

EPISTEMOLOGISCHE UND KONZEPTUELLE GRUNDLAGEN DER SOZIALEN ÖKOLOGIE

Marina FISCHER-KOWALSKI und Karlheinz ERB, beide Wien*

mit 4 Abb. und 1 Tab. im Text

INHALT

Summary	33
Zusammenfassung	34
1 Einleitung	34
2 Das epistemologische Grundmodell der Sozialen Ökologie	36
3 Gesellschaftlicher Stoffwechsel, Kolonisierung von Natur und sozialökologische Regimes.....	45
4 Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Territorium	49
5 Schluss.....	52
6 Literaturverzeichnis	53

Summary

Epistemological and conceptual bases of social ecology

Social ecology deals with society-nature interactions. It needs to be based on epistemological assumptions that allow treating natural and cultural processes, and their mutual relations, on an equal footing. In this paper, these assumptions are briefly outlined and lead to a systemic model in which society is conceptualised as a structural coupling of a cultural system (a system of recursive communication) with biophysical elements. Society-nature interactions are conceived as social metabolism and colonisation of natural systems; both concepts have been probed by extensive quantitative empirical research. Finally, we argue that such an understanding may be beneficial for geography, on the one hand, and a challenge, on the other hand, as the relationship between social metabolism and space or territory is not only historically highly variable, but also theoretically complex and precludes simple mutual attributions.

* Univ.-Prof. Dr. Marina FISCHER-KOWALSKI, Dr. Karlheinz ERB, beide Institut für Soziale Ökologie, Wien; Fakultät für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (Klagenfurt – Graz – Wien), Universität Klagenfurt, A-1070 Wien, Schottenfeldgasse 29; e-mail: marina.fischer-kowalski@uni-klu.ac.at; <http://www.iff.ac.at/socec/>

Zusammenfassung

Soziale Ökologie fokussiert Gesellschaft-Natur-Interaktionen. Sie muss daher auf epistemologischen Voraussetzungen beruhen, die ihr erlauben, naturale wie kulturele Prozesse in ihrer Wechselwirkung zu bearbeiten. Diese Voraussetzungen werden skizziert und führen zu einem systemischen Modell, das Gesellschaft als strukturelle Kopplung eines kulturellen Systems (ein System rekursiver Kommunikation) mit biophysischen Elementen versteht. Interaktionsprozesse werden als gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung natürlicher Systeme beschrieben, die in sehr präziser Form empirisch operationalisiert und erprobt sind. Abschließend wird argumentiert, dass ein solches sozialökologisches Verständnis für die Geographie einerseits gut benutzbar sein kann, andererseits eine Herausforderung darstellt, da es die Beziehung zwischen Stoffwechsel und Raum (qua Territorium) nicht nur als historisch variabel, sondern auch als theoretisch komplex erscheinen lässt und einfache Zuordnungen ausschließt.

1 Einleitung

Der Einladung, unseren sozialökologischen Theorieansatz einer Öffentlichkeit deutschsprachiger Geographen vorzustellen, sind wir gerne gefolgt. In den Forschungsfeldern sozio-ökonomischer Umweltforschung, Landnutzungsforschung und „Global Change Research“, in denen wir üblicherweise unsere empirischen Ergebnisse vorstellen, sind Geographen sehr verbreitet. Dieser Community gegenüber schildern und begründen wir gerne auch einmal etwas grundsätzlicher unsere Herangehensweise. Darüber hinaus bietet dies eine Gelegenheit, jene Grundsatzüberlegungen, die im Wiener sozialökologischen Team im Laufe des letzten Jahrzehnts entstanden sind, Revue passieren zu lassen und in der Diskussion mit anderen weiterzuentwickeln. Eine solche Diskussion entfaltete sich bereits auf der von P. WEICHHART und U. WARDENGA an der Universität Wien im Juli 2005 veranstalteten Tagung; wir haben uns entschlossen, auch in dieser schriftlichen Fassung den Vortragsstil beizubehalten, der damals offenbar anschlussfähig genug war, eine offene und lebendige Debatte auszulösen. Eine solche Darstellungsweise scheint uns auch der Sache angemessen: Bei unseren Hintergrundüberlegungen handelt es sich um ein „work in progress“, an dem ein größeres Team auf der Basis jeweils neuer Forschungserfahrungen immer wieder Elemente revidiert, neue hinzufügt und Konzepte umformuliert. Den Status einer nach allen Richtungen abgesicherten Grundsatzposition haben diese Überlegungen nie erreicht, und wir streben das auch eigentlich nicht an. Sie müssen sich dabei bewähren, vielen und sehr verschiedenartigen Forschungsvorhaben (und deren Kommunikation in unterschiedlichen Öffentlichkeiten) ein brauchbares und konsistentes konzeptuelles Rückgrat zu bieten – und gegebenenfalls Modifikationen erfahren.

Wir stellen die Frage nach dem Verhältnis von Gesellschaft und räumlich differenzierten natürlichen Systemen im Angesicht einer rasant zunehmenden Dominanz anthropogener Prozesse gegenüber nahezu allen Ökosystemen in planetarem Maßstab

(TURNER et al. 1990, VITOUSEK et al. 1997, McNEILL 2000, CRUTZEN & STEFFEN 2003, FOLEY et al. 2005, MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT 2005); die aktuelle gesellschaftspolitische Herausforderung lautet auf „earth management“ (DAILY et al. 1996, SCHELLNHUBER et al. 2004), „transition management“ (ROTMANS et al. 2001, MARTENS & ROTMANS 2002) und nachhaltige Entwicklung. Langfristig sowohl umweltgerecht wie sozialverträglich Wirtschaften (WBGU 2000) ist ein Problem, das aufeinander abgestimmter wissenschaftlicher Beiträge von Seiten der Sozial- und der Naturwissenschaften bedarf. Dabei geht es um Interaktionen von Gesellschaft und Natur, und das bietet eine neue Chance für wissenschaftliche Ansätze, die sich „across the great divide“ (SNOW 1998 [1956]) positionieren – wie eben auch die Geographie. Ein solches Verständnis der Umweltproblematik und die Bearbeitung der damit aufgeworfenen Fragen benötigt allerdings eine epistemologische Grundlage, welche erlaubt, Fragen nach Wahrheit gleichzeitig an die Sozial- und Naturwissenschaften zu stellen. Eine solche gemeinsame Grundlage aber ist beim gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Arbeitsteilung nicht so leicht zu haben.

Salopp formuliert, könnte man sagen, dass die Mainstream-Sozialwissenschaften Gesellschaft als hochkomplexe Einheiten auffassen, welche sich hauptsächlich aus den eigenen internen Mechanismen erklären. Diese komplexen Einheiten werden als von einer „Umwelt“ umgeben betrachtet, welche weder ausschlaggebend für die Dynamik des Systems selbst noch besonders komplex ist. Natur trägt im Grunde den Charakter einer exogenen Störung. Das Fach „Soziologie“ hat seine Identität gerade daraus gewonnen, seinen Erkenntnisgegenstand von der Natur säuberlich abzugrenzen (BRAND 1998), und die Ökonomie hat sich inzwischen auch von den Naturgrößen emanzipiert, mit denen sie noch im 19. Jahrhundert operierte, und zu einer Wissenschaft entwickelt, welche sich nahezu ausschließlich mit dem Medium Geld befasst. Die Naturwissenschaften nehmen häufig einen umgekehrt symmetrischen Standpunkt ein und verstehen die natürlichen Systeme als hochkomplexe, höchst vernetzte und intern differenzierte Einheiten, während der Mensch und die Gesellschaft nur – wenn überhaupt – in Form eines einheitlichen, einfachen Akteurs mit geringer Komplexität auf diese Einfluss nimmt. Auch hier werden gesellschaftliche Eingriffe in naturale Systeme überwiegend als „Störung“ (*Disturbance*) betrachtet.

Darüber hinaus wird die Sichtweise der Sozial- und Kulturwissenschaften häufig stabilisiert und immunisiert durch agnostische bzw. extrem konstruktivistische Positionen: Menschen bzw. Gesellschaften „konstruieren“ sich ihre Wahrnehmung von Natur (und Naturwissenschaft ist Teil dieser Konstruktion), und jenseits dieser Konstruktion sei nichts zu beweisen. Daher brauche sich die Sozialwissenschaft nicht herumschlagen mit naturalen Verhältnissen, sondern habe bloß die gesellschaftlichen Bedingungen zu analysieren, unter denen bestimmte Naturbilder oder -texte, wirtschaftliche Vorteile oder Kosten entstehen. Auf Basis dieser erkenntnistheoretischen Position kann man Gesellschaft-Natur-Interaktionen und „Nachhaltigkeit“ nur diskurs- und ideologiekritisch diskutieren, kaum aber praktisch zu ihrer Verbesserung beitragen. Man kann sich aus dieser Warte auch nur ganz schwer mit Naturwissenschaftlern verständigen, die zwar zuweilen einen erkenntnistheoretisch naiven Realismus vertreten, extrem konstruktivistische Positionen aber mit gewissem Recht für arrogant und verantwortungslos halten. Wenn man nun eine „realistische“ ontologische Position vertritt, der

„Natur“ also eigenständige Wirksamkeit abseits kultural generierter Texte zuschreibt, und gleichzeitig soziale Systeme für zu komplex hält, um mit einem schlichten Akteursparadigma angemessen charakterisiert werden zu können, dann nähert man sich einer Auffassung, die wir als sozialökologische Position beschreiben und begründen wollen.

2 Das epistemologische Grundmodell der Sozialen Ökologie

Wie wir Schritt für Schritt gelernt haben, hat eine wissenschaftliche Position, die sich interdisziplinär zwischen mehrere Sozial- und Naturwissenschaften einzuschieben versucht – und genau eine solche Rolle nimmt unseres Erachtens die Soziale Ökologie ein –, mehrere sehr wichtige Erfolgsvoraussetzungen.

