschaftliche Fakten; mit  
195 Abbildungen, 46 Tabellen / José L. Lozán,  
Hartmut Graßl und Peter Hupfer (Hrsg.).  
Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, 1998.  
ISBN 3-00-002925-7.  
NE: Lozán, Jose L. [Hrsg.].

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Titelbild: GEO Das Reportage Magazin, Hamburg  
»Die Erde, Satellitenaufnahme« (Deutsches Fernerkundungszentrum (DFD)). »Der Morteratschgletscher« (Schweiz). Das Schild zeigt seinen Stand im Jahre 1970 (Foto: PD Dr. Max Maisch, Schweiz).  
»Kollektive Verstärkung der Dämme beim Hochwasser in der Glomma in Norwegen« (Foto: Birger Nesholen, Norwegen). »Übermäßiger Ausstoß von Treibhausgasen« und »Zerstörung der Regenwälder« (Beide Fotos: Loren McIntyre, USA).  
Satz und Tafeln: Dr. J.L. Lozán und Prof. Dr. P. Hupfer.  
Druck und Verarbeitung: Eurodruck, Hamburg.  
Belichtung: F1 GmbH, Hamburg

1998 Wissenschaftliche Auswertungen  
Hamburg.

Printed in Germany • ISBN 3-00-002925-7

**Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.**

## Soziale Folgen: Migrationen und Auseinandersetzungen um Ressourcen?

ACHIM DASCHKEIT & WOLF R. DOMBROWSKY

*SOCIAL CONSEQUENCES: MIGRATION AND CONFLICT AROUND RESOURCES? Grounded in historical and present examples the authors highlight the empirical and epistemological problems of the Natural- and Social Sciences to prepare for sufficiently definite predictions of the social consequences of climatic change. Centered around the social-evolutionary tendency of the de-coupling of societal development from climatic and natural conditions, the obstacle is discussed that interacting Systems are hardly to discern while being mutually transformed due to their interaction. Though, to estimate the social consequences of climatic change, the development of complex dynamic simulations of the global climate is as necessary as of mankind's influences. Until today, an integrated consideration of both, human and natural systems, is lacking. Thus, an intermediate ethics of »unacceptable interventions« will remain necessary to prevent from human influences on the global climate which may lead to its collapse.*

**W**as werden die sozialen Folgen möglicher Klimaänderungen sein? Im Meer versinkende Küstenregionen, neue Völkerwanderungen entlang sich verändernder Vegetationszonen, gar Kampf bis zum Krieg um fruchtbaren Boden, um Ressourcen und um bewohnbare Räume, wie ihn einst schon die Bibel (Richter 4) am Beispiel der Vernichtung der Kanaaniter beschrieben hat? Tatsächlich beschwören die öffentlichen Diskussionen über »Ozonloch«, »Treibhauseffekt« und »neue Eiszeit« apokalyptische Bilder, hinter denen sich die wissenschaftlichen Einsichten in globale Klimaprozesse und ihre anthropogenen Einflüsse kaum mehr erkennen lassen.

Vernünftig wäre anderes: Statt eines Rückfalls in Tribalismus und Barbarei bedürften die zunehmenden Einsichten in die physischen Wirkbedingungen unseres Planeten angemessener sozialer Reaktionen auf gleichem Niveau, mithin kosmopolitischer und pazifizierender Lösungen für globale Probleme. Dies jedoch fragt nach *wünschenswerten* sozialen Folgen und deren technischer, ökonomischer und politischer Machbarkeit, nicht nach Desastern und Untergängen.

### Naturgestaltung als Kulturaufgabe

Spätestens seit der industriellen Revolution ist die globale Natur zur unabweisbaren »Kulturaufgabe« (MARKT, 1986) geworden. Die sozialen Folgen möglicher Klimaänderung sind dabei nur Entscheidungen über Art und Umfang von wirtschaftlichem Wachstum, von Bevölkerungspolitik, von Lebensstilen. Wissenschaft muß es daher gelingen, die Folgen dieses Wollens ebenso zu modellieren wie das Klima und dessen Rückwirkungen auf seine Beeinflusser.

