



UFZ - UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM
LEIPZIG-HALLE GMBH IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT



DIW Berlin

Deutsches Institut
für Wirtschaftsforschung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

**Sustainability Impact Assessment -
Herausforderungen für die ökologisch-ökonomische Modell-
bildung
- Proceedings -**

ExpertInnenworkshop am 7./8. Juni 2004

im DIW Berlin

Proceedings

1. Projekthintergrund	2
2. WorkshopteilnehmerInnen.....	4
3. Einführung	6
3.1 Prof. Dr. Claudia Kemfert.....	6
3.2 Dr. Vera Calenbuhr	8
4. Session I – Übergreifende methodische Fragen der ökologisch-ökonomischen Modellierung.....	15
4.1 Input von Prof. Dr. Frank Beckenbach	15
4.2. Input von Dr. Bernd Klauer	19
5. Session II – Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Klimaschutz.....	25
5.1 Input von Prof. Dr. Klaus Hasselmann	25
5.2 Input von Prof. Dr. Gernot Klepper	32
5.3 Input von Dr. Marian Leimbach	38
6. Session III – Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Gewässerschutz	43
6.1 Input von Prof. Dr. Till Requate	43
6.2 Input von Prof. Dr. Rüdiger Pethig.....	50
6.3 Input von Dr. Thomas Berger	55
7. Session IV– Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle zum Schutz der Biodiversität.....	64
7.1 Input von Dr. Ralf Döring.....	64
7.2 Input von Dr. Martin Quaas	68
7.3 Input von Dr. Frank Wätzold.....	75
8. Abschlussdiskussion	83
Literatur.....	91
Anhang - Workshop-Fragen	93

1. Projekthintergrund

Der Workshop „Sustainability Impact Assessment - Herausforderungen für die ökologisch-ökonomische Modellbildung“ wird gemeinsam vom DIW Berlin und dem Umweltforschungszentrum Leipzig (UFZ) veranstaltet. Er ist Teil des Sondierungsprojektes „Nachhaltigkeit und Wirtschaftswissenschaften“ am DIW Berlin, das vom BMBF gefördert wird. Dieses Sondierungsprojekt besteht aus einer Serie von Expertenworkshops zur Bestimmung des wirtschaftswissenschaftlichen Forschungsbedarfs für eine nachhaltige Entwicklung. Die vorausgehenden Workshops befassten sich u.a. mit den Themen „Intergenerationale Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit“ (15.-16. Mai 2003), „Internationale Institutionen der Nachhaltigkeit“ (12.-13. Juni 2003), „Messen von Nachhaltigkeit“ (3.-4. Juli 2003) sowie „Nachhaltigkeit und private Haushalte“ (9. Januar 2004), „Nachhaltigkeit und Unsicherheit“ (26.-27. März 2004) und "Nachhaltigkeit und Entwicklung - Herausforderungen für Theorie und Empirie" (7.-8.Juni 2004).

Der Ausgangspunkt des Sondierungsprojektes ist der forschungspolitische Befund, dass die unter der Überschrift „Nachhaltige Entwicklung“ entstandenen neuen wissenschaftlichen und politischen Paradigmen (Langfristorientierung, Schockunempfindlichkeit, Generationengerechtigkeit, Partizipation u.a.) bis heute nicht systematisch in den Hauptströmungen der Wirtschaftswissenschaften aufgegriffen worden sind. Die fehlende Integration gilt insbesondere für die vorherrschende neoklassische Wirtschaftstheorie. Diese mangelnde Integration hat die Tendenz verstärkt, dass sich die wirtschaftswissenschaftlichen Theorien der Nachhaltigkeit in einem institutionell, begrifflich und methodisch vom neoklassischen Mainstream losgelösten Rahmen entwickelt haben. Die unter dem Begriff „Ökologische Ökonomik“ versammelten heterogenen Ansätze (Rawlsianer, Entropietheoretiker, Sozialökologen etc.) vereint häufig nur ihre kritische Haltung gegenüber der Neoklassik. Diese Lagerbildung lässt wertvolle wissenschaftliche Synergien innerhalb der Wirtschaftswissenschaften ungenutzt. Im Ergebnis stößt man auf eine verwirrende Vielfalt oft miteinander unverbundener wirtschaftswissenschaftlicher Beiträge zur Nachhaltigkeitspolitik, die die Herausbildung einer am Leitbild der Nachhaltigkeit orientierten Umwelt- und Gesellschaftspolitik hemmen (2. Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“, 1998, S. 88).

Das Sondierungsprojekt verfolgt das Ziel, zukunftsweisende Forschungsansätze sowie Forschungslücken in der wirtschaftswissenschaftlichen Nachhaltigkeitsforschung aufzudecken. Es sollen darüber hinaus Brückenkonzepte identifiziert werden, um die verschiedenen Denkschulen innerhalb der Wirtschaftswissenschaften in einen wissenschaftlichen Diskurs zu bringen.

In dem Projekt wurde dazu das integrative Konzept der „Nachhaltigkeitsökonomik“ entwickelt. „Sustainability Economics“ verstehen wir als neuen Forschungszweig innerhalb der Wirtschaftswissenschaften, der sich mit der „Sicherung der Handlungs- und Reaktionsfähigkeit von sozialen, ökonomischen und ökologischen Systemen aus ökonomischer Sicht“¹ befasst, orientiert an den normativen Prinzipien:

- Langfristigkeit,
- Integration von Ökonomie, Ökologie und Sozialem,
- Partizipation,
- Globalität.

Die Sondierung von Förderschwerpunkten erfolgt im Projekt hauptsächlich vermittelt der Expertenworkshops. Begleitend wurden im Rahmen der Sondierung empirische Bestandsaufnahmen der Trägerinstitutionen und Projekte der ökonomischen Nachhaltigkeitsforschung sowie eine Befragung von Wirtschaftswissenschaftler/innen zur Bestimmung von zukünftig relevanten Themen der Nachhaltigkeitsforschung durchgeführt.² Die Ergebnisse der Befragungen, der Bestandsaufnahme und der Workshops sind auf der Projekthomepage www.sustainabilityeconomics.de dokumentiert.

¹ Die Definition der Nachhaltigkeit folgt dem BMBF-Rahmenprogramm „Handlungsorientierte Nachhaltigkeit“ (2004-2009). „Nachhaltigkeitsökonomik“ ist der disziplinäre wirtschaftswissenschaftliche Beitrag zum Nachhaltigkeitsdiskurs, gestaltet nach dem sog. „Meeting point“-Konzept der interdisziplinären Forschung (Stahmer 2001).

² Letztere diente auch der empirischen Überprüfung der Hypothese der Lagerbildung.

2. WorkshopteilnehmerInnen

Prof. Dr. Frank Beckenbach

Universität Kassel
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Fachgebiet Umweltökonomie
Nora-Platiel-Str. 4
34127 Kassel
Tel.: +49 (0)561/804-3883
Fax: +49 (0)561/804-3882
beckenbach@wirtschaft.uni-kassel.de

Dr. Thomas Berger

Universität Bonn
Zentrum für Entwicklungsforschung, Bonn
Walter-Flex-Strasse 3,
53113 Bonn
Tel.: +49 (0)228/73-49 64
Fax: +49 (0)228/73-1889
t.berger@uni-bonn.de

Dr. Vera Calenbuhr

EU Commission
DG Joint Research Centre
200 rue de la Loi
1049 Brussels
Tel.: +32 - 2 29 52 877
Fax: +32 - 2 29 01 46
vera.calenbuhr@cec.eu.int

Dr. Ralf Döring

Universität Greifswald
Botanisches Institut
Grimmer Straße 88
17487 Greifswald
Tel.: +49 (0)3834/86 4127
Fax: +49 (0)3834/86 4107
doering@uni-greifswald.de

Dr. Martin Drechsler

Centre for Environmental Research Leipzig-Halle
Department of Ecological Modelling
Permoserstr. 15
04318 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 235 2039
Fax: +49 (0)341 235 3500
martind@oesa.ufz.de

Prof. Dr. Gernot Klepper

Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel
Düsternbrooker Weg 120
24105 Kiel
Tel.: +49 (0)431/8814-485
Tel.: +49 (0)431/8814-522
gklepper@ifw.uni-kiel.de

Dr. Karin Frank

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Department Ökonomie, Soziologie und Recht
Postfach 500136
04301 Leipzig
Tel.: +49 (0)341/235 2037
Fax: +49 (0)341/235 2825
Karin.Frank@ufz.de

Dr. Manuel Frondel

Rheinisch-Westfälisches Institut
für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstraße 1-3
45128 Essen
Tel.: +49 (0)201/8149-204
Fax: +49 (0)201/8149-200
frondel@rwi-essen.de

Prof. Dr. Bernd Hansjürgens

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Ökonomie, Soziologie und Recht
Postfach 500136
04301 Leipzig
Tel.: +49 (0)341/235 2517
Fax: +49 (0)341/235 2825
bernd.hansjuergens@ufz.de

