



Schweizerische Akademische
Gesellschaft für Umweltforschung
und Ökologie

Société Académique Suisse pour
la Recherche sur l'Environnement
et l'Écologie

Swiss Academic Society for
Environmental Research
and Ecology

Klimarisiko und *peak oil*: Herausforderungen für die transdisziplinäre Forschung

*Angesichts des Klimawandels und der Erkenntnis,
dass die maximale Ölförderung bald zurückgehen wird,
haben Energie- und Ressourcenforschung derzeit
Konjunktur. Dies bietet auch vielfältige Chancen
für die transdisziplinäre Umweltforschung.*

Markus Maibach,
Madeleine Guyer,
Andreas Kläy

Klima, Energie und Umweltforschung

Seit der Veröffentlichung des vierten Sachstandsberichts des Weltklimarats (IPCC 2007a) und des *Stern Reports* (Stern 2006) sowie dem Erfolg des Al-Gore-Dokumentarfilms *Eine unbequeme Wahrheit* ist das Klimaproblem in aller Munde. Gleichzeitig nimmt die Erkenntnis zu, dass fossile Energieträger nicht nur Klimagase emittieren, sondern auch endlich sind und der globalen Wirtschaft in absehbarer Zeit abhandenkommen werden („*peak oil*“). Die Energie- und die Ressourcenforschung erhalten damit ein nie erlebtes Momentum, das stark durch wirtschaftliche und politische Interessen geprägt ist. In dieser Dynamik stellt sich die Frage, welche Rolle die transdisziplinäre Umweltforschung spielen kann, welche Themen sie aufnehmen und vertiefen muss. Denn: Es wird immer deutlicher, dass gerade dieser Forschungszweig die große Chance hat, einen wesentlichen Beitrag zur Lösung dieses „Jahrhundertproblems“ zu leisten.

Der vorliegende Artikel beleuchtet zunächst die wichtigsten Fakten der beiden zentralen Phänomene im Ressourcenbereich und leitet daraus allgemeine Postulate für die Umweltforschung ab.

Die Fakten

Klimawandel

Mittlerweile ist es unbestritten: Die globale atmosphärische Konzentration von Kohlendioxid, Methan und Lachgas ist infolge menschlicher Aktivitäten markant gestiegen und übertrifft heute die vorindustriellen

Werte bei weitem (IPCC 2007a). Die dadurch entstehende Erwärmung der Atmosphäre wirkt sich in sehr komplexer Weise auf Umwelt und Gesellschaft, aber auch auf die Wirtschaft aus und ist durch Rückkopplungsprozesse bestimmt.

Auf der gesellschaftlichen Ebene werden unter anderem Hungersnöte, Migration und Krankheiten zunehmen. Bei den wirtschaftlichen Auswirkungen stehen Anpassungs- und Reparaturkosten sowie neue wirtschaftliche Abhängigkeiten im Fokus (IPCC 2007b). Die Wissenschaft steht vor der Herausforderung, die Vielzahl der Folgen und die sich gegenseitig verstärkenden Auswirkungen der Erwärmung zu erfassen und zu kommunizieren. Der vierte Sachstandsbericht des Weltklimarats zeigt aber auch, dass eine Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf maximal zwei Grad Celsius gegenüber der vorindustriellen Zeit ökonomisch machbar ist (IPCC 2007c). Hierfür müssten die Treibhausgasemissionen um 50 Prozent bis zur Mitte dieses Jahrhunderts und um 80 Prozent bis zum Ende dieses Jahrhunderts reduziert werden. Die Kosten dieser Maßnahmen sind deutlich geringer als die zu erwartenden Schäden und Risiken, die durch Nichtstun entstehen würden. Der Handlungsrahmen für die Politik ist mit dem Sachstandsbericht aus wissenschaftlicher Sicht vorgegeben. Die nun angelaufene Diskussion um die klimapolitische Strategie nach dem Ende der Kyoto-Vereinbarungen im Jahr 2012 zeigt aber die Komplexität des politischen Prozesses auf. Klar ist, dass die bisherigen

Ziele verschärft werden müssen und alle Emittenten einzubeziehen sind. Die EU hat eine Vorreiterrolle eingenommen mit dem Vorschlag, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 20 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken. Doch auch weitere Fragen (Wer reduziert wie viel? Welche Instrumente? Welche Sanktionen? Wie die Abseitsstehenden einbinden?) bleiben auf der Agenda.