Klimaveränderungen determinieren durchaus den Aufstieg und Fall von Gesellschaften, manchmal ganzer Großräume. So korrelierte die sogenannte »Subatlantik«-Epoche zwischen 1200 und 600 v. Chr. mit den großen,

in mehreren Wellen nach Süden bis Griechenland vorstoßenden indogermanischen Völkerwanderungen (1200-1000 v. Chr.) und den bis ins ägyptische Reich weiterdrängenden Seevölkern (1200-700 v. Chr.). Demgegenüber fiel die nachfolgende milde Epoche (= Klimaoptimum, ca. 400 v. Chr. bis 400) mit der Blütezeit des griechischen und römischen Imperiums und das dem Subatlantikum vorausgehende »Subboreal« (ca. 2000-1400 v. Chr.) mit einer Blüte des ägyptischen Reiches zusammen. Die ausgeprägt kalte Epoche von ca. 400-800 wiederum führte zum »Pessimum der Völkerwanderungszeit« (375-568), der das weströmische Reich zum Opfer fiel. Im mittelalterlichen Optimum zwischen 800 und 1200 erreichten die Normannen auf dem nördlichen Seeweg Nordamerika und besiedelten Grönland. Die Klimawende zwischen 1200 und 1400 wiederum bewirkte teilweise Mißernten, Hungersnöte und Epidemien. Ähnliches gilt für Phasen vermehrter Stürme im 9. und 10. Jh., aber auch für Dürren (z. B. »Staubschüssel-Epoche« 1930-40), Stürme und Starkniederschläge in unserem Jahrhundert.

Alle Beispiele zeigen, daß Änderungen der Randbedingungen zu Störungen in Teilsystemen oder sogar im Gesamtsystem führen können. Solche Änderungen bewirkt die Natur selbst, zunehmend aber auch der Mensch, indem er den Stoff- und Formenwechsel mit der Natur immer intensiver vorantreibt. Die Vorstellung, nach der *die* Natur und die gegenwärtig vorherrschenden Klimaverhältnisse »dauerhafter« und »stabiler« seien als die Gattung Mensch und ihre Kulturformen, erweist sich darüber als grundlegend irrig. Richtig ist vielmehr, daß »unsere Zivilisation gegenwärtig eine Veränderung ihrer Umwelt im globalen Maßstab riskiert, die nach Ausmaß und Geschwindigkeit beispiellos für die letzten 100 000 Jahre Menschheitsgeschichte« (SCHELLNIUBER & FUENTES 1997) geworden ist. Keine andere wissenschaftliche Unternehmung als die Klimafolgenforschung führte so nachhaltig zu Bewußtsein,

daß wir, bei Androhung des Untergangs, die Kompliziertheit des Systems »Klima«, letztlich des Gesamtsystems »Natur«, entschlüsseln müssen, auch wenn wir deren Anfangsbedingungen nicht kennen und ihre Verlaufsbedingungen permanent verändern. Die wirkliche Herausforderung wurzelt an dieser Stelle: Sind wir unter den Bedingungen des »Analyzing by Changing« überhaupt in der Lage, »Klima« wie auch »Natur« erkennen zu können?

### Naturgestaltung als Erkenntnisfähigkeit

Vorrangig ist Erkenntnistheorie: Bislang vermag noch niemand mit hinreichender Verlässlichkeit anzugeben, welche Wirkung die Modifikation einzelner Parameter auf das Gesamtsystem hat, vor allem nicht, weil bislang weder alle Parameter identifiziert noch alle Wirkungen und Wechselwirkungen aufgeklärt werden konnten. Das Risiko, »an den falschen Knöpfen zu drehen«, wächst demzufolge mit dem Maß der Eingriffsfähigkeit, weswegen LUHMANN (1986) nahelegte, lieber auf Eingriffe zu verzichten, bis man das System verstanden habe. Was also soll Wissenschaft raten? Ein Moratorium der »trials« (Versuche) angesichts immer weniger absehbarer »errors« (Irrtümer)?

Erste Folgen möglicher Klimaänderungen zeigen sich als Veränderung von Wissenschaft. Ihre Konstruktionen gelingen nicht mehr im Labor, sondern durch die Betrachtung der Welt als Labor, von außen, ganz buchstäblich aus der Distanz des Alls, aber auch im übertragenen Sinne als Synthese, als Simulation mit ähnlichen Ganzheiten. In den fortgeschrittenen Klimamodellen, die immer weitere Variablen und interdisziplinäre Kenntnisstände einbeziehen, ist ein entsprechend synthetisierender Ansatz verwirklicht. Durch ihn wird eine Art »Zweite Realität«, eine simulierbare, virtuelle Welt geschaffen, die fortschreitend Einsichten in die Gesamtzusammenhänge der »Ersten Realität«, unserer wirklichen Welt verspricht. Dies ist der eigentliche Fortschritt der internationalen Klima(wirkungs)forschung.