Prof. Dr. Klaus Hasselmann

Max-Planck-Institut für Meteorologie
Bundesstr. 55
20146 Hamburg
Tel.: +49 (0)40/41173-236
Fax: +49 (0)40/41173-290
klaus.hasselmann@dkrz.de

Dr. Bernd Klauer

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Department Ökonomie, Soziologie und Recht
Postfach 500136
04301 Leipzig
Tel.: +49 (0)341/235 2204
Fax: +49 (0)341/235 2825
bernd.klauer@ufz.de

Dr. Frank Wätzold

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Department Ökonomie, Soziologie und Recht
Postfach 500136
04301 Leipzig

Dr. Marian Leimbach
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Postfach 60 12 03
14412 Potsdam
Tel.: +49 (0)331/288-2556
Fax: +49 (0)331/288-2600
marian.leimbach@pik-potsdam.de

Prof. Dr. Rüdiger Pethig
Universität Siegen
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
57068 Siegen
Tel.: +49 (0)271/740-3143/44
Fax: +49 (0)271/740-2732
pethig@vwl.wiwi.uni-siegen.de

Dr. Martin Quaas
Universität Heidelberg
Interdisziplinäres Institut für Umweltökonomie
Bergheimer Str. 20
69115 Heidelberg
Tel.: +49 (0)6221/54 80 14
Fax: +49 (0)6221/54 80 20
quaas@eco.uni-heidelberg.de

Prof. Dr. Till Requate
Christian Albrechts Universität zu Kiel
Institut für VWL und DFG-Senatskommission für
Wasserforschung
Olshausenstraße 40
24098 Kiel
Tel.: +49 (0)431/880-2199
Fax: +49 (0)431/880-1618
requate@wiso.uni-kiel.de

Dr. Johannes Schiller
Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Department Ökonomie, Soziologie und Recht
Postfach 500136
04301 Leipzig
Tel.: +49 (0)341/235 2799
Fax: +49 (0)341/235 2825
johannes.schiller@ufz.de

Thomas Schulz
GSF - Projektträger des BMBF für Umwelt und sozial
wissenschaftliche Forschung
Kühbachstr. 11
81543 München
Tel.: +49 (0)89/651088-60
thomas.schulz@gsf.de

Tel.: +49 (0)341/235 2670
Fax: +49 (0)341/235 2825
frank.waetzold@ufz.de

TeilnehmerInnen des DIW Berlin:

Prof. Dr. Jürgen Blazejczak
Tel.: +49 (0)30/89789-359
Fax: +49 (0)30/89789-113
jblazejczak@diw.de

Susanne Dröge
Tel.: +49 (0)30/89789-689
Fax: +49 (0)30/89789-113
sdroege@diw.de

Dr. Dietmar Edler
Tel.: +49 (0)30/89789-280
Fax: +49 (0)30/89789-200
dedler@diw.de

Prof. Dr. Claudia Kemfert
Tel.: +49 (0)30/89789-663
Fax: +49 (0)30/89789-113
ckemfert@diw.de

Michael Kohlhaas
Tel.: +49 (0)30/89789-298
Fax: +49 (0)30/89789-113
mkohlhaas@diw.de

Natalie Mutlak
Tel.: +49 (0)30/89789-636
Fax: +49 (0)30/89789-113
nmutlak@diw.de

Katja Schumacher
Tel.: +49 (0)30/89789-675
Fax: +49 (0)30/89789-113
kschumacher@diw.de

PD Dr. Reimund Schwarze
Tel.: +49 (0)30/89789-297
Fax: +49 (0)30/89789-113
rschwarze@diw.de

Dr. Louise Stewart-Ladewig
Tel.: +49 (0)30/89789-409
Fax: +49 (0)30/89789-113
lstewart@diw.de

3. Einführung

3.1 Prof. Dr. Claudia Kemfert

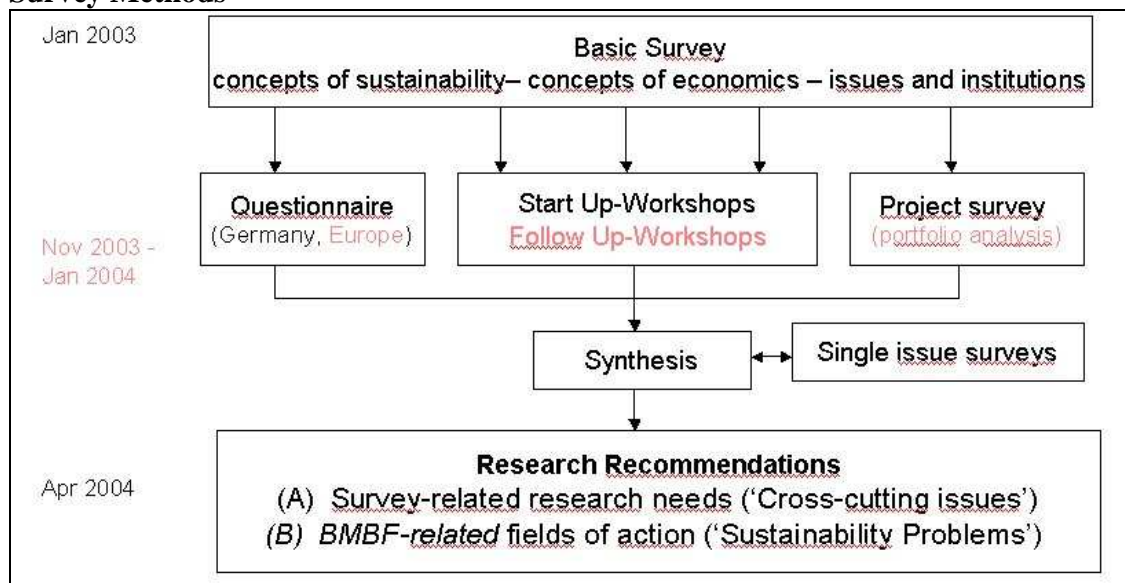
Sustainability Impact Assessment- Herausforderungen für die ökologisch- ökonomische Modellbildung

Survey Tasks

The contributions of economics to sustainable development (SD) have been relatively modest

- Identify economic research needs and ‘cutting-edge’ research approaches that could effectively contribute to SD
- Match these approaches to SD ‘fields of action’

Survey Methods



Preliminary Results

- Work in progress!
- Start-Up Workshop results
- Questionnaire results (Germany)
- Project survey results (Germany)
- Outputs

Start-Up Workshops

- Intergenerational Justice and Sustainability, May 2003 (John E. Roemer, Yale University ‘Intergenerational Justice and Sustainability’; Erling Steigum, Norwegian School of Management ‘Generational Accounting of Depletable Natural Resources – The Case of Norway’)
- International Institutions for Sustainability, June 2003 (Joan Martínez Alier, Universitat Autònoma de Barcelona ‘Globalization and the Poor: An Ecological Perspective’; Timothy Swanson, University of London ‘The Impact of the Montreal Protocol: Who bears the costs of global environmental agreements?’)
- Measuring Sustainability, July 2003 (Karl-Göran Mäler, Stockholm School of Economics ‘Economic Notions of Sustainability – Consequences for Measurement’)

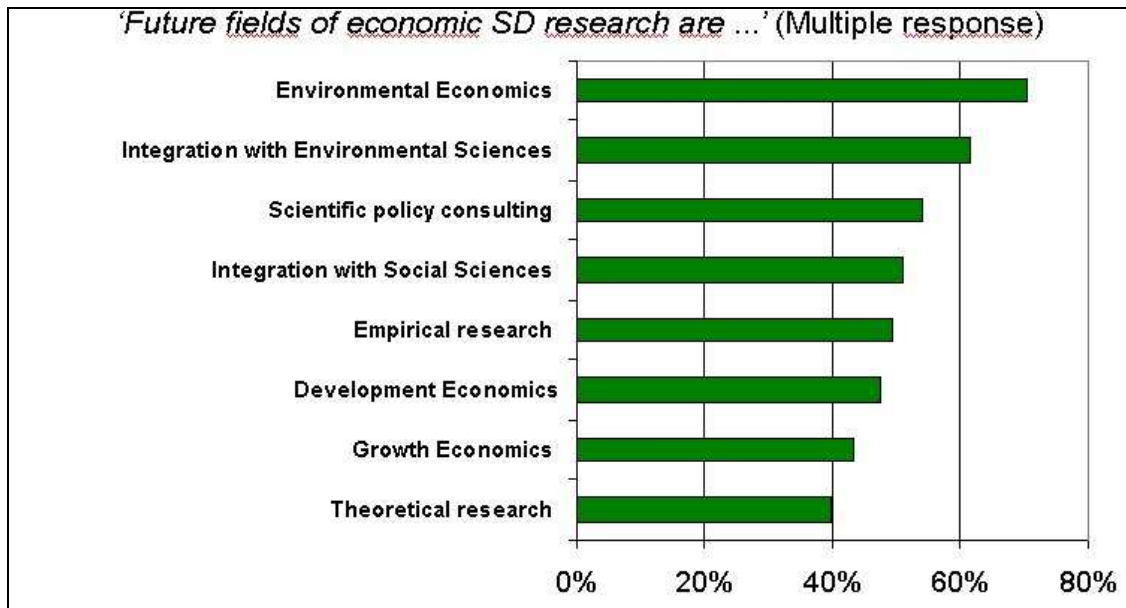
Start-Up Workshops’ Results

- Intensify interdisciplinary discourse on issues of justice within and across generations;
- Refine indicators of intergenerational justice
- Global governance intensively studied, open question: organisational learning
- Sustainability and development: Weak theoretical and empirical foundations
- Substantial progress in measurement, need for synthesis and evaluation