Auch die Auswirkungen auf die Schweiz wurden von der Wissenschaft konkretisiert. Bis 2050 wird ausgegangen von einer Erwärmung von rund zwei Grad Celsius im Herbst, Winter und Frühling sowie knapp drei Grad im Sommer. Die Auswirkungen auf Klima (vor allem verändertes Niederschlagsregime, mehr Extremereignisse), Ökologie (etwa Wasserhaushalt, Permafrostgrenze), Wirtschaft (etwa Tourismus) und Gesellschaft (etwa Migration) sind vielfältig (Occc und ProClim 2007). >

Kontakt Autor(inn)en:

Lic. oec. publ. Markus Maibach | INFRAS |

Vizepräsident SAGUF |

E-Mail: markus.maibach@infras.ch

Dipl. Geogr. Madeleine Guyer | INFRAS |

E-Mail: madeleine.guyer@infras.ch

Dipl. forst-ing. ETH Andreas Kläy | Centre for
Development and Environment | Universität Bern |
Vorstandsmitglied SAGUF |

E-Mail: klaey@giub.unibe.ch

Kontakt SAGUF: SAGUF-Geschäftsstelle |

Dr. Beatrice Miranda | ETH Zürich D-UWIS/CHN |
8092 Zürich | Schweiz | E-Mail: saguf@env.ethz.ch |

<http://saguf.scnatweb.ch>

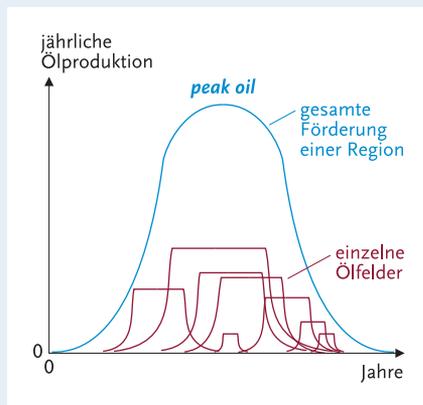


ABBILDUNG: Die Ölfördermenge einer Region folgt im Zeitverlauf der Hubbert-Kurve. Aus geologischen Gründen gibt es einen Zeitpunkt, an dem die weltweite Ölförderrate ein Maximum erreicht. Danach wird die Ressource Öl immer knapper. Eigene Darstellung in Anlehnung an Hubbert (1982).

Momentan fehlen auch für die Schweiz konkrete Klimaziele für den Prozess nach 2012. Was kann der Beitrag der Schweiz sein? Werden die bisherigen acht Prozent Emissionsreduktion genügen, vor allem wenn man bedenkt, dass wir diese Ziele bis zum Jahr 2012 nur mit zusätzlichen Maßnahmen und dem Erwerb von Emissionsrechten aus Klimaschutzprojekten aus dem Ausland erreichen werden?