### Naturgestaltung als Politik

Darüber hat sich auch Politik verändern müssen. Die Anforderung, zukünftig möglichen Fehlentwicklungen bereits heute entgegenzuwirken, sofern überhaupt Wirkungen erzielt werden sollen, sprengt nicht nur die üblichen Zeithorizonte politischen Entscheidungshandeln, sondern auch dessen bisherigen Legitimationsrahmen. Wo nicht nur die Art der Ungewißheit ungewiß ist, sondern auch die Wirksamkeit der darauf bezogenen Maßnahmen, verwandelt sich Politik selbst in Ungewißheit und wird riskant.

So unbestritten es ist, daß Ressourcennutzungen Konflikte auslösen oder verschärfen können (z.B. Was-

serproblematik im Nahen Osten), so strittig ist die Frage, inwieweit diese Nutzungskonflikte überhaupt von Klima- bzw. Witterungseinflüssen abhängig sind - und wenn, in welchen zeitlichen Relationen? Und in welche Richtung sind Ursache-Wirkungs-Beziehungen im Hinblick auf Klimaänderungen zu denken? In eine naturalistische (Abhängigkeit des menschlichen Wirtschaftens von den Naturbedingungen) oder in eine kulturalistische Richtung (die jeweilige Kulturform bestimmt die Naturform)? Beide Fragen lassen die empirischen Erkenntnisse über die sozialen Folgen von Klimaänderungen in anderem Licht erscheinen, zumindest wenn sie im Hinblick auf eine tatsächlich nachweisbare Klimarelevanz betrachtet werden:

- Die zunehmend im Kontext von Klimawandel gedeuteten »Jahrhundertfluten« von Rhein, Mosel, Maas, Elbe, Saale und Oder können ebenso plausibel allein durch veränderte Nutzungsformen (Schiffbarmachung, Regulierung, Vertiefung), veränderte Einträge und ökologische Veränderungen der Wassereinzugsgebiete (Bodenversiegelung, Drainagen, Kanalisierung etc.) erklärt werden.
- Die derzeitigen Konflikte an Grenzen, insbesondere zwischen sog. »entwickelten« und »weniger« bzw. »nicht-entwickelten« Staaten (exemplarisch USA - Mexiko; Nordafrika - Spanien) sind weitgehend auf (welt-)wirtschaftliche Disparitäten zurückführbar. So dürfte der Wunsch nach einer ständigen Aufenthalts- und Arbeitserlaubnis in den USA oder die zunehmende Arbeitskräftemigration über die Straße von Gibraltar ausschließlich ökonomisch bedingt sein - ungeachtet möglicher Klimaänderungen.
- Auch die in weiten Teilen aller Kontinente häufiger auftretende Wasserknappheit sowie die abnehmende Qualität von Trink- und Brauchwasser dürfte eher mit veränderten Verbrauchsgewohnheiten und neuen Nutzungsformen (z.B. Tourismus und exportorientierte Hortikulturen) zu tun haben, als mit klimatischen Veränderungen. Dies gilt uneingeschränkt auch für die Nebenfolgen eines gesteigerten Verbrauchs und einer immer aufwendigeren und damit kostspieligeren Aufbereitung, die z.B. zu Hygieneproblemen und dadurch zu Krankheits- und Seuchenrisiken führen kann (vgl. WBGU 1997). Neben diesen sehr unterschiedlich interpretierbaren Ursache-Wirkungszusammenhängen spielen auch die Adaptionsmöglichkeiten und -richtungen von Gesellschaften eine große Rolle:
- Auf das sogenannte »Ozonloch« wird manchenorts bereits mit alltagspraktischen »Anpassungsmaßnahmen« reagiert: Mit dem Tragen von Schutzbrillen und Bekleidung, der Einschränkung des »Sonnenbadens«, einer »Siesta« während der risikoreichsten Mittagszeit usw. Dies deutet darauf hin, daß die Adaptationsgeschwindigkeit von Gesellschaften hoch sein kann

(unbeachtet der Frage, inwieweit eine Anpassung sinnvoll ist oder nicht) und Klimawandel nicht unbedingt als Klimakatastrophe interpretiert werden muß, um Veränderungen zu bewirken.