Questionnaire Sample

- Participants: 196 economists
- Members of: Verein für Socialpolitik (German Economic Association), Association for Ecological Economics (Germany), Association for Ecological-Economic Research (Germany), International Society for Ecological Economics (ISEE), European Economic Association (EEA), European Association of Resource and Environmental Economists (EAERE)

Questionnaire Results



Outputs

- Inputs to BMBF-Programme (ProNa): 'Policy-orientated Sustainability Concepts'
- Survey papers (2) and Research Notes (3)
- Special issue of the Quarterly Journal of Economic Research 'Measuring Sustainability' in April 2004
- International conference activities (e.g. ESEE, USSEE, EALE, ISEE)

3.2 Dr. Vera Calenbuhr

Sustainability Impact Assessment und Europäische Nachhaltigkeitsstrategie - Überblick und Herausforderungen für die interdisziplinäre Modellbildung

1) Übersicht

- 2) Die Gemeinsame Forschungsstelle (Joint Research Centre)
- 3) Politik- und Gesetzgebung unterstützende Forschung
- 4) Die Europäische Nachhaltigkeitsstrategie (Göteborg Strategie)
- 5) Extended Impact Assessment
- 6) Schlussfolgerungen und Herausforderungen für die interdisziplinäre Modellbildung

2) Die Gemeinsame Forschungsstelle (Joint Research Centre)

- Eine Generaldirektion der Europäischen Kommission
- Politik und Gesetzgebung unterstützende Forschung
 - Konzeption, Implementierung, Monitoring
- Hauptauftraggeber: EU Kommission
 - Daneben: Unterstützung für Mitgliedstaaten, Beitrittsländer und Internationale Organisationen in Fragen der EU Gesetzgebung
- Die Institute: IES, IHCP, IHCP (Ispra); ITU (Karlsruhe), IRMM (Geel); IE (Petten); IPTS (Sevilla), BSS (Brüssel)

3) Politik und Gesetzgebung unterstützende Forschung

- Anforderungen für Profil und Arbeitsweise der GFS
- Angewandte Forschung
 - => Zeitskalen der EU Kommission sind maßgebend
 - => kurze Zeitfenster in denen Informationen gebraucht werden (z.B. 6-9 Monate, zum Vergleich Grundlagenforschung: mehrere Jahre)
 - Arbeitsweise ist bekannt bei Ökonomen und Soziologen, weniger bei Naturwissenschaftlern
- Forschungsplanung muss Wissensbedarf der politischen Ebene mehrere Jahre im Voraus antizipieren -> Fragen 2b,d (siehe Anhang)
- Agenda überwiegend aber nicht ausschließlich von der politischen Ebene bestimmt -> Fragen 2b,d
 - Manchmal bestimmt technologische Entwicklung auch die Gesetzgebung (z.B. bei BSE Tests (IRMM))

4) Die Europäische Nachhaltigkeitsstrategie (Göteborg Strategie)

- Identifizierung nicht nachhaltiger Trends
 - Globale Klima-Erwärmung
 - Ernsthafte Bedrohungen für die öffentliche Gesundheit (Antibiotika-Resistenz bei einigen Krankheiten, gefährliche Chemikalien, Gefahren für die Lebensmittelsicherheit)

- Armut (einer von sechs Europäern)
- Alternde Gesellschaft -> Verlangsamung des Wirtschaftswachstums)
- Beschleunigung des Biodiversitäts-Verlustes
- Zunahme von Verkehrsstaues
- Indikatoren
- Werkzeuge
 - Extended Impact Assessment (Nachhaltigkeitsverträglichkeitsprüfung)
 - Strategische Evaluierungen
- Politik und Gesetzgebung als Prozesse verstanden
- Langzeitorientierung
- Internationale Dimension
- Offene Fragen:
 - Bezug der Strategie zu den Nachhaltigkeitsstrategien der MS
 - Bezug zum Lissabon Prozess
 - Bezug zum Cardiff Prozess

5) Extended Impact Assessment (EIA)

- *Definition:* Prozess der systematischen Analyse der wahrscheinlichen positiven und negativen Umwelt-, wirtschaftlichen und sozialen Wirkungen von Politik-Vorschlägen.
- *Ziel:* Informationen zur Abwägung konkurrierender Zielsetzungen für die politischen Entscheidungsträger.
- EIA stellt eine Hilfe für die politische Entscheidungsfindung dar, nicht dessen Substitut!
- Seit 2003 werden bedeutende Politik Vorschläge in zunehmendem Maße einem EIA unterzogen (REACH, Emissionshandel).
- EIA integriert, erweitert und ersetzt alle früheren Praktiken der Analyse z.B.:
 - Umweltverträglichkeitsprüfungen, Cost-Benefit, Cost-Effectiveness, Business Impact, Stakeholder-Dialoge, etc.

- *Ziel des EIA*: Überwindung der sektoralen Fokussierung älterer Methoden.
- EIA ist anzuwenden auf die Politikvorschläge der „Jahres Politik Strategie“ (APS)

Vorgehensweise: EIA folgt vorläufigem EIA

- Wesentlicher Fortschritt zu älteren Methoden: EIA ist Prozess basiert
- Die fünf Schlüsselfragen in einem EIA
 - Was ist das Problem um das es geht?
 - Was sind die Zielsetzungen?
 - Welche Politik-Optionen gibt es?
 - Welche Wirkung haben diese Optionen? → Modelle
 - Welche Vor- und Nachteile ergeben sich aus den Optionen? → Modelle

Anforderungen

- *Zielsetzungen*: Messbarkeit, Konsistenz mit anderen EU Politiken, Insbesondere der Göteborg Strategie - Definition von Indikatoren → Überprüfung von Fortschritt; Evaluierung
- *Wirkungen*:
 - Welche Wirkungen ergeben sich durch die Handlungsoptionen bei Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft?
 - Identifizierung von Gewinnern und Verlierern
 - Kosten-Nutzen- und Multi-Kriterien Analyse
- Klare Benennung von: Ignoranz, Unsicherheit, Risiken (Nicht-Erfüllung von Zielsetzungen)
- Anwendung des Vorsorge-Prinzips nicht zur Verhinderung von Handlung, sondern:
 - Instrument zur Steuerung von Handlungs-Optionen, die die Unsicherheit vermindern
 - Szenarien
 - Sensitivitätsanalyse

Verwendete Modelle			
Makro- Ökonometrische Modelle	Computable General Equilibrium (CGE) Modelle	Sektorale Modelle	Impact Pathway Analy- sis
<ul style="list-style-type: none"> - Empirisch und beruhen auf kohärenten Datensätzen - Geschätzte Parameter - Erlauben kurz- bis mittelfristige Vorhersagen - Überwiegend für ökonomische Fragestellungen - Erweiterungen für Umwelt-Fragestellungen - Z.B. QUEST Model von DG ECFIN 	<ul style="list-style-type: none"> - Gleichgewicht der Märkte - Effizienter Einsatz von Ressourcen - Statische, teilweise auch dynamische Anwendungen - GEM-E3 (Ökonomie, Energie, Umwelt) - JRC, RTD, ECFIN, COMP, ENV, TAXUD 	<ul style="list-style-type: none"> - PRIMES - Energie-Märkte (z.B. Einfluss des Emissionshandels) - Szenarien zur Analyse von Politik-Optionen - POLES - Partielles Gleichgewichtsmodell - Beschreibt weltweite Situation, jedoch weniger Detail auf der Ebene der MS 	<ul style="list-style-type: none"> - ExternE - Bottom-Up Ansatz zur Abschätzung externer Kosten ausgehend von einem bestimmten Prozess und seiner Emissionen
Kaum verwendete Modelle			
Systemdynamik (systDyn)			
<ul style="list-style-type: none"> - Positives, negatives Feedback - Bifurkations-Analyse - Ordnungs-Parameter (Versklavungs-Prinzip) - Wechselwirkende Sub-Komponenten - Multi-Aktor Systeme - Bottom-up Ansätze - Der Nutzen der SystDyn zur Abbildung von Dynamik ist erkannt - Der Nutzen der SystDyn zur Komplexitätsreduktion ist noch nicht erkannt. 			