Peak oil

Aus geologischen Gründen folgt die Rohölproduktion auf der Zeitachse der Form einer Glockenkurve (sogenannte Hubbert-Kurve). Der Punkt der maximalen Erdölförderung heißt *peak oil* und ist definiert durch den prognostizierten Zeitpunkt, ab dem sich die weltweite Ölproduktion nicht mehr steigern lässt (siehe Abbildung). Für die Zeit danach wird eine stetig abfallende Produktion angenommen, was zu einem sinkenden Erdölangebot führt. Das Peak-Oil-Phänomen hat sowohl wirtschaftliche und gesellschaftliche als auch umweltrelevante Auswirkungen. Dadurch ergeben sich folgende Herausforderungen:

Die Wirtschaft fragt einerseits Öl nach, ist andererseits aber betroffen von den notwendigen Anpassungsprozessen. Das stellt hohe Anforderungen an die Rahmenbedingungen (vor allem Preissignale) im Zeitablauf, um die richtigen Anreize für technologischen Fortschritt und Strukturwandel

auf Nachfrage- und Angebotsseite zu setzen. Preissignale und wirksame Umweltschutzmaßnahmen müssen externe Effekte internalisieren, den Treibhausgasausstoß begrenzen und helfen, Innovationsprozesse frühzeitig in Gang zu bringen. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Wachstumsfrage: Wie lange kann sich die Wirtschaft ein Wachstum des Gesamtenergieverbrauchs leisten?

Peak oil birgt enorme Verteilungsfragen, da mögliche Verhaltensänderungen von der Einkommensstruktur der Energienachfragenden abhängen können. Nur wohlhabende Volkswirtschaften können sich die nötigen Anpassungsinvestitionen leisten. Die Machtfrage, wer über welche Ressourcen verfügen kann, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Der Zeitpunkt des *peak oil* ist nahe – wann genau er eintreffen wird, sagen politische und wirtschaftliche Akteure unterschiedlich voraus; die Prognosen reichen von „vor 2012“ bis „nach 2030“ (IED 2006). Für die Schweiz bedeutet dies insbesondere, dass sich die Abhängigkeit von fossilen Energien verstärken wird. Ihr Verbrauch steigt weiterhin markant. Der Stand 2005 entspricht einem Zuwachs von vier Prozent gegenüber dem Referenzjahr 2000. Ohne energiepolitische Maßnahmen würde sich der Zuwachs auf 11,9 Prozent belaufen (BFE 2007a). Der Anteil von Erdöl am schweizerischen Energieverbrauch lag 2005 trotz stetigen Rückgangs seit der Ölkrise in den 1970er Jahren immer noch bei 56,5 Prozent (BFE 2007b). Vor diesem Hintergrund gewinnt die Energiepolitik (Steigerung der Energieeffizienz, Substitution durch erneuerbare Energien, Energiesparen) stetig an Bedeutung.

Herausforderungen und Chancen für die Forschung

Klimawandel und *peak oil*: Zwei Seiten derselben Medaille
Fossile Energieträger belasten das Klima und sind endlich. Dennoch werden die beiden Phänomene oft getrennt voneinander diskutiert. Ist die Diskussion über die Klimarisiken von den Naturwissenschaften geprägt, stehen bei der Peak-Oil-Debatte Wirtschaft und vor allem Energieversorger im Vordergrund. Eine Kombination beider Themen führt zu neuen Erkenntnissen:

- *Peak oil* kann vor allem dann die Klimaproblematik verschärfen, wenn Öl durch Kohle ersetzt wird. Dies zeichnet sich derzeit in China ab.
- *Peak oil* und die Auswirkungen des Klimawandels verstärken das Risiko von negativen sozialen Folgen vor allem dadurch, dass die Energiepreise steigen und damit die Wachstumspotenziale von den weniger entwickelten rohstoffarmen Nationen zusätzlich beschnitten werden.
- *Peak oil* rückt auf der Zeitachse näher und wird die Wirtschaft in den nächsten 20 Jahren beschäftigen. Damit steigt auch der Handlungsdruck, die Klimaproblematik rechtzeitig anzugehen.