- In den Küstenregionen werden die sozialen Folgen eines durch Klimaänderungen beschleunigt steigenden Meeresspiegels besonders drastisch ausfallen. Dies gründet in einer hohen und weiterhin zunehmenden Bevölkerungsdichte, insbesondere in den Ballungszentren dieser Regionen, sowie in der Konzentration enormer Sachwerte (z.B. im Südosten der USA). Entsprechend unterschiedlich verteilt sind die Reaktionsmöglichkeiten: Während es sich wohlhabende Nationen leisten können, ihre Küsten massiv zu verteidigen (z.B. Deutschland oder die Niederlande), besteht für andere diese Möglichkeit nicht oder nur sehr begrenzt.
- Ganz andere Adaptionsformen zeigt dagegen die »Klimaabhängigkeit« der weltgrößten Börse für Nahrungsmittel, das Chicago Board of Trade, das sowohl die tägliche Wettervorhersage wie auch die langfristigen Satellitenbeobachtungsdaten für Warentermingeschäfte nutzt und damit die Disparitäten verschärft, die durch eine vernünftige Ressourcenverteilung gemildert werden könnten.

### Theoriebildung und Modellierung

Ganz zweifellos wirken langfristige, astronomische Parameter auf die klimatische Entwicklung der Erde ein, unabhängig von menschlichen Einflüssen und Einflußvermögen. Auch »mittelfristige« Vorgänge wie Kontinentaldrift sowie - oftmals damit zusammenhängend - Gebirgsbildung und Vulkanismus wirken sich auf das Klima aus, ohne direkt »anthropogen« zu sein, auch wenn bereits ansatzweise menschliche Einflüsse für möglich gehalten werden - z.B. Druckveränderungen durch Stauseen, Bebauungen oder Kernwaffentests. Der Möglichkeit nach läßt sich von einem Prozeß der »Anthropogenisierung« sprechen (ENGELS & WEINGART 1997), wobei die Analysen komplexer Prozesse, z.B. auch des Klimageschehens, immer deutlicher zeigen, daß im pessimalen Fall bereits kleinste Variationen in den Randbedingungen zu Instabilität oder gar zum Kollaps des Gesamtsystems führen können (vgl. JAPP 1990). Letztlich verbinden sich naturräumliche und soziokulturelle Entwicklungen zu einem Bezug, der »Synchronizität« (PEAT 1989) aufweist. Sie stellt sich auch umgekehrt her: So zeigt die bereits angesprochene Nutzung von Wetter- und Klimadaten für Warentermingeschäfte resonanzgleiche Auswirkungen auf die globalen Kapital- und Rohstoffmärkte, auf nationale Anbauentscheidungen, auf die Agrochemie und letzten Endes auf die Verteilung von Hunger und Überfluß, von Hungerhilfe und Subventionierung, von Verschuldung und weiterer

Armut (vgl. BECKER 1985) zurück auf natürliche, klimatische Auswirkungen.

Damit rücken zwei Problemkreise in den Fokus: Zum einen die Identifizierbarkeit von Trigger-Parametern und zum anderen von Resonanzeffekten. Zwischen (anthropogenem) Treibhauseffekt und der Intensität des El-Niño-Phänomens erscheinen uns heute solche Resonanzeffekte wahrscheinlich, während sich mittel- und langfristige »Synchronizitäten« noch nicht hinreichend genau erkennen lassen.

Die bekanntesten Zyklen der Wirtschaftsentwicklung und der Konjunkturtdynamik sind die »Kitchin«-Wellen (ca. 40 Monate), die »Juglar«-Wellen (ca. 8–10 Jahre) und die »Kondratieff«-Wellen (ca. 50–60 Jahre). Mit dem Begriff »Synchronizität« wird die Annahme unterstellt, daß die naturräumlichen und die soziokulturellen Entwicklungen zeitlich gleichgerichtet und aufeinander bezogen sind. Auch ist davon auszugehen, daß die langfristigen, zumal die extraterrestrischen Entwicklungen den Anpassungsrahmen für menschliche Entwicklungen vorgeben, was auch für die als »mittelfristig« apostrophierten Entwicklungen gelten dürfte. Pointiert gesagt: Gegen Eiszeiten ist (derzeit) noch kein Gegenmittel verfügbar und auch die Antarktis oder der Mond sind nicht ohne extremen Ressourceneinsatz besiedelbar. Gleichwohl ist menschliche Entwicklung über diesen Anpassungsrahmen hinaus möglich. Ganz generell läßt sich die menschliche Entwicklung als permanente Überschreitung dieses Rahmens deuten, auch wenn erst seit der Industriellen Revolution die Entkopplung von der äußeren Natur systematisch stattfand.