6) Schlussfolgerungen und Herausforderungen für die interdisziplinäre Modellbildung

- Multiple Antworten sind möglich
- Modell ist nur Teil eines größeren Prozesses (Szenarien, Spektrum von Handlungs-Optionen)
- Abbildung von Dynamik vs. Beschreibung von Statik
- Interdisziplinäre Ansätze scheitern nicht an der Methodik oder Komplexität, sondern an der Kommunikation
- Methodenvielfalt

- Diskursive Prozesse
 - Zwischen Wissenschaftlern und Politik-Verantwortlichen
 - Soziologen und Naturwissenschaftler erzielen Erkenntnisgewinn durch unterschiedliche Prozesse
 - Nachhaltigkeit: Politik-Bildung als Erkenntnisbildender Prozess

Diskussion/ Fragen:

Herr Klepper: Sie haben das REACH Programm als erfolgreiches Forschungsprogramm erwähnt, allerdings wird gerade das REACH Programm insbesondere von Seiten der Wirtschaft (z.B. der chemische Industrie) sehr kontrovers diskutiert.

Antwort: Ich habe dies nicht ganz so formuliert. REACH beinhaltet einen innovativen Ansatz. REACH ist insofern erfolgreich, als dass gezeigt wird, dass das Vorsorgeprinzip nicht angewandt wird, um irgendetwas zu verhindern, sondern dass es vielmehr als eine Richtschnur genommen werden kann, um dann mit Hilfe eines Algorithmus die Unsicherheiten zu reduzieren. Es ist verständlich, dass die chemische Industrie nicht glücklich mit den Ergebnissen ist, da sie ja auch Kosten zu tragen hat. Aber den Kosten wurde auch der Nutzen gegenübergestellt, wobei letzterer insgesamt überwogen hat.

Interessanterweise werden mittlerweile viele Fragestellungen, die von der Industrie aufgeworfen werden, negiert. Deshalb sagte ich auch, dass Politikbildungsprozesse auch als Erkenntnisgewinn zu sehen sind. Durch politische Prioritätensetzung im angeschlossenen wissenschaftlichen Prozess können viele Argumente entkräftet werden.

Herr Pethig: Ich möchte eine Bemerkung zum Extended Impact Assessment machen. Sicherlich ist dies der richtige Weg, trotzdem habe ich zwei kritische Punkte. Einmal steht eigentlich in jedem Lehrbuch der Theorie der Wirtschaftspolitik drin, dass man rational vorgehen und alle Nebenwirkungen berücksichtigen sollte (etc.). Insofern ist es zu begrüßen, dass die Politik das langsam ernsthaft umzusetzen beginnt.

Zweitens habe ich in den Extended Impact Assessment nirgendwo etwas von Nachhaltigkeit gelesen, so wie es in der deutschen Übersetzung auftaucht.

Antwort: Zur ersten Frage: Sie haben recht. Zunächst einmal ist die Idee des EIA nichts Neues; es ist ein Standardansatz. Neu hinzugekommen ist aber, dass wir hier einen klar definierten Prozess haben, wo mit Checklisten das Problem eingekreist werden kann. Dies ist keine triviale Systematik, zumal i.d.R. nicht klar ist, was genau zu machen ist. Zweitens gibt es jetzt das politische Mandat da. EIA hat eine Priorität, die in dieser Form neu ist. EIA ist ein Versuch, eine systematische und von der Politik unterstützte Analyse durchzuführen.

Die Nachhaltigkeitsdefinition ist nicht so einfach. Hier werden eine Vielzahl von Aspekten/ Faktoren und Trends angesprochen. Ich muss Ihnen hier also widersprechen, denn EIA ist eines der Instrumente der Nachhaltigkeitsstrategie. Die Kommunikation COM(2002) 276 final zum EIA besagt, dass Letzteres dazu beitragen soll, die Ziele der Göteborg Strategie umzusetzen.

Herr Kohlhaas: Sie hatten gezeigt, dass die Spannweite der Ergebnisse sehr groß ist, was dazu führt, dass auch qualitativ sehr unterschiedlichen Ergebnisse erzielt werden. Ich hatte das Gefühl, dass versucht wird, durch verschiedene Methoden eine Eingrenzung der Spannweite zu kriegen und Konsequenzen von unterschiedlichen Ergebnissen aufzuzeigen. In Deutschland wird teilweise darauf eine Skepsis gegenüber der Modellierung begründet, mit der Konsequenz, lieber ganz auf quantitative Ergebnisse zu verzichten. Der von Ihnen beschriebene Prozess ist wahrscheinlich sehr aufwendig. Wie kann man einen pragmatischen Weg finden, um den finanziellen und zeitlichen Aufwand gering zu halten und nicht auf Modellierung zu verzichten.

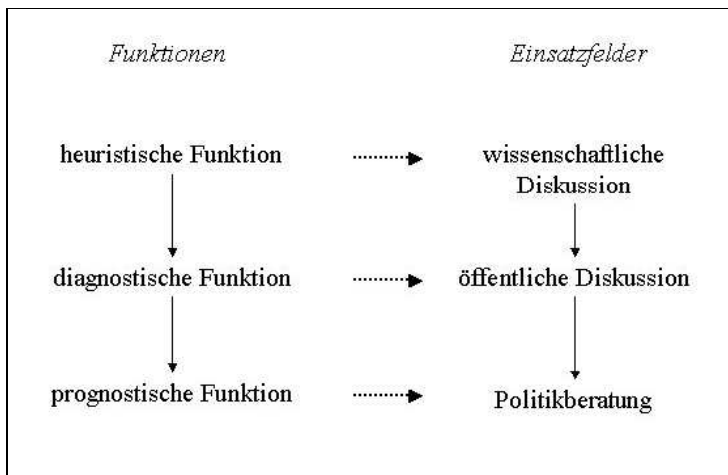
Antwort: Es gibt hier zwei Auffassungen, die sich konträr gegenüber stehen. Die einen sagen, wir wollen keine Modelle. Die anderen sagen, wir wollen Modelle, weil wir klare Antworten haben wollen. In der Kommission sind beide Auffassungen vertreten. Momentan gibt es eine große Anzahl von Leuten, die verstehen, was Modelle leisten können, auch wenn sie nicht DIE Antwort liefern können. Hier muss man einen Kompromiss finden. Noch ist die Zahl der Kompromisswilligen in der Minderzahl, aber sie wächst. Man muss auch ganz klar sehen, dass kein EIA wie das andere ist, hier gibt es viel zu lernen.

4. Session I – Übergreifende methodische Fragen der ökologisch-ökonomischen Modellierung

4.1 Input von Prof. Dr. Frank Beckenbach

Grundsatzfragen der ökologisch-ökonomischen Modellierung (ööM)

I. Funktionen und Einsatzfelder der ööM

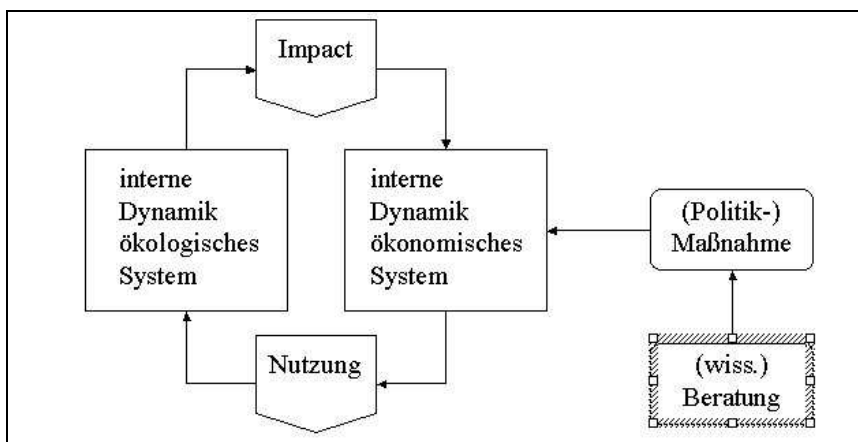


II. Rolle der ööM in der Nachhaltigkeitspolitik

II.1 ööM und "Sustainability Impact Assessment" (SIA_1)

Anforderungen der SIA

- ex ante Perspektive: Prognosefähigkeit
- Maßnahmenbezug: Isolationsfähigkeit
- Impact- und Nachhaltigkeitsbezug: Konsensfähigkeit



Problem 1: wissenschaftlicher Dissens

- Paradigmen in der "normal science"
- unterschiedliche Fachkulturen
- Wahl des Problemausschnitts
- Wahl des geeigneten Modells
- Wettbewerb um Fördermittel