Komplexe ethische Phänomene und Anreizsysteme

Die Verschwendung von nicht erneuerbaren Ressourcen ist mit hohen Kosten für die nächste Generation verbunden. Zum einen weil sie gezwungen sein wird, neue, teure Energiequellen einzusetzen, zum anderen weil die Folgen der globalen Erwärmung zu massiven Veränderungen für Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft führen. Diese doppelte Herausforderung wird aber durch weitere komplexe Verteilungsfragen überlagert:

- Global – lokal: Die globalen Auswirkungen haben lokale Einschränkungen zur Folge. Alle sind einzeln betroffen, während die globale *community* zum effektiven und effizienten Handeln aufgefordert ist.
- Industrieländer – Entwicklungsländer: In den Industrieländern sind die Kosten für die Vermeidung hoch, ebenso der Pro-Kopf-Ausstoß; in den Entwicklungsländern ist es umgekehrt.
- Nord – Süd: Nicht alle Regionen sind in gleichem Maße vom Klimawandel betroffen; insbesondere im Süden sind die Ressourcen für Anpassungsleistungen knapp. Diese Ungleichverteilung wirft zusätzliche Probleme auf.

Vor dem Hintergrund dieser komplexen Phänomene lassen sich dennoch einige einfache Schlussfolgerungen ziehen, die als Schnittstelle zur transdisziplinären Forschung dienen können:

- Eine Effizienzstrategie allein genügt nicht. Kurzfristige Alternativen zu fossilen Energieträgern sind nicht ausreichend vorhanden (Biotreibstoffe) oder gar kontraproduktiv (Kohle, Atomenergie) und mit höheren ökologischen Kosten verbunden. Dies gilt, wenn andere Probleme wie die Abholzung von Tropenwäldern, die Gefährdung der Ernährungssicherheit oder nukleare Risiken verstärkt werden.
- Daraus folgt: Eine Suffizienzstrategie ist gefragt. Nur mit Sparen und einer Anpassung der Lebensgewohnheiten sind Verbesserungen zu erzielen und Effizienzpotenziale von erneuerbaren Energien auszuschöpfen. Dies lässt bereits diskutierte Grundfragen in neuem Licht erscheinen: Letztlich geht es darum, wie wir unsere Lebensqualität verbessern können.
- Die komplexen Verteilungsprobleme lassen sich ohne ethische Dimension nicht lösen. Sowohl Gesellschaft als auch Politik brauchen Grundlagen, um langfristige und ethisch korrekte und nicht kurzfristige und politisch opportune Entscheidungen fällen zu können. Die sich abzeichnenden Machtfragen müssen thematisiert werden.

Ein Steilpass für die inter- und transdisziplinäre Forschung

Die aktuellen Trends im Ressourcenbereich verstärken die Forderung nach einer integralen Strategie, die in sieben Punkten formuliert werden kann.

1. Integration von Effizienz- und Suffizienzforschung

Wie kann die Wirtschaft Effizienzpotenziale umsetzen und die Bevölkerung gleichzeitig Energie sparen? Wie kann das Motiv, Energie zu sparen, wirtschaftlich sinnvoll umgesetzt werden? Oder anders formuliert: Welche Entkopplungsstrategien stärken die lokale Wirtschaft und mindern den Ressourcenverzehr?

2. Motivforschung im Kontext des Energiesparens

Wieso haben viele Autofahrer(innen) heute eine Präferenz für schwere Motorfahrzeuge und weshalb „explodiert“ der mo-

torisierte Freizeitverkehr? Unter welchen Voraussetzungen kann der Ressourcenverbrauch des Individualverkehrs wieder sinken? Wieso wehrt sich die Schweizer Bevölkerung, die während der Erdölkrise mit einigen autofreien Sonntagen problemlos sparen konnte, heute mit Händen und Füßen dagegen?

3. Ökologische Ressourcen-Ökonomie

Ökonomische Fragen spielen im Rahmen der Ressourcenpolitik eine dominante Rolle. Wie können im zeitlichen Verlauf die Anreize richtig gesetzt werden, um einen neuen Umgang mit erneuerbaren Ressourcen zu erreichen? Welches Wirtschaftswachstum ist langfristig möglich? Wie sieht eine nachhaltige Bewirtschaftung von erneuerbaren Ressourcen aus? Die Forstwirtschaft kann hier als Beispiel dienen.