Der Faktor »Klima« wurde darüber immer erfolgreicher überwunden, wie Bevölkerungswachstum, Landwirtschaft und Städtebau sinnfällig demonstrieren. Gleichwohl blieben die lang-, aber auch die mittelfristigen klimatischen Schwankungen bestehen, abzulesen an Klimapendelungen der letzten Jahrhunderte. Diese Naturzyklen wurden aber überlagert von kurzfristigen soziokulturellen und ökonomischen Zyklen, wie beispielsweise Industrialisierung der Landwirtschaft, Globalisierung der Wirtschaft, großflächiges Terra- und Aquafarming, für die sich allerdings (noch) keine »Frequenzen« angeben lassen. Gleichwohl wäre es aufschlußreich, für alle angegebenen Beispiele die systemischen Trigger, die Modulationsfähigkeit und - im Abgleich mit gleichzeitig ablaufenden Zyklen - die Resonanzen nach Art, Richtung und Dynamik zu identifizieren. Vielleicht ließe sich mit einem solchen Verfahren ein Modell anthropogener Gesamtwirkungen entwickeln, das der zunehmenden Komplexität von Klimamodellen entspricht und darüber deutlich werden läßt, wie sich Systeme beeinflussen und, wichtiger, wie sie sich geeignet koppeln und steuern lassen.

Als Fazit läßt sich in aller Schärfe feststellen, daß es in einem unmittelbar kausalen Sinne keine sozialen Folgen von Klimaänderung gibt. Soziale Folgen sind Folgen sozialen, also aufeinander bezogenen Handelns und damit Entscheidungen aufgrund »letzter«, im Sinne willentlich verfolgter Axiome. Ob Klimaänderungen zu Katastrophen und Kriegen führen, oder zu einer humanen, dauerhaften, friedlichen und den Menschenrechten verpflichteten »ökologischen Weltinnenpolitik«, ist Ergebnis von Einsichtsfähigkeit und menschlichem Wollen, nicht von Klima oder gar Wetter.

### Soziale Folgen

Daß Einsicht möglich wird, ist Aufgabe von Wissenschaft. Sie muß in die Lage versetzen, die Welt, die sie durch ihre Erkenntnisse wandelt und zu einem sich selbst wandelnden Gesamtsystem fortentwickelt, so präzise nachbilden zu können, daß sie sich vollständig simulieren und damit vorausschaubar gestalten läßt. Derweil schickt sich die Menschheit an, ihre irdene Heimstatt von sich zu emanzipieren (wie von Sputnik bis Voyager belegt) und von der Erde aus allmählich Wirkung auf entferntere Systeme auszuüben. Noch sind es Wirkungen wie Tropfen im Ozean, ganz ähnlich jenen zu Beginn der Industriellen Revolution oder der Entdeckung der einst »weißen Flecken« unseres eigenen Planeten.

Die Naivität einer Haltung, die die Folgen von Entwicklung der Entwicklung selbst überläßt, ist heute nicht

mehr möglich. Auch wenn wir im Einzelnen die Folgen der von uns selbst bewirkten Entwicklungen noch nicht hinreichend genau abschätzen können, lassen sich zunehmend begründeter die »nicht-tolerierbaren Bedingungen« (SCHELLNHUBER & FUENTES 1997) und die »inacceptable risks« unserer Wirkungsentfaltung angeben. Es geht aber nicht allein um die anthropogene Wirkungsentfaltung, sondern auch um Einsicht in die Belastbarkeit und die Anpassungsfähigkeit, wenn man so will, die universelle und wechselweise Lernfähigkeit interagierender Systeme. Desto fehlertoleranter die Systeme sind, von denen wir abhängen, desto gravierendere Fehler dürfen wir uns leisten, was im Luhmannschen Sinne bedeutete, durchaus an den Schrauben der Maschine weiterdrehen zu können, die man in ihrer Gesamtheit noch gar nicht kennt. Anders aber ist das erkenntnistheoretische Dilemma nicht lösbar.

Das vor dem Absturz bewahrende Netz bei der Auflösung dieses Dilemmas kann nur in der Weiterentwicklung einer gesamtsystemaren Weltmodellierung liegen, die es erlaubt, die Wechselwirkungen von natürlichen und sozioökonomischen Entwicklungen zu simulieren. Vor diesem Hintergrund sind natürlich Erkenntnisse über rasche Klimaänderungen bedeutsam; für die Ableitung grundlegender Zusammenhänge und Entwicklungslinien sind sie u.E. erst dann sinnvoll integrierbar, wenn hinreichend präzise Vorstellungen über das Gesamtsystem bestehen ♦