Problem 2: Prognoseerstellung

- Dissens als Pluralität der Prognosen
- Komplexitätsvermutung als Unmöglichkeit der Prognose

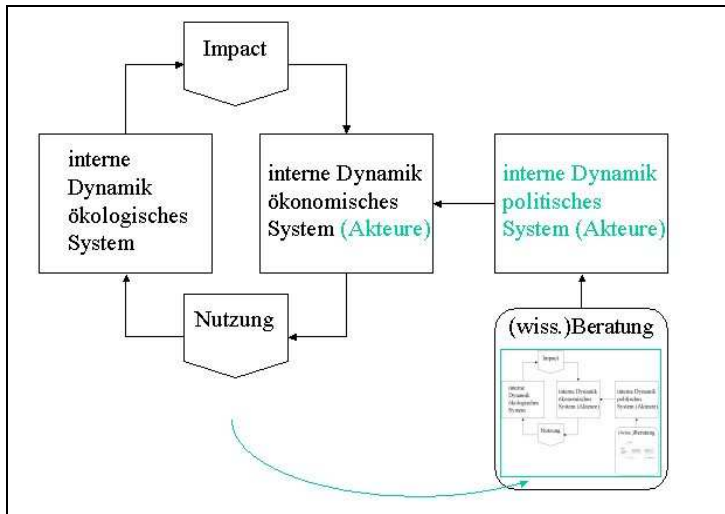
II.2 ööM und "Science Impact Assessment" (SIA_2)

Effektivitätsanalyse für wissenschaftliche Beratung:

- Unterschied zwischen wissenschaftlichem und politischem Diskurs
- Einbeziehung der Zielfunktionen wissenschaftlicher und politischer Akteure
- wissenschaftliche Beratung als iterativer Prozess

Folgen für die ööM:

- Endogenisierung der Politik
- doppelter Akteursbezug der Politikempfehlungen
 - (i) Bezug auf politische Akteure
 - (ii) Bezug auf die Adressaten möglicher politischer Maßnahmen
- ööM als Teil eines iterativen Prozesses
- Modellwettbewerb
- multiple Szenarien statt Prognose



III. Profilentwicklung der ööM

III.1 Akteursbezug

Kritik der traditionellen Akteurskonzepte

- unrealistische Annahmen in Bezug auf die Informations- und Wissensausstattung
- vollständige Ausblendung des 'kognitiven Innenlebens'
- unberücksichtigt der Einfluss einer Veränderung der Situationslogik auf das Handeln

Erweiterung des Akteurskonzeptes

- Wahrnehmung, Gedächtnis und Wissen als dynamische Restriktionen
- situationsabhängige Aktivierung unterschiedlicher Handlungsmodi
- systematische Berücksichtigung von Lernprozessen

Koordination des Akteurshandelns

- Wechselverhältnis von individueller und gesellschaftlicher Regelgenerierung
- Beurteilung des Einflusses politischer Rahmensetzungen jenseits einfacher Reiz-/Reaktionslogik

III.2 Einbeziehung von Veränderungsprozessen

- Unterscheidung zwischen Zustandveränderung und Strukturveränderung
- Unterschiede in der räumliche und zeitlichen Skalierung von Veränderungsprozessen
- Nichtlinearitäten (Schwellenwerte, Diskontinuitäten)

- Biodiversitätsabnahme vs. Ökonomiediversitätszunahme (ökonomische Innovation als Risiko und Chance)
- Ordnung(en) "fern vom Gleichgewicht"
- Resilienz als dynamisches Nachhaltigkeitskonzept (Parameterresilienz, Zustandsresilienz)

III.3 Integration der Subsysteme

Methodologische Integration

- beide Subsysteme sind menschliche (wissenschaftliche) Konstrukte
- Hervorhebung gemeinsamer Merkmale
 - i)heterogene Elemente
 - ii)Hierarchie der Elementbeziehungen
 - iii)dezentrale Koordination
 - iv)Adaptation der Elemente an das Koordinationsergebnis (unterschiedliche Ausprägung dieser Merkmale)
- Wechselwirkung "komplexer adaptiver Systeme" (kaS) als integratives Leitkonzept
 - Substanzielle Desintegration
 - Akteursbezug als Besonderheit des ökonomischen Systems (Mikrofundierung als Differenzierungserfordernis)
 - beschränkte Rationalität der ökonomischen Akteure als Mindestanforderung für
 - Differenzierungsgrad des ökologischen Systems (Möglichkeit funktionaler Aggregation)
- Plädoyer für eine problemabhängige Unterschiedlichkeit der subsystemischen Differenzierung im Rahmen des kaS-Konzeptes

IV. Forschungsbedarf

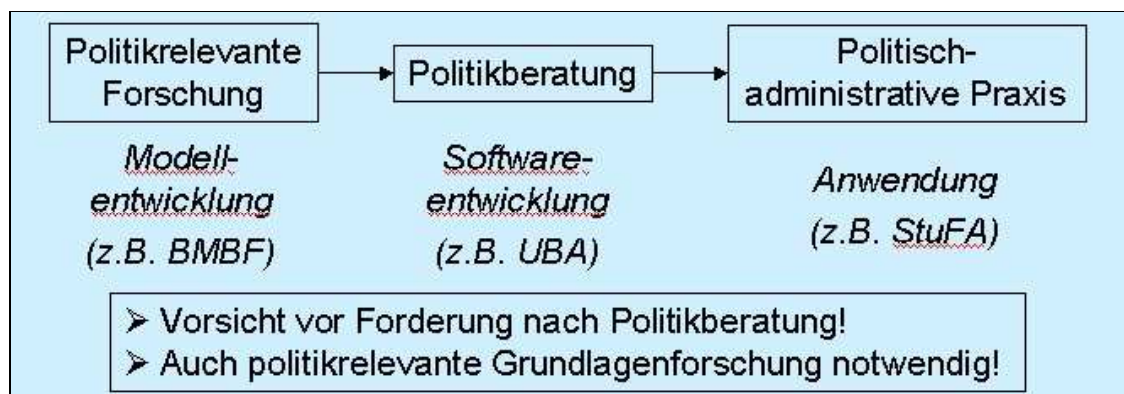
- Spezifikation des Resilienzkonzepts für ökologische und ökonomische (Sub-)Systeme (räumliche Dimension, zeitliche Dimension, auf Umweltmedien/Arten bezogene Dimension)
- Umweltwahrnehmung und Genese von umweltbezogenen Verhaltensregeln im Rahmen eines erweiterten ökonomischen Akteurskonzeptes

- Szenarienanalyse im Rahmen wechselwirkender ökologischer und ökonomischer kaS

4.2. Input von Dr. Bernd Klauer

Erkenntnisgewinn

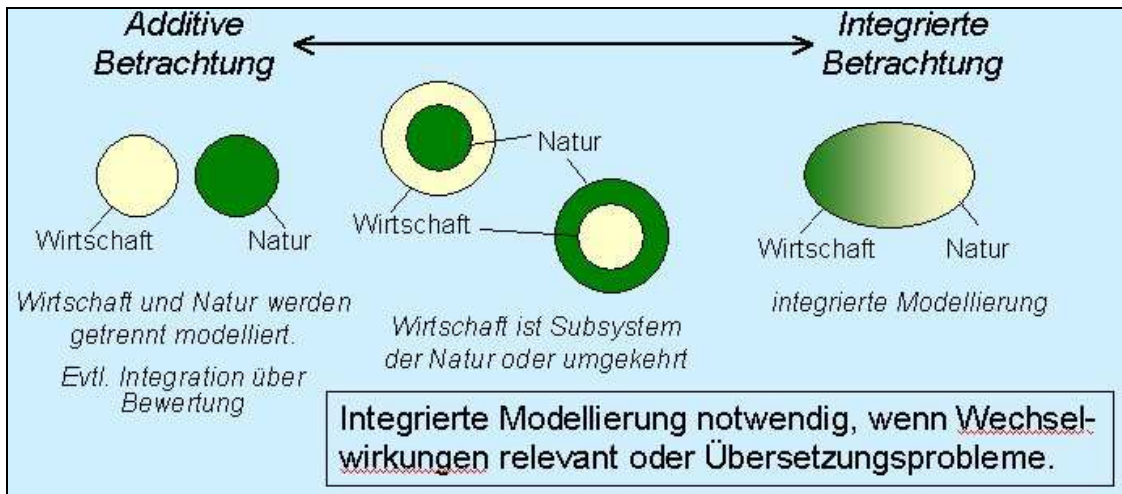
- Offene Zielstellung, „neugiergeleitet“
(z.B. verbessertes Prozessverständnis der Interaktionen von ökon. und ökol. Systemen) *oder*
- Problemorientiert, anwendungsnahe, politikrelevant