1. Eine davon ist die genannte „realistische“ ontologische Grundhaltung, die sowohl naturale als auch kulturelle Phänomene als prinzipiell eigenständig und der Erkenntnis zugänglich betrachtet.
2. Es ist wichtig, an mehrere oft sehr unterschiedliche und verschiedenen Wissenschaftstraditionen entstammende Theorien und Konzepte so andocken zu können, dass deren Vertreter sich verstanden fühlen und bereit sind, an solchen Verknüpfungsversuchen mitzuwirken. Dazu muss man sie ernst nehmen, mit Vereinnahmungen und Analogien höchst vorsichtig umgehen und die methodische Basis der jeweiligen Ansätze beachten.
3. Für uns ergab sich aus der Notwendigkeit eines solchen respektvollen Umgangs mit mehreren Wissenschaftsdisziplinen letztlich die Unmöglichkeit, bei der gängigen Sprachregelung von „Gesellschaft“ und „Umwelt“ zu bleiben. Der reifizierende Begriff von „Umwelt“ als pauschales Ensemble aller naturalen Elemente und Prozesse, die einem gerade in den Sinn kommen, ist für einen fachlichen Austausch zwischen, sagen wir, Soziologen und Klimatologen, Ökonomen und Ökosystemforschern, Politikwissenschaftlern und Atmosphärenchemikern völlig unbrauchbar. Ein solcher Austausch setzt voraus, dass jeder die Gegenstände seines Fachbereichs gleichermaßen als wohlgeordnet und komplex darstellen kann und darin auch rezipiert wird. Damit lässt sich „Umwelt“ nur mehr als formaler, relationaler Begriff gebrauchen: Jedes System hat eben seine Umwelten.
4. Je weiter sich unsere Arbeiten entwickelten, desto klarer wurde uns, wie wichtig es ist, sich im Rahmen einer metatheoretischen Struktur zu bewegen, die in vielen wissenschaftlichen Disziplinen gebräuchlich ist, sodass man sich beim „soft coupling“ an formale Homologien halten kann. Die einzige Metatheorie, die unserer Meinung nach dafür in Frage kam, ist die allgemeine Systemtheorie im Gefolge der Neufassungen durch MATURANA und VARELA (1975). Sie findet sich

– wenn auch mit Variationen – in einer breiten Palette von Anwendungen, von der Biologie und Evolutionstheorie, agrarökologischen und Klimamodellen bis zur Soziologie. Ihre Leistung besteht einerseits darin, für qualitative Analysen gut brauchbare Grundregeln zu bieten. Die wichtigste besteht wohl darin, ein System nicht als Menge von Elementen zu verstehen, sondern als operativ geschlossenes (autopoietisches) Geschehen der Selbstreproduktion, das Grenzen gegenüber seinen Umwelten aufrechterhält. Eine solche Konzeption bedeutet zugleich, dass das System durch Eingriffe von außen nie voll steuerbar oder kontrollierbar ist. Andererseits ist eine solche Systemkonzeption offen gegenüber Quantifizierungen und gut kompatibel mit verschiedenen modernen Modellierungsansätzen.

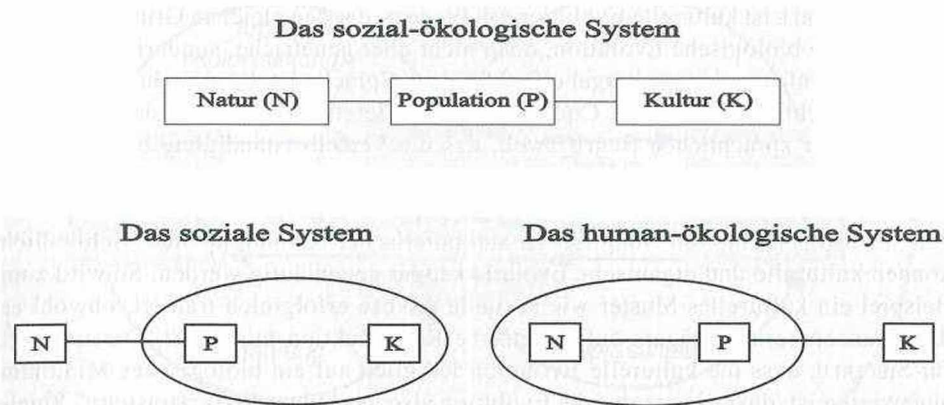
5. Vor größere und zum Teil noch ungelöste Schwierigkeiten stellte uns der Bezug auf eine geeignete Gesellschaftstheorie. Vor dem Hintergrund der unter 4. genannten Entscheidung zugunsten einer systemischen Metatheorie lag es nahe, an LUHMANN und seine Konzeption von Gesellschaft als System rekursiver Kommunikation anzuschließen. LUHMANN versucht, eine Reihe von Begriffen aus der Biologie zu übertragen und so zu gebrauchen, dass sie dort nicht Anstoß erregen (wie das ansonsten häufig der Fall ist, wenn Sozialwissenschaftler biologische Konzepte zu Analogiebildungen gebrauchen). Dank jahrzehntelanger sorgfältiger Ausarbeitung ist diese Gesellschaftstheorie sehr elaboriert und konsistent. Aber die Grundidee LUHMANNs, soziale Systeme als Systeme rekursiver Kommunikation aufzufassen, hebt sie völlig aus dem naturalen Bezug heraus. Für LUHMANN gehört sogar der Mensch zur Umwelt, er ist nicht Teil sozialer Systeme – anders als in den meisten übrigen soziologischen Theorien, die Gesellschaft als Verbindung einer Population mit einem sozialen Regelsystem zeichnen. Es gelingt ihm, mit dieser Reduktion des Sozialen auf rekursive Kommunikation ein hohes Maß an Konsistenz und innerer Geschlossenheit zu erzielen, die es erleichtert, an ähnlich geartete Theorien über naturale Systeme anzudocken (vgl. LUHMANN 1986). Paradoxe Weise könnte die Selbstbeschränkung dieser Theorie auf Kommunikationsprozesse die interdisziplinäre Kooperation begünstigen: Nichts steht der disziplinübergreifenden Theoriebildung nämlich mehr im Wege, als wenn von beiden Seiten im Brustton der fachlichen Überzeugung dieselben Gegenstände völlig unterschiedlich konzeptualisiert werden, und diese Gefahr ist zwischen einer Soziologie à la LUHMANN und zum Beispiel humanbiologischen Ansätzen kaum gegeben. Bei LUHMANN finden sich neben seinem Grundmodell autopoietischer Systeme Konzepte wie Kontingenz, die Unterscheidung von sozialen Systemen in Interaktionssysteme, Organisationen, Funktionssysteme, Gesellschaft oder Klassifikationen von Arten der Systemdifferenzierung (funktionale, hierarchische, segmentäre) – allesamt geeignete, auch in der Analyse von Gesellschaft-Natur-Verhältnissen brauchbare Unterscheidungen. Eines kann allerdings mit der LUHMANN'schen Theorie nicht gelingen: zu erklären, wie soziale Systeme naturale Systeme real beeinflussen können. Wenn ein soziales System als System rekursiver Kommunikation aufgefasst wird, also anders gesagt, als ein symbolisches System, muss man eine Zusatzklärung oder Zusatzannahmen dafür haben, wie denn dieses symbolische System materielle Realitäten verändern kann. Man braucht ein Bindeglied zwischen diesem System rekursiver Kommuni-

kation und der naturalen Wirklichkeit, ein Bindeglied, das energetisch und materiell einwirken kann auf die naturale Wirklichkeit. Ein solches Bindeglied muss ja wohl der Mensch oder die menschliche Population sein: Sie ist einerseits in der Lage, zu kommunizieren, Kommunikation zu „verstehen“ und sich durch Symbole, Zeichen, „Sinn“ und Kommunikation „bewegen“ zu lassen, und andererseits in der Lage, energetisch-materiell zu funktionieren, raum-zeitliche Realitäten zu verändern (vgl. SIEFERLE 1997b). Neben Menschen kommen auch noch andere solche Bindeglieder in Frage, die kommunikativ geprägt oder empfänglich und zugleich biophysisch real sind (wie z.B. Haustiere und Computer, „Technologie“ oder, noch weiter gehend, Artefakte aller Art). In unseren theoretischen Arbeiten tendieren wir also dazu, soziale Systeme allgemein und Gesellschaft im Besonderen als strukturelle Koppelung zwischen einem nach LUHMANN gefassten sozialen System und bestimmten biophysischen Strukturen aufzufassen (vgl. FISCHER-KOWALSKI & WEISZ 1999). Nach unseren Erfahrungen bietet ein solches Modell eine gute Ausgangsposition dafür, Interaktionsprozesse von sozialen mit naturalen Systemen darzustellen.

Von diesen allgemeinen paradigmatischen Überlegungen bis zu einer präziseren Konzeptualisierung von Gesellschaft-Natur-Interaktionen liegt eine Wegstrecke, auf der uns der im Folgenden dargestellte Ansatz des Soziologen und Historikers Rolf Peter SIEFERLE hilfreich war.

SIEFERLE (1997a) entwickelt das Modell eines „sozialökologischen Systems“, das gleichermaßen Anschluss an die humanökologische Theoriebildung (z.B. BOYDEN 1992) wie an die soziologische Systemtheorie LUHMANN'scher Prägung leisten soll. Dieses sozialökologische System besteht aus drei Elementen (vgl. Abb. 1):

1. Natur (N) im Sinne eines ökologisch geordneten Systems: „Zu N können prinzipiell sämtliche materiellen Elemente der Wirklichkeit gehören, sofern es sich nicht um Menschen handelt. N bildet einen spezifischen Ordnungszusammenhang, der sich darin ausdrückt, dass es gelingt, bestimmte unwahrscheinliche Zustände zu erzeugen und über längere Zeiträume hinweg aufrechtzuerhalten“ (SIEFERLE 1997a, S. 38).
2. Die physische menschliche Population (P), „... soweit sie zu materiellen Wirkungen fähig ist. Hierher gehören also die menschlichen Körper mit ihren spezifisch biologischen bzw. genetisch verankerten Eigenschaften. Die Population bildet eine Schnittstelle: Sie ist Informationsträger für K und Funktionsträger hinsichtlich N. Ihre genuine Leistung besteht in der Umsetzung von (symbolischen) Informationen in (materielle) Funktionen.“ (S. 38).
3. Die symbolische Kultur (K) „... als Ensemble derjenigen Informationen, die im menschlichen Nervensystem und anderen Informationsträgern gespeichert sind. Die Kultur hat ihrerseits Systemcharakter, sie ist in unterschiedliche Subsysteme ausdifferenziert und enthält ein autopoietisches Potential, da in ihr autonome kommunikative Rekursionen stattfinden, die spezifische Musterbildungen zur Folge haben.“ (S. 38).



Quelle: SIEFERLE (1997a)

Abb. 1: Der sozialökologische Wirkungszusammenhang nach SIEFERLE

Für analytische Zwecke kann diese Struktur dreier Elemente in zwei Systeme zerlegt werden (vgl. Abb. 1):

Ein materiell-humanökologisches System, bestehend aus den physischen Menschen und der Natur, würde einer naturwissenschaftlichen Humanökologie entsprechen, die Menschen über ihre physischen Interaktionen mit Natur analysiert, jedoch den eigenständigen Charakter von Kultur nicht erfassen kann. Der „Mensch“ erscheint hier als reines Naturwesen, oder anders gesagt, Kultur ist für das humanökologische System lediglich unspezifische Umwelt.

Das Spezifische menschlicher Gesellschaften ist die Einheit von Population und Kultur. Diese Einheit soll nicht als „Mensch“, sondern als „Gesellschaft“ oder „soziales System“ bezeichnet werden, da der Begriff „Mensch“ nicht die besondere überindividuelle und historisch differenzierte Struktur des kulturellen Systems enthält. In dieser Perspektive gehört die Natur zur Umwelt des Systems (SIEFERLE 1997a, S. 39). Als Bindeglied und gemeinsames Element des „humanökologischen“ und des „sozialen Systems“ fungieren demnach die menschlichen Körper „als Amphibien der materiellen und symbolischen Wirklichkeit“ (SIEFERLE 1997a, S. 38).