4. Analyse von Einstellungen zur zukünftigen Generation

Wie kann das Vorsorgeprinzip generationenübergreifend umgesetzt werden? Wie können unsere Nachkommen ein langfristiges Denken lernen und einen sorgsamsten Umgang mit der Umwelt pflegen? Einmal mehr sind hier Ausbildung und Erziehung (*sustainability and ethical education*) angesprochen.

5. Nachhaltige Information und Kommunikation

Al Gore hat es vorgemacht – eine innovative und auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Kommunikation ist wichtig und bedarf darüber hinaus auch neuer wissenschaftlicher Grundlagen. Die Umweltforschung muss sich stärker mit Marketingforschung auseinandersetzen und die Wirkungen von Information und Kommunikation vertiefter analysieren.

6. Ethische Grundlagen zur Zieldefinition

Wenn die Naturwissenschaften eine Begrenzung des Temperaturanstiegs auf maximal zwei Grad Celsius fordern, muss dies wertfrei in globale und nationale Reduktionsziele und Vermeidungsstrategien übersetzt werden, unter Berücksichtigung ökonomischer Potenziale und verschiedener Verteilungsdimensionen.

7. Neue Partizipationsmuster im lokalen und im globalen Kontext

Die politischen Formen der Zusammenarbeit (zwischen Wissenschaften und Politik, zwischen Wirtschaft und Politik, auf der supranationalen Ebene) werden ein zentraler Erfolgsfaktor für eine nachhaltige Klima- und Ressourcenpolitik sein. Es erscheint gefährlich, dies dem politischen Prozess allein zu überlassen. Ein wissenschaftlicher Input und die wissenschaftliche Evaluation von komplexen Entscheidungsprozessen sind deshalb wichtige Vertiefungsfelder für die transdisziplinäre Forschung.

Literatur

- BFE (Bundesamt für Energie). 2006. *Erdöl. Die Preise sinken, aber wie lange noch?* Bern: BFE.
- BFE (Bundesamt für Energie). 2007a. *EnergieSchweiz: ein Programm mit Wirkung. 5. Jahresbericht Energie Schweiz 2005/2006.* www.bfe.admin.ch/energie/00556/index.html?lang=de&dossier_id=01060 (abgerufen 26.07.2007).
- BFE (Bundesamt für Energie). 2007b. *Erdöl.* www.bfe.admin.ch/themen/00486/00487/index.html?lang=de (abgerufen 26.07.2007).
- Hubbert, M. K. 1982. *Techniques of prediction as applied to production of oil and gas.* NBS Special Publication 631, May 1982. Washington, D.C.: US Department of Commerce.
- IED (Institute for Environmental Decisions). 2006. *Peak oil or mid-depletion point. Fact Sheet zur Vorlesung Energie+Mobilität an der ETH Zürich.* www.uns.ethz.ch/edu/teach/energymob/061122_05_mid-point-depletion_FactSheet.pdf (abgerufen 26.07.2007).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007a. *Summary for policy makers of the working group I contribution to the fourth assessment report.* http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Pub_SPM-v2.pdf (abgerufen 26.07.2007).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007b. *Summary for policy makers of the working group II contribution to the fourth assessment report.* www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf (abgerufen 26.07.2007).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007c. *Summary for policy makers of the working group III contribution to the fourth assessment report.* <http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/docs/FAR/ApprovedSPM0405rev4b.pdf> (abgerufen 26.07.2007).
- OcCC (Organe consultatif sur les changements climatiques), ProClim (Forum für Klima und Global Change) (Hrsg.). 2007. *Klimaänderung und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.* Bern: OcCC/ProClim.
- Stern, N. 2006. *The Stern review on the economics of climate change.* www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm (abgerufen 26.07.2007).