Nachhaltigkeit ist zwar eher ein Leitbild als ein scharf definierter Begriff, aber er weist auf die Notwendigkeit:

- Langfristiger Betrachtung
 - Nachhaltigkeit bedeutet dauerhaften Erhalt von etwas
 - Adäquater Umgang mit Unsicherheit und Unwissen
- Umfassender Betrachtung
 - Adäquate Berücksichtigung von Natur, Wirtschaft und Gesellschaft
- Gerechtigkeitsüberlegungen
 - Inter- und intragenerationale Verteilungsgerechtigkeit
 - Verantwortung für zukünftige Generationen

Arten der Integration in ÖÖM



Beispiele der Integration

- Ökol. Modell + ökon. Bewertung
 - Populationsmodell + Kostenfunktion □ Optimierung
- Additives Modell + integrierte Bewertung
 - Hydrologische Modellierung + Bodenmodell + BWL Landwirtschafts- und Kläranlagenmodell: Multikriterielle Analyse oder Kosteneffektivitätsanalyse oder Kosten-Nutzen-Analyse
- Hierarchisches Modell + integrierte Bewertung
 - Klimamodell + Hydrologisches Modell + sektorales Energie- Land- und Fischwirtschaftsmodell: Multikriterielle Analyse oder Kosten-Nutzen-Analyse
- Integriertes Modell
 - Ökol. Weidemodell + Schafpopulationsmodell + BWL Farmmodell + Versicherungsmodell + ggf. Agrarmarktmodell
- Wege zu integrierten ÖÖM - Beispiele

Ausgangspunkt sind disziplinenübergreifende Konzepte → Bestände, Stoffstrombilanzen, Input-Output-Modelle, Kuppelproduktion, Optimierung, Mathematik als gemeinsame Sprache

Das Beispiel Bestände

Zweck: Konzeptueller Ausgangspunkt für die Analyse von Dynamiken in ökol. und ökon. Systemen sowie deren Wechselwirkungen

Idee: Ein Bestand ist eine Menge, die eine gewisse Zeit besteht (kontextabhängig). Basis gegenüber der Veränderungen analysiert werden können.

Beispiele:

- Vorräte und Kapitalgüter: Kohle, Öl, Getreide, Forste,
- Weitere ökon. Bestände: Hausmüll, Schlamm in Hafenanlagen
- Ökol. Bestände: Populationen, Habitate, Flüsse

Vorgehensweise: Mengentheoretische Formulierung der Begriffe (Bestand, Bestandsgröße, Dauer des Bestandes, Zeitskala) und Betonung der Kontextabhängigkeit

Weitere Forschungsfragen für die ÖÖM

Bisher haben wir nur Problem der integrierten Betrachtung von ökol. und ökon. Systemen betrachtet. Weitere Forschungsfragen sind insbesondere:

- Abbildung von Dynamik und Irreversibilitäten
- Abbildung von räumlichen Strukturen (vor allem in ökonomischen Modellen)
- Upscaling von Prozessmodellen auf Landschaftsmodelle
- Adäquate Strategien zum Umgang mit Unsicherheit und Unwissen. Berücksichtigung von Unsicherheit in Modellen

Reales System → Repräsentation → Quantitatives Modell, Code

Risiko: Risikosituationen (Annahme: alle Ausgänge und Wahrscheinlichkeiten bekannt) sind eine bestimmte Repräsentation der Wirklichkeit.

Unsicherheit: Mangelndes Vertrauen einer Person in Ausgänge eines Ereignisses (z.B. weil Informationen als unvollständig oder falsch beurteilt werden).

Unwissen; Wissen über das Nicht-Wissen:

- Modelle können i.d.R. Unsicherheit und Unwissen nicht voll erfassen.
 - Modelle kompatibel zu Risiko □ Erwartungsnutzentheorie
- Forderung: Modelle sollten auch andere Strategien des Umgangs mit Unsicherheit und Unwissen unterstützen!
 - Vorsichtsprinzip, Lernen, Partizipation, Expertenwissen einbeziehen ...

Herausforderungen für die Forschung

- Problembezug und Politikrelevanz ernst nehmen.

- Echte Integration ökonomischer und ökologischer/naturwissenschaftlicher Modelle.
 - Abbildungen von Wechselwirkungen zwischen ökonomischen und ökologischen Systemen.
 - Vermeidung von „Übersetzungsproblemen“
- Entwicklung problemadäquater Strategien zum Umgang mit Unsicherheit und Unwissen.
- Weitere (z.B. adäquate Abbildung von Dynamik und Raum, Upscaling)

Diskussion/ Fragen

Herr Schwarze: Ich möchte vor Eröffnung der Diskussion noch einmal als Pflöck die Nachhaltigkeitsdefinition des BMBF einwerfen: „Sicherung der Handlungs- und Reaktionsfähigkeit von sozialen, ökonomischen und ökologischen Systemen, orientiert an den Prinzipien von Langfristigkeit, Integration von Ökonomie, Ökologie und Sozialem, Partizipation und Globalität.“ Das ist eine breite Definition, sie stellt aber keine reine Kompromissformel dar. Sie orientiert sich im Kern an der Systemsicherung, also der Resilienz und knüpft damit an den kaS-Konzepten an, die Herr Beckenbach angesprochen hat.

Frau Calenbuhr: Inwiefern können Ihre Modelle etwas im Rahmen der adaptiven Dynamik aussagen; z.B. wenn ein System schnell umschnappt, ein Phänomen, das durch stationäre Modelle nicht erfasst werden kann.

Herr Beckenbach: Es gibt zum einen computergestützte Modell numerische plus analytische Begleitüberlegungen, mit denen das Problem sehr gut eingrenzbar ist. Hier gibt es z.B. ein Modell von Herrn Vance, in dem drei Spezies miteinander interagieren. Dieses Modell kann im Parameterraum analytisch untersucht werden. Auf dieser Basis kann man sehr genau sagen, wann ein System gleichgewichtsstabil, wann es zyklisch und wann es „chaotisch“ ist. Eine analog einfache bzw. vergleichbare Übersichtlichkeit hat man bei Multiagentensystemen nicht. Meine Forschungsstrategie ist, Komplexität zu reduzieren, so dass man zu einer partiellen Modellierbarkeit im Sinne von aggregierten Gleichungen kommen kann. Auf diese Art und Weise lässt sich für Multiagentensysteme eine Aussage darüber treffen, warum in bestimmten Konstellationen ein Gleichgewicht entsteht. Unter-

suchungen darüber, wie eine Technik der Komplexitätsreduktion für Multiagentensysteme aussehen kann, stehen noch aus.

Herr Pethig: Ich habe mich gefreut, zu hören, dass es hier um politikrelevante Forschung gehen soll. Ich möchte mit meiner Bemerkung aber weiter gehen: Die Grundlagenforschung ist in den Naturwissenschaften akzeptiert, in der Ökonomie ist dies nicht so sehr der Fall. Wer behauptet, von vorneherein zu wissen, was politikrelevant sei und was nicht, sollte vorsichtiger sein. Ich wehre mich gegen die Politik der Ministerien und der EU, die auf politikrelevante Forschung insistieren, denn ohne Grundlagenforschung fehlt der wissenschaftliche Unterbau.

Herr Klauer: Ich halte es für möglich, eine „politikrelevante Grundlagenforschung“ zu betreiben; also eine Forschung, die die Politik im Blick behält. Gerade beim ernsthaften Versuch der Integration von ökologischen und ökonomischen Systemen in einem Modell kommen wir nicht um Grundlagenforschung herum.

Herr Schulz: Im Grundsatz stimme ich mit Ihnen überein. Jede Grundlagenforschung muss sich in irgendeiner Weise rechtfertigen, das ist auch in den Naturwissenschaften der Fall. Grundlagenforschung kann z.B. von der DFG gefördert werden. Das BMBF hat aber nur bestimmte Fördermittel zur Verfügung, die es gezielt einsetzen muss. Da kommt man nicht umhin, dies auf eine bestimmte Problemorientierung bzw. Anwendungsorientierung zuzuschneiden.

Frau Calenbuhr: Ich stimme dem utilitaristischen Ansatz (Schulz) zu und mit Ihnen (Pethig) stimme ich nicht überein: Man hat sehr lange gesagt, dass die Gesetzgebung keinen fachlichen Unterbau hat. Gesetzgebung wurde häufig auf Grundlage von Annahmen gemacht, die sich hinterher als falsch herausstellten. Es gibt mittlerweile den Trend – sowohl auf nationaler, als auch auf EU Ebene – Gesetzgebung stärker auf wissenschaftlichen Erkenntnissen aufbauen. Dieser Trend ist begrüßenswert. Bestimmte Aufgaben benötigen allerdings eine längere Vorlaufzeit (= anwendungsorientierte Grundlagenforschung) und daneben gibt es noch die reine Grundlagenforschung. Diese Bereiche stehen nebeneinander, und dies ist nicht per se gut oder schlecht. Es ist auch nicht ausgeschlossen, dass nicht-anwendungsorientierte Grundlagenforschung in vielleicht 10-15 Jahren oder vielleicht schon in fünf Jahren anwendungsrelevant wird.