Während formal SIEFERLES Modell also dem humanökologischen von BOYDEN sehr ähnlich ist, weist es in der konzeptiven Spezifikation der Elemente entscheidend darüber hinaus: Es unterlegt ein Verständnis von „Kultur“ als objektiviertes (d.h. vom jeweiligen subjektiven Bewusstsein von Menschen abgehobenes) System, dem autopoietische Eigenschaften zugeschrieben werden. Während BOYDEN sich damit zu behelfen sucht, dass er dem Menschen als Spezies eine „aptitude for culture“ (BOYDEN 1992, S. 74f.) zuschreibt, aus der dann in nicht näher spezifizierter Weise Kultur „emergiert“, die das Verhalten des Einzelindividuums steuert, beschreibt SIEFERLE explizit die Bedingungen der Evolution von „Kultur“ als ein „Ensemble rekursiver Kommunikationen“, das dazu tendiert, Systemcharakter zu gewinnen.

Für SIEFERLE ist kulturelle Evolution ein Prozess, der den gleichen Grundprinzipien folgt wie die biologische Evolution, doch nicht über genetische, sondern über extrasomatische Informationsweitergabe funktioniert. Sprache ist dabei nicht die einzige, aber die wichtigste kulturelle Codierung. Es ist letztlich vor allem das gewaltige Potenzial der sprachlichen Begriffswelt, das die Verselbstständigung einer symbolischen Welt ermöglicht. Kulturelle Evolution beginnt zwar, da sie aus der organischen entsteht, adaptiv, doch findet durch die Verselbstständigung der symbolischen Welt eine Transformation von Adaption zu autopoietischer Autonomie statt. Schließlich können kulturelle und organische Evolution sogar gegenläufig werden. So wird zum Beispiel ein kulturelles Muster wie sexuelle Askese erfolgreich tradiert, obwohl es die Chancen seines Trägers auf genetische Reproduktion minimiert. Daraus folgt für SIEFERLE, dass die kulturelle Evolution lediglich auf ein biologisches Minimum angewiesen ist, dass die organische Evolution also der kulturellen „parasitären“ Spielräume offen lässt. Darin begründet sich letztlich auch die formelle Möglichkeit einer anthropogenen Umweltkrise.

Die „extrasomatische Tradierung von Informationen“ in den Zusammenhang biologischer Evolution zu stellen, aber zugleich verständlich zu machen, dass die Selektion eines kulturellen Musters (jenseits des biologischen Minimums) immer nur nach Kriterien symbolisch-kommunikativer Art erfolgt, ermöglicht einen Brückenschlag von der Humanökologie zu einer Gesellschaftstheorie LUHMANN'scher Prägung. Was SIEFERLE mit „Kultur“ bezeichnet, ist im Wesentlichen gleichbedeutend mit dem, was LUHMANN unter sozialem System versteht.

Auf der Grundlage der vorangestellten Überlegungen haben wir den Versuch gemacht, Gesellschaft als strukturelle Koppelung eines kulturalen Systems (das in etwa dem entspricht, was LUHMANN unter „sozialem System“ versteht) mit biophysischen Elementen aufzufassen. Gesellschaft, so verstanden, ist eine soziale Organisationsform, die dazu dienen soll, eine bestimmte Bevölkerung (oder Population) in einem bestimmten Territorium kulturell und biophysisch zu reproduzieren. Damit man Gesellschaft überhaupt eine solche Funktion zuschreiben kann (die wir an anderer Stelle eingehend diskutiert haben; vgl. dazu WEISZ et al. 2001), muss man sie als strukturelle Koppelung oder als Hybrid von einem kulturalen (oder kommunikativen) System und einem Ensemble biophysischer Elemente bzw. Strukturen auffassen.

Abbildung 2 skizziert, wie eine so verstandene menschliche Gesellschaft sich gegenüber naturalen Systemen verhält. Die Hintergrundfolie bietet die klassische cartesische Unterscheidung von naturalem Wirkungszusammenhang (materielle Welt, „*res extensa*“) und kulturelem Wirkungszusammenhang („*res cogitans*“). Die Phänomene innerhalb des naturalen Wirkungszusammenhangs sind raum-zeitlich strukturiert und unterliegen jenen Gesetzmäßigkeiten, die von den Naturwissenschaften beschrieben werden. Die Phänomene des kulturalen Wirkungszusammenhangs haben keine Masse, kein Volumen und auch keine zeitliche Ausdehnung, und sie folgen anderen Gesetzmäßigkeiten: Ob ein Satz logisch aufgebaut ist oder nicht, ein Gut bezahlbar, ein Befehl befolgsam oder eine Entschuldigung als solche erkannt werden kann, spielt im Medium des Sinns und seiner kommunikativen Reproduktion und ist von naturalen Dimensionen wie der Massenanziehung oder der Lichtgeschwindigkeit völlig unabhängig. Unzweifelhaft aber sind auch Elemente des kulturalen Wirkungszusammen-

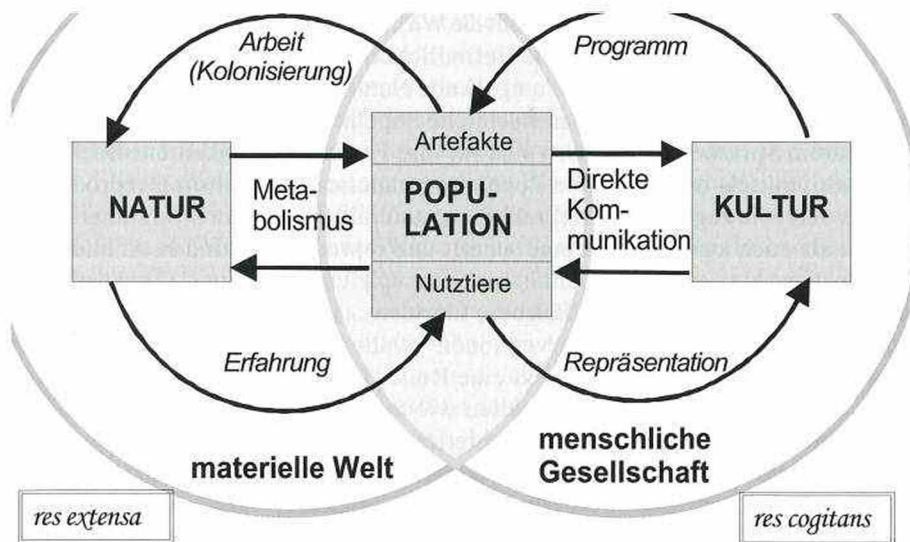


Abb. 2: Interaktionsmodell Gesellschaft – Natur

hangs keineswegs beliebig angeordnet und entbehren nicht einer Folgerichtigkeit, die formal Wissenschaften wie die Linguistik oder die Mathematik, inhaltlich zahlreiche Geistes- und Kulturwissenschaften beschreiben.

In welchem Verhältnis aber stehen die beiden Wirkungszusammenhänge oder Welten zueinander? Darüber lassen sich in der gesamten Religions- und Philosophiegeschichte die unterschiedlichsten Auffassungen finden – in einem Spektrum von metaphysischen Positionen, denen gemäß die Welt des Geistes die materielle Welt hervorbringt, bis zu materialistischen Positionen, denen gemäß die materielle Welt die evolutionäre Basis für die Entstehung von Sinnstrukturen schafft, oder platter, denen gemäß Kultur bloß eine selektive Widerspiegelung der materiellen Welt darstellt. Unser eigener – dieser großen Geistesgeschichte gegenüber bescheidene und eher nach dem Gesichtspunkt der Brauchbarkeit als dem des ontologischen Status gewählte – Ansatz fragt nach den Reproduktionsbedingungen der Elemente, die diese beiden Welten bewohnen. Diese Frage führt zur Entdeckung von Systemen, die für ihre Reproduktion beider Wirkungszusammenhänge bedürfen, also „hybride“ Systeme sind.¹⁾ Sofort fällt dabei die menschliche Population auf: In ihrer körperlichen Existenz bedarf sie eines ständigen materiellen Austauschs mit einer ganzen Anzahl natürlicher Systeme, und zweifellos

¹⁾ Dieser Begriff wurde von B. LATOUR eingeführt als Kritik an einem naiven Verständnis naturwissenschaftlicher Wahrheiten und als Kennzeichnung jener Objekte, die als menschliche Kreationen zugleich natürlichen Logiken folgen, „Mischwesen“ nennt er sie an anderer Stelle (LATOUR 1998). Auch wenn unsere Argumentation insgesamt einer anderen Stoßrichtung folgt, gleicht sich hier der Gebrauch der Begriffe ziemlich genau.

beeinträchtigt auch die beste Erziehung nicht die Wirkungen von Schwerkraft, chemischen Substanzen oder Temperaturen auf die Befindlichkeit. Dank derselben körperlichen Existenz vermag sie physisch auf die umgebende Natur einzuwirken und sie zu verändern. In ähnlicher Weise bedarf die menschliche Population kultureller Reproduktion: Sinnstrukturen, Sprachen und Wissen sind für ihre Funktionsfähigkeit unentbehrlich. Die Prozesse, mittels derer sich die Population materiell und kulturell reproduziert und mittels derer sie zugleich sowohl zahlreiche naturale Systeme in bestimmter Weise beeinflusst als auch kulturelle Systeme schafft und reproduziert, sind in Abbildung 2 folgendermaßen skizziert: Im Verhältnis zur Natur spielen „Erfahrung“ (ein komplexer Prozess aus Sinneswahrnehmung, Erleben, Erleiden ...) als gewissermaßen passiver, „Arbeit“ (auch „kolonisierende Interventionen“, siehe dazu weiter unten) als von der Population aus gesehen aktiver Prozess eine Rolle. Beides sind hybride Prozesse in dem Sinn, dass sie zugleich auf materiellen wie auf kulturellen Wirkungen beruhen: Keine Sinneswahrnehmung bleibt uninterpretiert, wird zu „Erfahrung“ erst vor dem Hintergrund vorhandenen Wissens. „Arbeit“ ist ein sinnhafter, intentionaler Prozess und entfaltet zugleich physische Wirkungen, die in irgendeiner Weise proportional sind zur dabei aufgewendeten Energie und vorhandenen Körperkraft. Die direkteste Verbindung zwischen Population und Natur ist in Abbildung 2 als metabolische beschrieben: die Aufnahme von Material und Energie und deren Umwandlung in Lebenserhaltung, Arbeitsvermögen und schließlich Ausscheidungsprodukte. Auch hier, bei gleichzeitig hoher materieller Determination, sind kulturelle Wirkungen unverkennbar: Fast alle Religionen normieren die zulässige Ernährung, und welche Materialien darüber hinaus in gesellschaftlichen Stoffwechselprozessen wie viel verarbeitet und in welcher Weise sie als Abfallprodukte ausgeschieden werden, ist Gegenstand technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher und im engeren Sinn kultureller Regeln.

In die andere Richtung funktioniert, so glauben wir, aktuelle Kommunikation als wichtigstes Bindeglied zwischen der Population und der „Kultur“. Kommunikation meinen wir durchaus in jenem allgemeinen Sinn, den LUHMANN diesem Begriff unterlegt. Dies schließt also zum Beispiel durchaus Marktprozesse (Kaufen – Verkaufen), Entscheidungsprozesse in Organisationen oder Rechtsverfahren ein. Andererseits werden Erfahrungen kulturell repräsentiert (zum Beispiel erzählt, beschrieben, wissenschaftlich codiert) und finden so auf inkrementelle Weise Eingang in gesellschaftlich objektiviertes Sinnverständnis und Wissen. Umgekehrt wirkt Kultur als handlungsleitendes Programm sowohl instrumentell-analytisch als auch normativ. Auch alle diese Prozesse sind nicht rein „kultural“, sondern materiell hybridisiert: Aktuelle Kommunikation bedarf der menschlichen Körper als Trägermedium, menschlicher Lebenszeit als Ressource, und sie unterliegt dem Einfluss technischer Infrastrukturen. Die Repräsentation von Erfahrungen wird mitbestimmt durch technisch vermittelte Wahrnehmungs- und Analysemöglichkeiten. Handlungsprogramme beziehen sich auf den Optionenraum von Handlungen, die technisch möglich erscheinen.

Angesichts dieser Dominanz des „Hybriden“ bei allen sozialen Vorgängen kann man sich natürlich fragen, wozu denn die dualistische Hintergrundunterscheidung überhaupt gut und notwendig ist. Ist sie vielleicht ein endlich über Bord zu werfendes geistesgeschichtliches Relikt? In unseren Augen ist dies nicht eine ontologische,

sondern eine pragmatische Frage. Letztlich geht es bei Erfolg versprechenden interdisziplinären Ansätzen darum, eine möglichst tragfähige Art von „soft coupling“ zwischen unterschiedlichen wissenschaftlichen Traditionen bereitzustellen, die es erlaubt, vorhandene elaborierte Theorien und Forschungserfahrungen miteinander in möglichst friktionsfreier und fruchtbarer Weise zu verbinden. Die Aufmerksamkeit und Kraft muss sich dabei auf mögliche Bindeglieder richten, und nicht darauf, schnell neue Konzepte und Erklärungen für komplexe Phänomene zu erfinden, denen sich ohnehin seit längerem ganze Wissenschaftszweige widmen. In unserer Arbeit hat es sich bewährt, mit einer solchen traditionellen Dichotomie zu operieren (mit der Schlüsselinnovation allerdings, sie nicht als „mutually exclusive“, sondern überlappend zu handhaben), weil es dadurch möglich ist, etablierte Wissenschaftstraditionen authentisch und ohne große Revisionen in den Dienst einer neuen interdisziplinären Aufgabe zu stellen. Vielleicht unterstützt auch folgende Analogie das Verständnis für unsere epistemologische Entscheidung. Man könnte, was menschliches und gesellschaftliches Handeln anlangt, den naturalen und kulturalen Wirkungszusammenhang als Verhältnis von Hardware und Software illustrieren. Hardware und Software werden auf sehr unterschiedliche Weise produziert und haben jedes für sich spezifische unterschiedliche Funktionsvoraussetzungen. Niemand wird eine Schraube drehen, wenn ein Makro nicht tut, was es soll, und umgekehrt wird niemand auf einer Hardware, die in die Badewanne gefallen ist, eine neue Software laden, um sie neuerlich in Gang zu setzen. Hardware unterliegt der Abnutzung und Alterung, und sie braucht Energie, um Operationen ausführen zu können. Software unterliegt keinen entropischen Prozessen (höchstens das materielle Medium, auf dem sie gespeichert ist), aber sie kann kulturell obsolet werden, wenn es viel bessere Substitute gibt oder die Hardware, für die sie gemacht ist, außer Gebrauch kommt. Hardware und Software müssen, um ein reibungsloses Funktionieren des Gesamtsystems zu ermöglichen, aufeinander abgestimmt und miteinander verkoppelt sein; diese Koppelung ist aber lösbar, und beide können auch mit anderen Partnern kooperieren. Ungefähr so stellen wir uns den Bereich vor, den wir in Abbildung 2 als Überlappung von naturalem und kulturelem Wirkungszusammenhang skizziert haben.²⁾

Auf dieser Grundlage lässt sich nun die eigentliche sozialökologische Aufgabe präzisieren. Sie besteht darin, die zwischen dem kulturalen und dem naturalen Geschehen vermittelnden Elemente und Prozesse in einer Weise zu spezifizieren, dass daraus ein klares und empirisch zu realisierendes Forschungsprogramm entsteht, das zu den eingangs genannten Problemlösungen beizutragen vermag. Als Kernstück dieser Vermittlung betrachten wir die mit sozialen Systemen, und insbesondere mit Gesellschaft verkoppelten biophysischen Strukturen und ihre Dynamik. Die biophysischen

²⁾ Wie diese Koppelung allerdings konkret erfolgt, ist hoch komplex und Gegenstand zahlreicher Forschungsbereiche, von der Gehirnforschung bis zur Psychosomatik, von der Fahrzeugtechnik bis zu der Verkehrserziehung, der Medien- und Kommunikationsforschung, den Ernährungswissenschaften ... Man muss auch einräumen, dass es nicht nur die Anordnung gibt, bei der eine kulturelle Software auf einer materiellen Hardware aufsitzt; im Falle der Genausstattung muss man wahrscheinlich von einer naturalen Software ausgehen, die unter Umständen mit einer kulturalen in Konkurrenz tritt: der altbekannte „nature versus nurture“-Konflikt.

Strukturen von Gesellschaft sind es, die in unmittelbare Interaktion mit naturalen Systemen, oder anders gesagt, der natürlichen Umwelt, treten, auf diese einwirken und von dieser beeinflusst werden. Diese biophysischen Strukturen lassen sich in aufeinander bezogene Bestände und Flüsse differenzieren (vgl. Tab. 1).

Bestände	Flüsse
Bevölkerung (nach Alter, Geschlecht strukturiert)	natürliche Reproduktion Wanderungen Lebenszeit / Arbeitszeit
andere biophysische Bestände (Infrastruktur, Vieh, dauerhafte Güter)	energetisches Input / Output materielles Input / Output
Territorium (nach verschiedenen Dimensionen strukturiert)	Nutzung von Wasser Aneignung von pflanzlicher Primärproduktion

Tab. 1: Grundlegende biophysische Merkmale von Gesellschaft

Mit der Analyse dieser biophysischen Strukturen von sozialen Systemen wollen wir ein Bindeglied bereitstellen, das erlaubt, einerseits zu verstehen, wie bestimmte soziale Systeme ihre natürliche Umwelt mehr oder minder dauerhaft verändern, also welche „pressures“ sie gegenüber bestimmten natürlichen Systemen ausüben und welche Impacts daraus folgen. Auf der anderen Seite wollen wir dazu beitragen, zu verstehen, welche gesellschaftlichen Kommunikations- und Organisationsvoraussetzungen die Reproduktion bestimmter biophysischer Strukturen hat und welche Wahrnehmungs- und Repräsentationsweisen von Natur sich daraus ergeben (vgl. Abb. 2). Diese biophysischen Strukturen oder Kompartimente stellen unserer Ansicht nach den hybriden „Kern“ sozialer Systeme dar, und die Forschungsaufgabe besteht jeweils darin, die Art der Verkoppelung sowohl mit kulturalen (also ökonomischen, rechtlichen, alltagskulturellen etc.) als auch mit Prozessen der natürlichen Umwelt zu beschreiben. In unseren bisherigen Forschungsarbeiten haben wir nicht alle der in Tabelle 1 genannten biophysischen Bestände und Flüsse gleichermaßen bearbeitet. So haben wir uns erst in den letzten Jahren demographischen Fragen zugewendet und Fragen der Populationsdynamik und der gesellschaftlichen Zeitverwendung zum Thema gemacht (FISCHER-KOWALSKI 2003, WEISZ et al. 2005). Mit den anderen biophysischen Beständen, wie Infrastruktur, Nutztiere und Artefakte, und den zu ihrer Reproduktion erforderlichen energetischen und materiellen Flüssen haben wir uns allerdings sehr ausführlich für gegenwärtige Industriegesellschaften, historische Gesellschaften und Entwicklungsländer auseinander gesetzt und unter dem Sammelbegriff „gesellschaftlicher Stoffwechsel“ eine Vielzahl von Ergebnissen produziert, auf die im folgenden Abschnitt kurz eingegangen werden wird. Ebenso intensiv beschäftigten wir uns mit Fragen des Territoriums und seiner Nutzung.

3 Gesellschaftlicher Stoffwechsel, Kolonisierung von Natur und sozialökologische Regimes

Gesellschaftlicher Stoffwechsel oder auch Metabolismus geht aus von Gesellschaft als materiell offenem System, das aus der Biosphäre Ressourcen aufnimmt, diese transformiert und wieder an die Biosphäre abgibt. Gesellschaften organisieren Material- und Energieflüsse mit ihrer natürlichen Umwelt: Sie extrahieren Rohstoffe, verarbeiten sie zu Nahrung und anderen Produkten und schließlich – mit mehr oder weniger großer Zeitverzögerung – zu Abfällen und Emissionen. Wie sie das tun, welche anderen biophysischen Bestände sie dabei aufbauen und welche und wie große energetische und materielle Flüsse sie dafür in Gang setzen, hängt von den Technologien und der Lebensweise der Menschen ab. Cluster solcher Technologien beziehungsweise Lebensweisen kann man Subsistenzweisen (Adam SMITH), Produktionsweisen (Karl MARX) oder auch sozialökologische Regimes (Rolf-Peter SIEFERLE) nennen.

Probleme der Nachhaltigkeit von Wirtschafts- und Lebensweisen können auf beiden Seiten des gesellschaftlichen Stoffwechsels auftreten. Auf der Inputseite ist Ressourcenknappheit oder die Erschöpfung von Ressourcen das Kernproblem. Auf der Outputseite treten Nachhaltigkeitsprobleme dann auf, wenn Abfälle und Emissionen von der natürlichen Umwelt nicht mehr auf „unauffällige“ Weise integriert werden können, sondern zu Veränderungen in naturalen Systemen führen, die deren weitere Nutzung in Frage stellen oder verunmöglichen.