Herr Pethig: Ich wollte mit meiner Bemerkung betonen, dass es ohne Grundlagenforschung keine anwendungsorientierte Forschung gibt: Das eine ist die Grundlage für das andere.

Herr Schwarze: Ich möchte eine Bemerkung zum Abschluss hinzufügen. Die Tatsache, dass es bei Nachhaltigkeit um ein interdisziplinäres Problem geht, erfordert, dass ein Mechanismus dahinter geschaltet wird, der sicherstellt, dass die Grundlagenforschung, die unter völliger Ausnutzung der Spezialisierung in den Einzeldisziplinen erfolgen muss, anschließend wieder in den Diskurs mit anderen Teildisziplinen zurückübersetzt werden. Ohne einen interdisziplinären und d.h. problemorientierten Prozess besteht kein Bezug zur Nachhaltigkeit.

5. Session II – Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Klimaschutz

5.1 Input von Prof. Dr. Klaus Hasselmann

Gekoppelte Klima-Sozioökonomische Modelle

Entwicklung von Klimamodellen

Grundproblem: das System ist nicht im Sinne der klassischen statistischen Mechanik reduzierbar: Es gibt keinen rigorosen Schließungsansatz, der die Reduktion des vollständigen Systems aller schnell veränderlichen Wettervariablen auf ein geschlossenes Untersystem der wenigen relevanten mittleren Klimavariablen ermöglicht (Grundproblem der Turbulenz). Dasselbe Problem der Zeitskalenkopplung tritt auch bei sozio-ökonomischen Modellen auf, wurde aber bisher ignoriert oder wegdiskutiert.

60 Jahre	70-80er Jahre	90er Jahre – heute
Top down: breitengrad- gemittelte globale Energiebilanz-modelle Bottom up: Prozessorientierte Studien (Strahlungbilanz, Konvektion, Grenzschichten,...)	Dreidimensionale gekoppelte Modelle des Ozean-Atmosphäre-Kohlenstoffkreislauf -Systems	Höhere Auflösung; weitere Prozesse, z.B. biogeo-chemische Kreisläufe, Aerosole,...

Typische technische Eigenschaften von Klimamodellen

- Laufen auf Höchstleistungsrechnern
- Benötigen lange Rechenzeiten (Wochen bis Monate)
- Programmiersprache: FORTRAN, mit Zugriff zu leistungsstarken Bibliotheken, Vektorierungs- bzw. Parallelisierungsalgorithmen, Optimierungsverfahren, etc.
- Keine Eigentumsrechte (open source codes)

Typische technische Eigenschaften von sozioökonomischen modellen

- Laufen auf laptops
- Benötigen kurze Rechenzeiten (Minuten bis Stunden)

- Programmiersprache: GAMS (Metasprache optimiert für ökonomische Gleichgewichtsrechnungen), manchmal FORTRAN oder C++
- Häufig mit Eigentumsrechten belegt (manchmal open source code)

Zentraler Unterschied zwischen Klima- und ökonomischen Modellen:

Klimamodelle: Viele (mehrere Millionen) Freiheitsgrade x_i , die durch Evolutionsgleichungen $dx_i/dt = Q_i(x)$ bestimmt werden. Gleichgewichte existieren, wenn überhaupt, nur im statistischen Mittel.

Ökonomische Modelle: Wenige (<100) Freiheitsgrade, gesucht werden zeitunabhängige oder exponentiell wachsende Gleichgewichtslösungen, oder zeitlich optimierte Wachstumspfade über relativ wenige (<20) Zeitschritte.

Was ist erforderlich zur effektiven Zusammenkoppeln von Klima- und sozioökonomischen Modellen?

Eine Anpassung der Rechenzeiten von Klima- und sozioökonomischen Modellen. Hier gibt es zwei Ansätze:

- Reduktion der Auflösung der Klimamodelle (vereinfachte Boxmodelle)
- Impulsresponsmodelle. Vorteil: Eichung **des Modells an state-of-the-art** hochauflösenden dreidimensionalen Klimamodellen, kein Verlust an Information gegenüber dem Referenzmodell. Nachteil: anwendbar nur für **beschränkte Klimaänderungen, etwa bis 3°C**; Beschränkung ist überwindbar auf Kosten der mathematischen Rigorosität.

Was ist erforderlich zur effektiven Zusammenkoppeln von Klima- und sozioökonomischen Modellen?

- Eine Anpassung der Rechenzeiten von Klima- und sozioökonomischen Modellen
- Eine Überwindung der Einschränkungen des Marktgleichgewichts-Paradigmas der sozio-ökonomischen Modelle

Zentrale Fragen der Klimapolitik

- Wie ist die Globalisierung der Wirtschaft zu steuern, einschließlich der aktuellen Probleme der Instabilitäten der Finanzmärkten, der Verstärkung des Reich-Arm-Gefälles, der strukturellen Arbeitslosigkeit, der Konjunkturzyklen, des stagnierenden Wachstums, usw?

- Welchen Einfluss haben langfristige Klimaschutzmaßnahmen auf diese Steuerung?
- Insbesondere, welche Wechselwirkungen bestehen zwischen kurz- bis mittelfristigen sozioökonomischen Schwankungen bzw. Instabilitäten und langfristigen Klimaschutzmaßnahmen?
- Wie ist der Klimaschutz nicht nur in diesen Fragenkomplex einzuordnen, sondern allgemein in die Nachhaltigkeitsdebatte?

Beispiele der Vermengung von allgemeinen Problemen der globalen Entwicklung und kurz- bis mittelfristigen Strukturproblemen mit Aufgaben des langfristigen Klimaschutzes

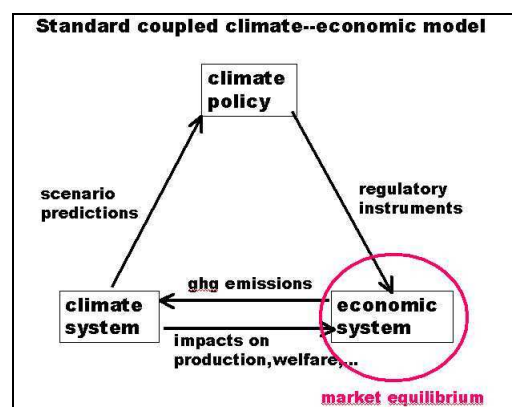
Rot-grüne Begründung des Ausbaus erneuerbarer Energien auf der Internationalen Konferenz über Erneuerbare Energien, Bonn, Mai 2004:

Gerhard Schröder: Abhängigkeit von instabilen Ölförderländern, Terrorismus

Jürgen Trittin: Schaffung von Arbeitsplätzen

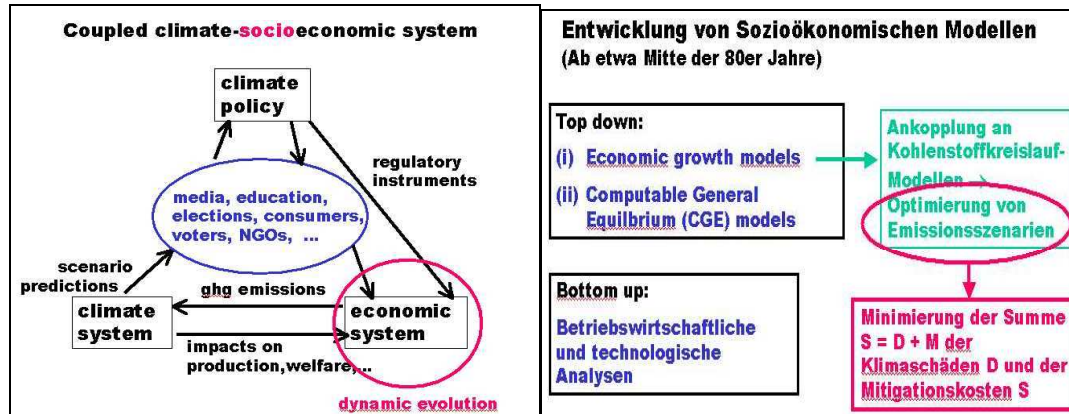
→ Und der Klimawandel?

Die Beantwortung dieser gekoppelten Fragenkomplexe erfordert sozioökonomische Modelle, die sowohl die Kurzfristvariabilität als auch die langfristige Entwicklung des globalen sozioökonomischen Systems in einem einzigen Modell erfassen; damit gleichzeitig eine Brücke zwischen Wachstums- und CGE-Modellen schlagen, und die Multi-Akteur-Dynamik des sozioökonomischen Systems wiedergeben.