Inzwischen hat sich die Vorstellung von gesellschaftlichem Stoffwechsel als Driver von Umweltproblemen so weit durchgesetzt, dass Materialflusstaktiken in Europa und Japan Eingang in die jährliche öffentliche Statistik gefunden haben und methodische Anleitungen dafür sorgen, dass die Indikatoren in allen Ländern in ähnlicher Weise gemessen werden (EUROSTAT 2001). Für alle europäischen Länder (EU 15, in Kürze auch EU 26) gibt es seit 1970 inzwischen geschlossene und konsistente Zeitreihen für Materialflüsse (EUROSTAT 2005). An der Entwicklung dieser methodischen Standards und Daten hat unser Team einen wichtigen Anteil gehabt; eine gewisse Initialzündung kam dabei zwei Studien des World Resources Institute (MATTHEWS et al. 2000, ADRIAANSE et al. 1997) zu, die klarstellten, dass „physical accounting“ in Analogie zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung einen konsistenten Input-Output-Rahmen braucht und dass letztlich alle Materialflüsse, die in ein soziales System eingehen, aus diesem auch als Abfälle und Emissionen wieder ausgeschieden werden (auch wenn sie vorübergehend in Form von Beständen gespeichert sind) (vgl. Abb. 3).

Wie alle dynamischen Systeme, die aus materiellen Beständen und Flüssen bestehen, bedürfen auch Gesellschaften eines beständigen Energieflusses. Mittels welcher Energieträger dieser energetische Stoffwechsel erfolgt, wie reichlich diese zur Verfügung stehen und wie effizient sie genutzt werden, ist schon sehr früh als sozialwissenschaftlich relevante Frage gesehen worden: So war für SPENCER (1876) das verfügbare Energie-Surplus Maßstab gesellschaftlichen Fortschritts. Ähnlich argumentierte Wilhelm OSTWALD, für den die Möglichkeit gesellschaftlicher Entwicklung vor allem in der Effizienz der Energie-Konversion lag (vgl. OSTWALD 1909); und obwohl Max WEBER diese Argumentation als unzulässigen naturwissenschaftlichen Übergriff auf

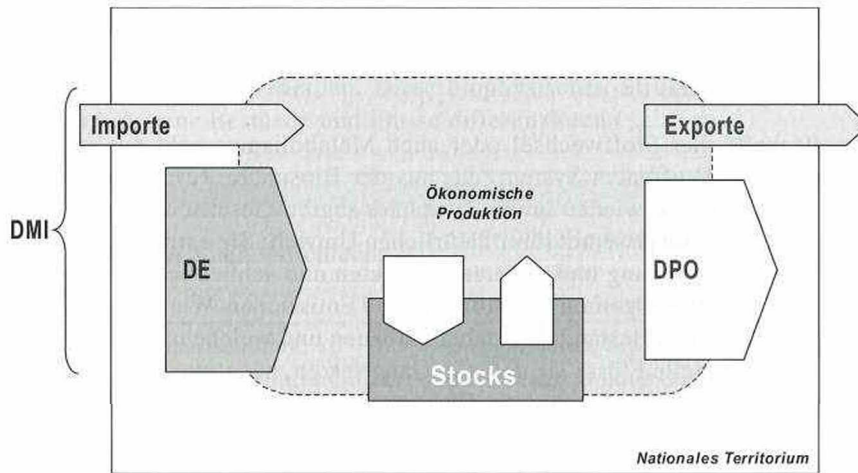


Abb. 3: Schematische Darstellung der Materialflüsse in und aus nationalen Ökonomien. DE: inländische Entnahme („domestic extraction“), DMI: Summe der sozio-ökonomischen Inputs („direct material inputs“), Stocks: Bestände und Lager, DPO: Summe der Emissionen und Abfälle („direct processed outputs“)

Gesellschaft zurückwies, sah auch er die Zukunft des Kapitalismus mit der Zukunft der Kohle eng verknüpft (WEBER 1909, WEBER 1920 [1904/1905]). Der Kulturanthropologe LESLIE WHITE ging so weit, „cultural evolution“ als Produkt von Energieverfügbarkeit und technologischer Effizienz mathematisch berechnen zu wollen (WHITE 1949). Eine weniger schematische und erstaunlich moderne Analyse des Zusammenhangs von gesellschaftlicher Organisation, Energiequellen und verfügbarem energetischen Surplus liefert COTTRELL (1955). Er zeichnet einen universalhistorischen Bogen von Jäger- und Sammlergesellschaften über Agrargesellschaften zur Industriegesellschaft und versucht dabei zu zeigen, wie die limitierende Bedingung der Konversion von Sonnenenergie durch Pflanzen (und indirekt durch Tiere und Menschen) dem sozial verfügbaren Energie-Surplus nur einen engen Spielraum lässt, womit auch das Ausmaß der Arbeitsteilung, der räumlichen Differenzierung, der Größe erfolgreich organisierbarer sozialer Gebilde u.a.m. Grenzen gesetzt waren („low energy societies“); SIEFERLE (1997b) lieferte schließlich eine moderne universalgeschichtliche Darstellung sozial-ökologischer Transformationen, deren Logik auf Energieträgern und deren Verfügbarmachung aufbaut und die die sich daraus ergebenden gesellschaftlichen Merkmale beschreibt. Während Technologiehistoriker sich darauf konzentrieren, gesellschaftliche Veränderungen als Ergebnis von menschlichem Erfindungsreichtum zu beschreiben und die Verbesserung der Effizienz von Prozessen zu konstatieren, fokussieren Historiker des gesellschaftlichen Metabolismus eher die mobilisierten energetischen Flüsse und die steigende „metabolische Rate“ (also Energieverbrauch pro Mensch und Zeiteinheit). Wir sprechen von sozialmetabolischen Regimes (vgl. dazu SIEFERLE 2000), die man bestimmten Subsistenzweisen zuschreiben kann. Gesellschaftlicher Metabolismus ist also etwas historisch Variables (vgl. FISCHER-KOWALSKI & HABERL 2007).

Gesellschaften stehen nicht nur in einem metabolischen Zusammenhang mit natürlichen Systemen. Die Transformation von Landschaft, zum Beispiel, ist nicht einfach ein metabolisches Folgeproblem, ebenso wenig wie die Veränderung von Tier- und Pflanzenarten im Gefolge von Züchtung. Diese Veränderungen sind vielmehr zu verstehen als ein Produkt der gesellschaftlichen Intervention in natürliche Systeme, der „gesellschaftlichen Kolonisierung natürlicher Prozesse“ (FISCHER-KOWALSKI & HABERL 1993, HABERL & ZANGERL-WEISZ 1997, FISCHER-KOWALSKI & HABERL 1998). Dieses Konzept schließt wie das Konzept des Metabolismus an bestimmte biophysische Merkmale von Gesellschaft (nämlich insbesondere: Arbeitszeit) an, ist aber etwas abstrakter und schlägt einen sehr expliziten Bogen zur natürlichen Umwelt.

Kolonisierung beschreibt die dauerhafte, gezielte und intendierte Beeinflussung natürlicher Prozesse durch die Gesellschaft als Vorleistung für die Befriedigung gesellschaftlicher Ansprüche an die natürliche Umwelt. Kolonisierung ist ein prozessuales Modell der Interaktion zwischen sozialen und natürlichen Systemen, das sowohl einen naturwissenschaftlichen Rahmen der Analyse erlaubt, indem zum Beispiel die Wirkung auf ökosystemare Energieflüsse, genetische Rekombination, Bodenchemismus etc. beschrieben wird, als auch einen sozialwissenschaftlichen Rahmen der Analyse, indem Kolonisierung als gesellschaftliches Handeln, als gesellschaftlicher Organisationsaufwand, als Arbeit, als Technik usf. aufgefasst wird (FISCHER-KOWALSKI & WEISZ 1998). Kolonisierung ist ein Konzept, welches mit den auch in der Humangeographie intensiv diskutierten Handlungstheorien kompatibel ist und damit eine gute Anschlussfähigkeit zu den Sozialwissenschaften aufweist. Kolonisierung kann in der Regel als intendierte Folge gesellschaftlichen Handelns beschrieben werden. Selbstverständlich ermöglicht der gewählte handlungstheoretische Zugang aber auch eine Analyse der nicht intendierten Folgen aus Kolonisierungsprozessen. Aufseiten der „kolonisierten“ natürlichen Systeme lässt sich beobachten, dass es eine stete Tendenz zur „Re-naturierung“ gibt, was nicht unbedingt ein Zurückfallen in den ursprünglichen Zustand, aber eine Abweichung von dem gesellschaftlich angestrebten Zielzustand bedeutet (vgl. Abb. 4), was durch beständige Beobachtung und Intervention abgewendet werden muss.³⁾

Um eine dauerhafte Interventionsleistung in natürliche Systeme erbringen zu können, müssen sich Gesellschaften intern in einer ganz bestimmten Weise organisieren. Sie müssen ihre Arbeitsteilung, ihre Ressourcenaufwendungen, ihr Zeitmanagement dementsprechend ausrichten. Eine bäuerliche Gemeinde muss ihre gesamte soziale Organisation darauf orientieren, in der Lage zu sein, ihre Felder zu bewirtschaften. Ihre Arbeitsteilung, Saisonalität, Eigentums- und Familienverhältnisse sind daher anders beschaffen als die einer Viehzüchtergemeinschaft, die mit Herden umherzieht und darauf orientiert ist, Kolonisierungsleistungen wie die Zucht von Kamelen und deren Ausbildung zu Tragtieren zu erbringen. Oder, auf die Moderne angewendet, wenn

³⁾ P. WEICHHART schlug vor, dies mit dem Konzept der Negentropie in Verbindung zu bringen. Nun ist es zwar richtig, dass kolonisierende Interventionen natürliche Systeme in einen Zustand zu bringen trachten, der gesellschaftlich „nützlicher“ ist (im Sinne der Thermodynamik eventuell zu übersetzen mit: geringere Entropie). Nun haben aber lebende Systeme von sich aus die Tendenz und Fähigkeit, der Entropie entgegenzuwirken. Ob nun die gesellschaftlich herbeigeführten Zustände in irgendeinem allgemeinen Sinn negentropischer sind als jene, zu denen die betroffenen Systeme von selbst tendieren würden, ist nicht ohne weiteres abzuschätzen.

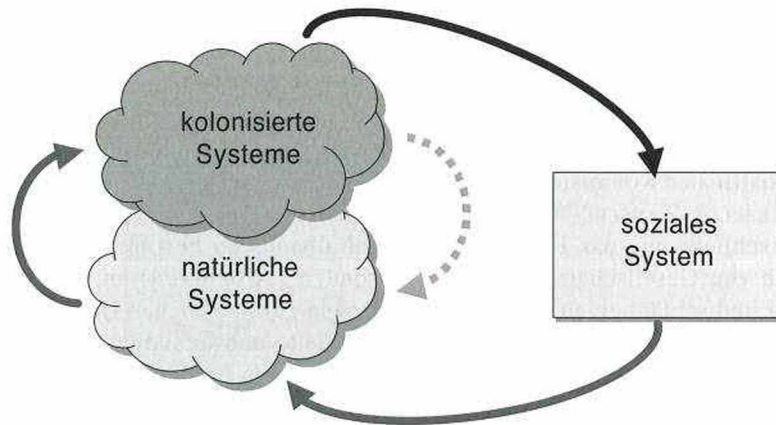


Abb. 4: Schematische Darstellung kolonisierender Interventionen

Gesellschaften sich entscheiden, in großem Maßstab in Kernenergie zu investieren und sie zu verwenden, dann werden sie ihre soziale Organisation darauf abstellen, die Risiken und Nebenfolgen dieses Prozesses über lange Zeiträume zu überwachen – solche Gesellschaften werden anders organisiert sein als jene, die sich mit dezentraler Fotovoltaik versorgen. Damit soll nicht gesagt sein, dass bestimmte Kolonisierungsaufgaben nur mit je einer sozialen Organisationsform kompatibel sind – hier bestehen gewiss Spielräume. Dennoch wird nach dieser Theorie erwartet, dass Gesellschaften mit ähnlichen Kolonisierungsregimes nicht nur ähnliche Umweltprobleme, sondern auch ähnliche Sozialstrukturen und kulturelle Muster haben.⁴⁾

Auch bei Kolonisierung handelt es sich um ein historisches Konzept. Es gibt historisch-spezifische Kolonisierungsregimes. Man kann sagen, Kolonisierung beginnt mit der neolithischen Revolution, mit der Einführung der Landwirtschaft. Ab hier beginnt die menschliche Gesellschaft, von Kolonisierungsleistungen abzuhängen, Kolonisierung wird zu einem wesentlichen Bestandteil der gesellschaftlichen Organisation und des Gesellschaft-Natur-Verhältnisses. Im 19. Jahrhundert verändert die industrielle Revolution das metabolische Regime, indem die energetische Basis auf fossile Energiequellen umgestellt wird. Das Kolonisierungsregime der Agrargesellschaft blieb noch weitgehend unverändert aufrecht. Wie jedoch in einer Reihe historischer Arbeiten gezeigt werden konnte (KRAUSMANN 2004, SIEFERLE et al. 2006), hat seit dem Ende des Zweiten Weltkriegs die Nutzung fossiler Energieträger in der Landwirtschaft (direkt und indirekt) dann auch das Kolonisierungsregime dramatisch verändert. Heute stehen wir vielleicht mit den neuen Biotechnologien vor einer neuerlichen Schwelle von Veränderungen unseres Kolonisierungsregimes.

⁴⁾ Hier könnte man natürlich fragen, was denn dann Kolonisierung vom viel gebräuchlicheren Konzept der Technologie unterscheidet. Unserer Meinung nach besteht der wichtigste Unterschied in der Symmetrisierung der Betrachtung. Akteur von Technologie ist ausschließlich die Gesellschaft; sie wird auf Natur als passives Objekt angewendet, und dabei entstehen unter Umständen bestimmte Risiken. Die strukturelle Veränderung von Natur und die Rückwirkungen derselben auf Gesellschaft werden aber in diesem Begriff überhaupt nicht mitgedacht.

4 Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Territorium⁵⁾

Metabolismus und Kolonisierung sind an räumlich differenzierte naturale Systeme gebunden. Diese Verknüpfung führt zu einer Ausdifferenzierung gesellschaftlicher Organisation im Raum. Im Rahmen des sozialökologischen Ansatzes stellt sich die Frage nach der Beziehung zwischen den metabolischen Prozessen und dem Territorium von Gesellschaften. In der Soziologie wie Ökonomie ist der Prototypus von „Gesellschaft“ zumeist der Nationalstaat. Der Nationalstaat ist an ein Territorium, an eine Landesfläche geknüpft, innerhalb der seine politischen, rechtlichen und ökonomischen (z.B. Währung) Regelungsmechanismen Geltung haben. Territorium ist jeweils nicht nur ein Herrschaftsraum, innerhalb dessen bestimmte steuernde Eingriffe legitim sind, sondern auch ein Naturraum, ein Ensemble topographischer und naturräumlicher Gegebenheiten, das für gesellschaftliche Reproduktion bestimmte Möglichkeiten und Hindernisse bietet. Das Territorium ist daher bedeutsam als Quelle natürlicher Ressourcen, die mittels wirtschaftlicher Prozesse angeeignet werden können, und auch als Depositionsterrain für die Abfallprodukte dieser Prozesse. Während man bei tierischen Populationen allerdings aus der spezifischen Nahrungsdichte eines Territoriums auf die Populationsdichte, also auf die „carrying capacity“, beziehungsweise auf das mögliche Wohlergehen einer Population bestimmter Größe schließen kann, ist das bezogen auf menschliche Populationen ein nur unter sehr seltenen Umständen anwendbares Modell. Gesellschaften verändern gezielt die „carrying capacity“ eines Territoriums durch kolonisierende Eingriffe, und das Verhältnis von Populationsdichte und Flächenbedarf ist – zumindest in historischer Betrachtung – dynamisch. Zudem kann durch Handel, das heißt durch materiellen Austausch zwischen Territorien, dieses Verhältnis von Populationsdichte und Fläche nachhaltig verändert werden. Typischerweise müssen Gesellschaften ihren Ressourcenbedarf nicht ausschließlich innerhalb ihres Territoriums befriedigen, sondern können über dieses hinaus via Tausch, Handel oder Tributpflichten die Ressourcenbasis anderer sozialer Systeme (und damit indirekt deren Territorien) regelmäßig nutzen. Dies bietet einen Ansatzpunkt für die Herausbildung einer Arbeitsteilung zwischen sozialen Systemen, einer Arbeitsteilung, die zugleich eine räumliche Arbeitsteilung zwischen Territorien ist.⁶⁾

⁵⁾ Die Ausführungen in diesem Abschnitt beziehen sich auf Überlegungen, welche in FISCHER-KOWALSKI & ERB 2003 entwickelt wurden.

⁶⁾ Die früheste und ubiquitärste dieser Differenzierungen ist wohl die zwischen urbanen Zentren und ihrem „Hinterland“. Ab einer gewissen Bevölkerungsdichte in einem Territorium scheint regelmäßig eine solche Zentrum-Peripherie-Struktur zu entstehen (vgl. BOSERUP 1981), die den Transport von Ressourcen zumindest innerhalb des Territoriums voraussetzt. Anhänger der World Systems Theory vertreten die These, dass die wirtschaftlichen und sozialen Dominanzverhältnisse zwischen den Gesellschaften einer bestimmten Epoche von der Ressourcenausstattung des eigenen Territoriums, darüber hinaus aber vom Erfolg darin bestimmt werden, die Ressourcenbasis anderer Territorien sich zu günstigen Bedingungen nutzbar zu machen (CICCANTELL 1998, GOLDFRANK et al. 1999, CHEW 1999). Die Bedeutung von Tausch, Handel oder Tributleistungen in unserem Zusammenhang liegt darin, dass in den solcherart verknüpften Territorien Materialflüsse auftreten, die aufgrund des bloßen Gesellschaft-Umwelt-Austausches im Dienste des Metabolismus der eigenen Population nicht oder nicht in diesem Umfang auftreten würden. Damit entstehen für die Populationen, oder jedenfalls für ihre Eliten, in den jeweiligen Territorien biophysisch wie kulturell Möglichkeiten, die sie sonst nicht hätten (es entstehen aber natürlich auch Abfälle in einer Konzentration, in der sie sonst nicht auftreten würden).

Auf die Größe der miteinander in Austausch stehenden Bevölkerung und ihre Dichte im Raum (also die Relation zwischen den beiden Bestandsgrößen Population und Territorium) hat schon einer der Gründungsväter der Soziologie, nämlich Emile DURKHEIM, 1893 (1973) in seinen Abhandlungen zu sozialer Arbeitsteilung Bezug genommen. Er betrachtete bestimmte Schwellenwerte von Dichte als Voraussetzung dafür, dass es überhaupt zu differenzierter Arbeitsteilung und damit zu bestimmten Formen von Interdependenz und „Solidarität“ (Zusammenhalt) kommen kann. Ganz ähnlich analysiert die Agrar- und Entwicklungshistorikerin Ester BOSERUP (1965, 1981) den Zusammenhang zwischen gesellschaftlicher Entwicklung und Bevölkerungsdichte. Sie hat allerdings eine differenziertere Perspektive anzubieten, die an die oben beschriebenen metabolischen Überlegungen anschließt. BOSERUP (insbesondere 1981) führt ihren Ansatz sowohl universalhistorisch als auch in der Beschreibung gegenwärtiger Prozesse in Entwicklungsländern in vielen Einzelheiten empirisch aus. Die Umweltfolgen bleiben dabei allerdings weitgehend implizit. Wie leicht ihre Analyse in Richtung dieser Umweltfolgen ausgebaut werden kann, zeigen jedoch die Arbeiten eines ihrer Schüler, R.M. NETTING (1986, 1981).

Für BOSERUP bedeutet höhere Bevölkerungsdichte einerseits die Verfügung über ein höheres Maß an gesellschaftlicher Arbeitskraft und damit die Möglichkeit, Infrastrukturen (der Landwirtschaft, des Transportes etc.) zu errichten und zu erhalten sowie eine intellektuelle Elite auszubilden, die diese weiterentwickeln kann. Andererseits bedeutet höhere Bevölkerungsdichte eine prinzipiell geringere Ressourcendichte im Raum, also eine Verknappung natürlicher Ressourcen. Die Vorteile höherer Dichte kommen also nur dann zur Geltung, wenn sie die Ressourcenverknappung technologisch oder militärisch aufwiegen können. BOSERUP geht davon aus, dass unter vormodernen Bedingungen grob geschätzt zehn landwirtschaftlich arbeitende Personen erforderlich sind, um die Nahrung für eine weitere Person dauerhaft als Überschuss zu produzieren. Das bedeutet, dass urbane Zentren ein Hinterland mit der zehnfachen Bevölkerung brauchen; dieses Hinterland muss zudem relativ fruchtbar, dicht besiedelt und intensiv bewirtschaftet, und es muss naturräumlich gut zugänglich sein (z.B. durch Wasserwege), um nicht prohibitive Transportkosten entstehen zu lassen. Prohibitive Transportkosten sind dann gegeben, wenn mehr als die Energiemenge, die transportiert wird (z.B. in Form von Getreide), für die Bewältigung der Wegstrecke (zum Beispiel durch ein Pferdegesspann und seinen Kutscher) verzehrt werden muss.⁷⁾

In Agrargesellschaften stehen die energetischen Kosten des Transports in unmittelbarer Konkurrenz mit dem Produkt, das transportiert werden soll, da beide auf derselben energetischen Grundlage basieren: auf der in pflanzlicher Biomasse gebundenen Sonnenenergie. Die für den Transport notwendige Energie übersetzt sich in einen Flächenbedarf, z.B. zur Futtermittelproduktion, welche unmittelbar in Konkurrenz steht mit der Fläche, welche zur Herstellung des Produktes selbst benötigt wird (vgl. modellhaft FISCHER-KOWALSKI et al. 2004). Unter vormodernen, agrargesellschaftlichen Bedingungen sind Materialflüssen zwischen Territorien daher enge Grenzen gesetzt,

⁷⁾ Für das europäische Mittelalter limitiert BOSERUP (1981) die Strecke für Massentransporte auf dem Landwege mit 7,5 km.

und insbesondere Massenrohstoffe (Grundnahrungsmittel, Energieträger und Baumaterialien) werden relativ lokal umgesetzt.⁸⁾

Diese enge Verbindung zwischen Territorium und Ressourcen (und daher auch die spezifische Problematik von Ressourcendichte im Raum) ist ein Charakteristikum, das für Jäger und Sammler und insbesondere für Agrargesellschaften gilt, deren energetische Basis fast ausschließlich in der in Biomasse gespeicherten Sonnenenergie besteht und deren energetische Transformation im Wesentlichen über menschliche Arbeitskraft (und den Metabolismus des menschlichen Organismus) erfolgt. Diese Limitierungen bezüglich Transport und Metabolismus büßen ihre Geltung ein, sobald im Zuge der Industrialisierung mit fossilen Energieträgern schrittweise eine neue, flächenunabhängige Basis des energetischen Stoffwechsels geschaffen wird. Die Energiedichte von Kohle (dort, wo sie vorkommt) pro Flächeneinheit ist ein Vielfaches von Wald oder Getreide ebenso wie die Energiedichte pro Arbeitseinheit. Das bedeutet, dass sich mit einer kleinen Fläche „Kohle“ eine große Fläche Wald substituieren lässt und – energetisch gesprochen – mit einer Stunde Kohlenarbeit viele Stunden Bauern- oder Forstarbeit. Das heißt wiederum, dass große Flächen zur Ernährung von Arbeitskraft erspart und damit „freigesetzt“ werden. Die Notwendigkeit, Flächennutzungen untereinander zu optimieren (Acker / Wald / Weide / Siedlungsgebiet; Nahrungsflächen / Futterflächen) entfällt (STIEFERLE et al. 2006). Ebenso entfällt die innere Beziehung zwischen Arbeitskraft und Fläche, die Jahrtausende agrarischer Gesellschaftsentwicklung geprägt hatte: Arbeitskraft speist sich immer weniger aus menschlicher und tierischer Nahrung, sondern aus Erdöl. Mit der Verfügbarkeit eines flächenungebundenen Energieträgers wird die relativ enge Bindung des agrarischen Systems an das eigene Territorium gesprengt. Unter einem industriellen sozialmetabolischen Regime bietet sich die Möglichkeit, in großem Maßstab auch Massengüter über große Entfernungen zu handeln. Fläche kann nun beinahe beliebig durch Handel „erworben“ werden. Durch internationalen Handel lassen sich flächenintensive Prozesse, wie die Produktion von Futtermitteln, ebenso wie arbeits-, material- und energieintensive Prozesse aus dem eigenen Territorium „externalisieren“.⁹⁾ Das ermöglicht eine weitgehende Entkoppelung von Produktion und Konsum von der Größe und den Attributen des eigenen Territoriums auf allen Skalenniveaus vom Dorf über den Nationalstaat bis zur Großregion. Das nationale Territorium büßte in hoch entwickelten Industrieländern also gegenüber vorherigen agrarischen Verhältnissen die Bedeutung als hauptsächliche oder gar alleinige naturale Ressourcenbasis ein.

⁸⁾ Angesichts dieser allgemeinen Feststellungen kommen natürlich sofort Gegenbeispiele zu Bewusstsein, wie etwa der relativ große Einzugsbereich von Marmor für die Prunkbauten der Antike oder die Rede von Ägypten oder Spanien als „Kornkammer“ des antiken Rom. An diesen Beispielen ließe sich aber auch einerseits der Ausnahmecharakter bestimmter Bedingungen vorführen, andererseits bleibt bestehen, dass diese spektakulären Materialflüsse nur einen kleinen Anteil an dem Gesamtstoffwechsel dieser Gesellschaften ausmachen.

⁹⁾ Heute entnehmen etwa die EU-Staaten – in Gewichtseinheiten ausgedrückt – nur mehr etwa fünf Sechstel der benötigten materiellen Ressourcen ihrem eigenen Territorium. Der Anteil importierter Materialien steigt laufend; mengenmäßig wird er von fossilen Energieträgern dominiert, aber auch Biomasse und mineralische Rohstoffe werden von den EU-Ländern in großem Maßstab netto importiert (EUROSTAT 2002).

5 Schluss

Diese Ausführungen lassen mutmaßen, dass es vielleicht nur historisch sinnvoll ist, gesellschaftliche Vorgänge als eingebettet in und limitiert durch biophysische Rahmenbedingungen zu sehen und aus eben diesen bestimmte Merkmale und Dynamiken gesellschaftlicher Entwicklung zu erklären. Für die Gegenwart und Zukunft ist zu fragen, ob die objektive Emanzipation aus den energetischen (und damit einer großen Zahl anderer natürlicher) Beschränkungen einer hoch entwickelten Agrargesellschaft nicht tatsächlich Grund genug dafür abgibt, fürderhin einer bloß selbstreferenziellen – also Soziales aus Sozialem erklärenden – Gesellschaftstheorie das Wort zu reden, ähnlich wie einer ökonomischen Theorie, die Ökonomisches aus Ökonomischem erklärt. Ist es nun vielleicht doch legitim und zukunftsfähig, sich gesellschaftstheoretisch von der Natur abzukoppeln und Fragen nachhaltiger Entwicklung als Fragen frei wählbarer gesellschaftlicher Utopien zu behandeln? Mit der Transformation des Energiesystems weg von Biomasse und hin zu fossilen (und später auch anderen) Energieträgern löst sich die energetische Basis der Gesellschaft von der Fläche des Territoriums; das nationale Territorium büßte in hoch entwickelten Industrieländern also gegenüber vorherigen agrarischen Verhältnissen die Bedeutung als hauptsächliche oder gar alleinige naturale Ressourcenbasis ein.

Aber: Das Territorium hat, auch in metabolischer Hinsicht, nach wie vor mehr Gewicht, als es ökonomische Statistiken vermuten lassen. Völlig unverzichtbar und auch in seiner Bedeutung nicht reduziert ist es jedenfalls als Lebensraum, als „Behältnis“ für Personen und deren Konsumtionsprozesse (WEICHHART 1999), welches ein Portal zur Partizipation an freien Gütern bietet. Naturale Verhältnisse in diesem Territorium bleiben damit als eine Voraussetzung von Lebensqualität relevant, wie zum Beispiel hygienische Verhältnisse, Luft- und Wasserqualität, ästhetische Qualitäten von Landschaft und geeigneter Schutz vor Katastrophen, die, umweltpolitisch gepflegt, auch ökonomische Standortvorteile bieten. Alle diese Attribute haben viel mit Umweltpolitik, aber wenig mit „Nachhaltigkeit“, verstanden in einem grundsätzlicheren Sinn, zu tun. Angesichts der fast beliebigen Verschiebbarkeit von umweltschädigenden Prozessen im Raum, innerhalb und zwischen nationalen Territorien, werden große Teile der traditionellen Umweltpolitik als „Lokalpolitik“ kenntlich. Es ist durchaus vorstellbar, dass eine drastische Verschärfung von Umweltbelastungen anderswo im Gefolge von Konsumpräferenzen einer Population in einem bestimmten Territorium mit deutlichen Verbesserungen der Umwelt in diesem Territorium, saubererer Luft, weniger Lärm oder mehr Biodiversität Hand in Hand geht.

Auf globaler Ebene allerdings, auf der Ebene unseres Planeten, stellt sich eine Korrespondenz zwischen gesellschaftlichen Prozessen und naturalen Voraussetzungen und Folgen unweigerlich ein. Auf dieser Ebene summieren sich alle „eingekauften“ Flächen, alle externalisierten Materialbewegungen und Energieverbräuche. Auf globaler Ebene können nicht alle netto mehr Flächen verbrauchen, als ihr Territorium ausmacht, und nicht alle die umweltbelastenden Rohstoffgewinnungsprozesse an andere auslagern. Auf dieser globalen Ebene zeigt sich auch, dass die Flächenanleihe über die Zeit durch den Umstieg auf fossile Energieträger ihren sehr realen, gegen-

wärtigen und künftigen Preis hat: die Anreicherung der Erdatmosphäre durch CO₂, Kohlenstoff, der in erdgeschichtlichen Zeiträumen der Biosphäre entzogen worden war und für den heute nicht die Flächen bereitstehen, auf denen er durch pflanzliche Aktivität dauerhaft gebunden werden könnte. Die infolgedessen zu erwartenden (und zum Teil schon eintretenden) Klimaveränderungen verteilen sich dann wieder territorialspezifisch als Kosten oder Vorteile, völlig ungeachtet ursächlicher Entstehungszusammenhänge. Das innige Verhältnis von Metabolismus, Kolonisierung und Raum bleibt also konzeptionell aufrecht, wenn auch auf einer anderen Skalenebene, nämlich jener des „Spaceship Earth“ (BOULDING 1966).

Dieser Blick auf die Gesellschaft-Umwelt-Beziehungen, also auf die Austauschprozesse sowohl zwischen Gesellschaften als auch mit ihren jeweiligen Territorien, und die Beeinflussung der naturalen Systeme über die Skalenebenen hinweg steht im Zentrum des sozialökologischen Theorieansatzes. Die Sozialökologie versteht Gesellschaft als strukturelle Kopplung eines kulturalen Systems mit biophysischen Elementen und versucht, Interaktionen zwischen dem sozialen und dem naturalen Systemzusammenhang darzustellen. Räumlicher Differenzierung und insbesondere der Skalenfrage kommt dabei eine ganz besondere Bedeutung zu. In diesem Kontext liegt eine Verbindung des sozialökologischen Ansatzes zur Geographie, also der Wissenschaft von „der Erdoberfläche in ihrer räumlichen Differenzierung, ihrer physischen Beschaffenheit sowie als Raum und Ort des menschlichen Lebens und Handelns“ (BLOTEVOGEL 2002, S. 15), förmlich auf der Hand. Dennoch, so denken wir, stellt der sozialökologische Ansatz auch eine neue Herausforderung dar. Er läuft darauf hinaus, dass die konkrete räumliche Verbindung zwischen Sozialem und Naturalem unter gegebenen gesellschaftlichen Verhältnissen nicht mehr so einfach funktioniert (WEICHHART 2003): Sie muss über einen theoretisch-analytischen Bogen, der sich gleichermaßen der Biologie, der Atmosphärenchemie und der Handelsstatistik (um nur drei Elemente zu nennen) bedient, erst konstruiert werden.

6 Literaturverzeichnis

- ADRIAANSE A. et al. (1997), *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies*. Washington DC, World Resources Inst.
- BLOTEVOGEL H.H. (2002), *Geographie*. In: BRUNOTTE E. et al. (Hrsg.), *Lexikon der Geographie*. In vier Bänden, S. 14-16. Heidelberg, Spektrum.
- BOSERUP E. (1965), *The conditions of agricultural growth. The economics of agrarian change under population pressure*. Chicago, Aldine, Earthscan.
- BOSERUP E. (1981), *Population and Technology*. Oxford, Basil Blackwell.
- BOULDING K.E. (1966), *The Economics of the Coming Spaceship Earth*. In: JARRETT H. (Hrsg.), *Environmental Quality in a Growing Economy*, S. 3-14. Baltimore, John Hopkins Press.
- BOYDEN S.V. (1992), *Biohistory: The Interplay Between Human Society and the Biosphere – Past and Present*. Paris, Casterton Hall, Park Ridge, New Jersey, UNESCO and Parthenon Publishing Group.

- BRAND K.-W. (1998), Soziologie und Natur – eine schwierige Beziehung. In: BRAND K.-W. (Hrsg.), *Soziologie und Natur. Theoretische Perspektiven*, S. 9-33. Opladen, Leske & Budrich.
- CHEW S.C. (1999), *Ecological Relations and the Decline of Civilizations in the Bronze Age World-System: Mesopotamia and Harappa 2500 B.C.–1700 B.C.* In: GOLDFRANK W.L. et al. (Hrsg.), *Ecology and the World System*, S. 87-106. Westport, Greenwood Press.
- CICCANTELL P.S. (1998), *Space and the Transport in the World-System*. Westport, Connecticut and London, Greenwood Press.
- COTTRELL F. (1955), *Energy and Society. The Relation between Energy, Social Change, and Economic Development*. New York, Toronto, London, McGraw-Hill Book Company.
- CRUTZEN P.J., STEFFEN W. (2003), How long have we been in the Anthropocene era? An Editorial Comment. In: *Climatic Change*, 61, 3, S. 251-257.
- DAILY G.C., EHRLICH P.R., ALBERTI M. (1996), *Managing the Earth's Life Support Systems: The Game, Players, and Getting Everyone to Play*. In: *Ecological Applications*, 6, 1, S. 19-21.
- DURKHEIM E. (1973), *De la division du travail social*. Paris, Presses Univ. de France.
- EUROSTAT (2001), *Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators. A Methodological Guide*. Luxembourg, EUROSTAT, European Commission, Office for Official Publications of the European Communities.
- EUROSTAT (2002), *Material Use in the European Union 1980-2000. Indicators and Analysis*. Luxembourg, EUROSTAT, Office for Official Publications of the European Communities, prepared by WEISZ H. et al.
- EUROSTAT (2005), *Development of Material Use in the EU-15: 1970-2001: Material composition, cross-country comparisons and material flow indicators*. Luxembourg, EUROSTAT, Office for Official Publications of the European Communities, prepared by WEISZ H. et al.
- FISCHER-KOWALSKI M. (2003), *Socio-Ecological Regimes, Time-Use and the Environment*. Presentation at the Second Intern. Conf. of the Intern. Society for Industrial Ecology (ISIE), hosted by the Univ. of Michigan, Ann Arbor, 29. June - 2. July 2003.
- FISCHER-KOWALSKI M., ERB K.-H. (2003), *Gesellschaftlicher Stoffwechsel im Raum. Auf der Suche nach einem sozialwissenschaftlichen Zugang zur biophysischen Realität*. In: MEUSBURGER P., SCHWAN T. (Hrsg.), *Humanökologie. Ansätze zur Überwindung der Natur-Kultur-Dichotomie*, S. 257-285. Stuttgart, Steiner Verlag.
- FISCHER-KOWALSKI M., HABERL H. (1993), *Metabolism and Colonization. Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature*. In: *Innovation – The European Journal of Social Sciences*, 6, 4, S. 415-442.
- FISCHER-KOWALSKI M., HABERL H. (1998), *Sustainable Development: Socio-Economic Metabolism and Colonization of Nature*. In: *Intern. Social Science Journal*, 158, 4, S. 573-587.
- FISCHER-KOWALSKI M., HABERL H. (2007), *Socio-ecological Transitions and Global Change*. Cheltenham, Edward Elgar (in Druck).
- FISCHER-KOWALSKI M., KRAUSMANN F., SMETSCHKA B. (2004), *Modelling scenarios of transport across history from a socio-metabolic perspective*. In: *Review. Fernand Braudel Center*, 27, 4, S. 307-342.
- FISCHER-KOWALSKI M., WEISZ H. (1998), *Gesellschaft als Verzahnung materieller und symbolischer Welten*. In: BRAND K.-W. (Hrsg.), *Soziologie und Natur. Theoretische Perspektiven*, S. 145-172. Opladen, Leske & Budrich.
- FISCHER-KOWALSKI M., WEISZ H. (1999), *Society as Hybrid between Material and Symbolic Realms. Toward a Theoretical Framework of Society-Nature Interaction*. In: *Advances in Human Ecology*, 8, S. 215-251.

- FOLEY J.A. et al. (2005), Global Consequences of Land Use. In: *Science*, 309, 5734, S. 570-574.
- GOLDFRANK W.L. et al. (1999), *Ecology and the World System*. Westport, Greenwood Press.
- HABERL H., ZANGERL-WEISZ H. (1997), Kolonisierende Eingriffe: Systematik und Wirkungsweise. In: FISCHER-KOWALSKI M. et al. (Hrsg.), *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie*, S. 129-148. Amsterdam, Gordon & Breach Fakultas.
- KRAUSMANN F. (2004), Milk, Manure and Muscular Power. *Livestock and the Industrialization of Agriculture*. In: *Human Ecology*, 32, 6, S. 735-773.
- LATOUR B. (1998), *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*. Frankfurt a.M., Fischer Taschenbuch Verlag.
- LUHMANN N. (1986), *Ökologische Kommunikation: Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen?* Opladen, Westdt. Verlag.
- LUHMANN N. (1997), *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Frankfurt a.M., Suhrkamp.
- MARTENS P., ROTMANS J. (2002), *Transitions in a Globalising World*. Lisse, The Netherlands, Swets & Zeitlinger Publishers.
- MATTHEWS E. et al. (2000), *The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies*. Washington DC, World Resources Inst.
- MATURANA H.R., VARELA F.G. (1975), *Autopoietic Systems. A characterization of the living organization*. Urbana-Champaign, Illinois, Univ. of Illinois Press.
- MCNEILL J.R. (2000), *Something new under the sun. An environmental history of the twentieth century*. London, Allen Lane.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005), *Ecosystems and Human Well-Being*. Synthesis. Washington DC, Island Press.
- NETTING R.M. (1981), *Balancing on an Alp. Ecological change and continuity in a Swiss mountain community*. London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, Cambridge Univ. Press.
- NETTING R.M. (1986), *Cultural Ecology*. Prospect Heights; Menlo Park, Reading, London, Waveland, Cummings Publishing Company.
- OSTWALD W. (1909), *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaften*. Leipzig, Dr. Werner Klinkhardt Verlag.
- ROTMANS J., KEMP R., VAN ASSELT M. (2001), More evolution than revolution: Transition management in public policy. In: *Foresight*, 3, 1, S. 15-31.
- SHELLNHUBER H.-J. et al. (Hrsg.) (2004), *Earth System Analysis for Sustainability. Report of the 91st Dahlem Workshop*. Cambridge, MA, London, UK, The MIT Press.
- SIEFERLE R.P. (1997a), Kulturelle Evolution des Gesellschaft-Natur-Verhältnisses. In: FISCHER-KOWALSKI M. et al., *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie*, S. 37-53. Amsterdam, Gordon & Breach Fakultas.
- SIEFERLE R.P. (1997b), *Rückblick auf die Natur: Eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt*. München, Luchterhand.
- SIEFERLE R.P. (2000), *Der Europäische Sonderweg: Ursachen und Faktoren*. Stuttgart, Breuninger Stiftung.
- SIEFERLE R.P. et al. (2006), *Das Ende der Fläche. Zum Sozialen Metabolismus der Industrialisierung*. Köln, Weimar, Wien, Böhlau.
- SNOW C.P. (1998), *The Two Cultures*. Cambridge, Cambridge Univ. Press. (orig. 1956).
- SPENCER H. (1876), *The Principles of Sociology*. London, Williams and Norgate.
- TURNER B.L.I. et al. (1990), *The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

- VITOUSEK P.M., MOONEY H.A., LUBCHENCO J., MELILLO J.M. (1997), Human Domination of Earth's Ecosystems. In: *Science*, 277, S. 494-499.
- WBGU (2000), *Welt im Wandel – Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre*. Berlin, Heidelberg, Springer.
- WEBER M. (1909), „Energetische“ Kulturtheorien. In: *Archiv f. Sozialwissenschaft u. Sozialpolitik*, 29, S. 375-398.
- WEBER M. (1988), Die protestantische Ethik und der „Geist“ des Kapitalismus. In: WEBER M. (Hrsg.), *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie*, Bd. 1 (= UTB 1488), S. 1-206. Tübingen. (orig. 1904/1905).
- WEICHHART P. (1999), Die Räume zwischen den Welten und die Welt der Räume. Zur Konzeption eines Schlüsselbegriffs der Geographie. In: MEUSBURGER P. (Hrsg.), *Handlungszentrierte Sozialgeographie. Benno WERLENS Entwurf in kritischer Diskussion*, S. 67-94. Stuttgart, Franz Steiner Verlag.
- WEICHHART P. (2003), Physische Geographie und Humangeographie – eine schwierige Beziehung: Skeptische Anmerkungen zu einer Grundfrage der Geographie und zum Münchner Projekt einer „Integrativen Umweltwissenschaft“. In: HEINRITZ G. (Hrsg.), *Integrative Ansätze in der Geographie – Vorbild oder Trugbild?*, S. 17-43. Passau, L.I.S. Verlag.
- WEISZ H., BAIOCCHI G., MINX J. (2005), Time-use Data for Sustainability Research, In: Presentation at the 15th Intern. Input-Output Conf., 27 June - 1 July, 2005, Beijing, China P.R.
- WEISZ H. et al. (2001), Global Environmental Change and Historical Transitions. In: *Innovation. – The European Journal of Social Sciences*, 14, 2, S. 117-142.
- WHITE L.A. (1949), Energy and the Evolution of Culture. In: WHITE L.A. (Hrsg.), *The Science of Culture: A Study of Man and Civilization*, S. 363-393. New York, Grove Press.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [148](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer-Kowalski Marina, Erb Karl-Heinz

Artikel/Article: [Epistemologische und konzeptuelle Grundlagen der sozialen Ökologie
33-56](#)