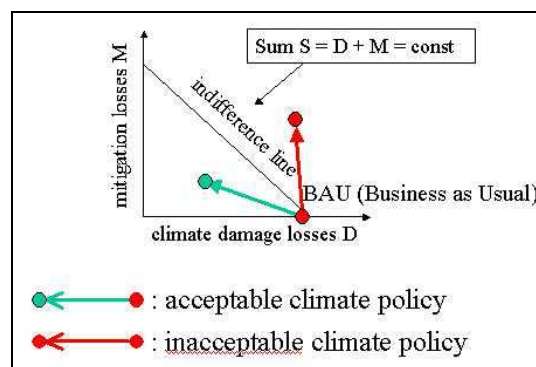


Ein top-down makroökonomisches Modell im Marktgleichgewicht entspricht den früheren top-down Energiebilanzmodellen des Klimasystems, die die kurzfristigen Wet-

terschwankungen unberücksichtigt lassen, obwohl sie die Langfristentwicklung entscheidend mitbestimmen.



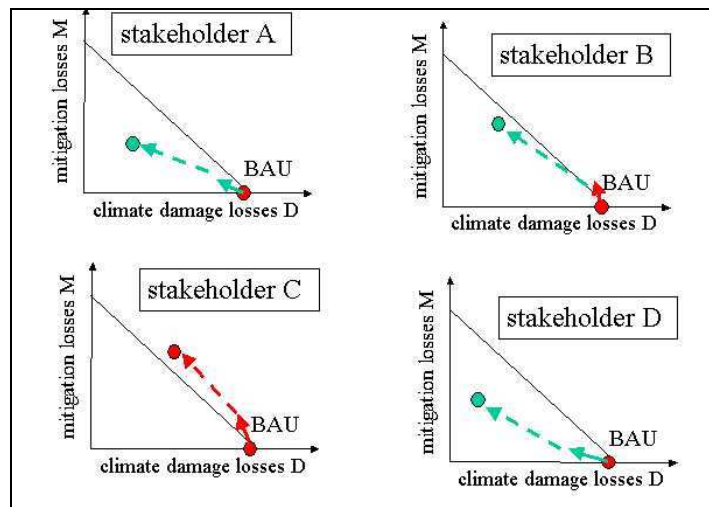
Climate policy assessment based on ordering relation with respect to indifference line



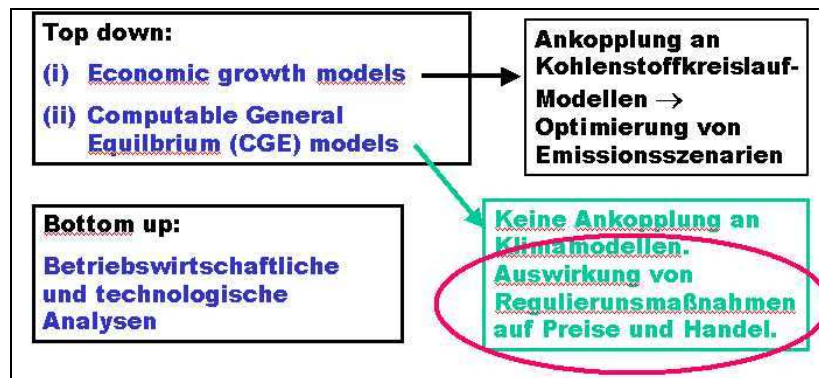
Das Erreichen eines internationalen Klimaabkommens ist nicht ein Kosten-Nutzen-Problem für einen hypothetischen globalen Planer, sondern ein dynamisches Multi-Actor Problem, bei dem jeder Akteur unterschiedliche Ziele verfolgt.

Aufgabe der Modellierung sollte die Herausarbeitung und Quantifizierung der unterschiedlichen Beurteilungen und Zielsetzungen der einzelnen Akteure sein, als Grundlage für sachliche Verhandlungen über alternative Klimaschutzmaßnahmen.

Needed: short term commitments plus long-term statements of intent



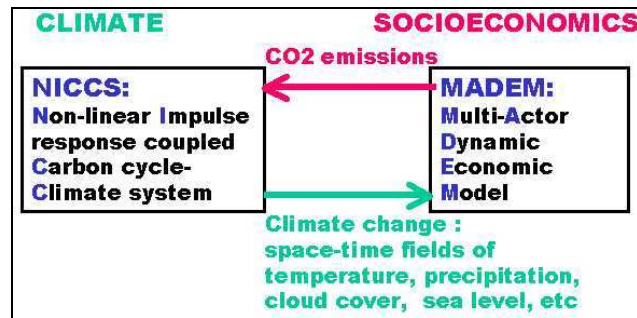
Entwicklung von Sozioökonomischen Modellen (Ab etwa Mitte der 80er Jahre)



Kann man ein Nicht-Gleichgewichts-Ökonomie-Modell entwickeln, das sowohl kurzfristige ökonomische Schwankungen und Instabilitäten simuliert als auch im quasistationären Grenzfall die Markt-Gleichgewichts-Lösung wiedergibt?

Ein Versuch: MADIAM (Multi Actor Dynamic Integrated Assessment Model)

Multi-Akteur-Dynamik mit Wechselwirkungen zwischen Unternehmern, Lohnempfängern, Konsumenten und Regierungen.



General structure:

state (prognostic) variables $x = (x_i)$

diagnostic variables $y = (y_i) = D_i(x)$

control variables $z = (z_i) = C_i(x)$

Prognostic equations: $dx_i/dt = F_i(x,y,c) = G_i(x)$

Control variables are set by the actors, who pursue different goals. The actor strategies are defined by their control- variable algorithms. In the present model version, these depend only on the instantaneous state of the system, based on the system evolution assumed by each actor.

Present implementation

1 region (the world)

9 state variables : physical capital, productivity, energy intensity, carbon intensity, fuel resources, household savings, wage income, business credits, government assets

Actors: government, firms, wage-earners, shareholders, consumers

All actors strive to “prevent dangerous climate change” while at the same time pursuing individual goals

governments: maximize GDP. Control variables: taxes, recycled

firms/shareholders: maximize profits. Control variables: investments in: physical capital, productivity, reduced energy intensity, reduced carbon intensity.

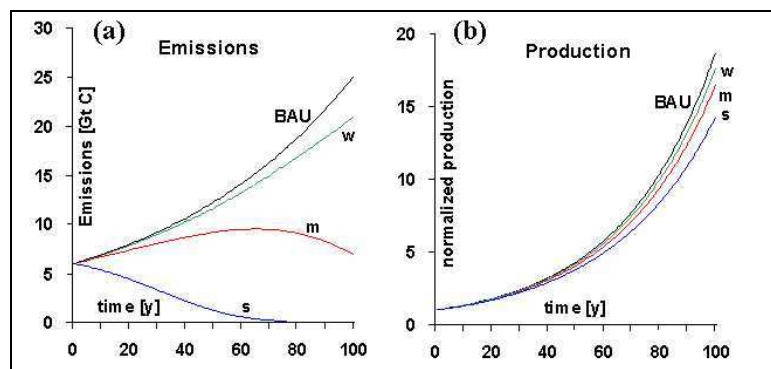
wage-earners: maximize earnings. Control variables: wage negotiations.

consumers: obtain climate-friendly products. Control variables: preference for higher-priced climate-friendly products stimulates their production by industry.

Principal driver of economic growth is the endogenous technological change.

Business strives to escape the erosion of profits due to business competition and wage pressures by investing in productivity (equivalent to human capital or technology). Structural unemployment occurs when it becomes more profitable for business to invest in productivity (resulting in the laying off of workers) than in physical capital.

Basic idea: Adam Smith, “Wealth of Nations” (1776), see also Karl Marx, “Das Kapital” (1867) and many others.



Mitigation measures: w: weak, m: moderate, s: strong

Der Klimawandel lässt sich durch eine langfristige Klimaschutzpolitik in vertretbaren Schranken halten zu durchaus erschwinglichen Kosten: etwa 1-2 Jahren Wachstumsverzögerung über 100 Jahre.

Diskussion/ Fragen:

Herr Requate: Es ist keineswegs so, dass in der Ökonomie von **einem** bestimmten Gleichgewichtsmodelle ausgegangen wird. Es gibt viele verschiedene Gleichgewichtsmodelle, z.B. das Marktgleichgewicht, spieltheoretische Gleichgewichte oder steady state. Es wird keineswegs davon ausgegangen, dass sich die Märkte immer im Gleichgewicht befinden, gerade am Beispiel der Arbeitslosigkeit wird dies deutlich.

Zur anderen von Ihnen gezeichnete Karikatur, dass man nicht vom sozialen Planer ausgehen, sondern statt dessen von Multi-Agenten-Modelle ausgehen sollte, will ich sagen, dass auch diese in der Ökonomie angewendet werden. Ich erläutere den StudentInnen

immer, dass, wenn wir vom sozialen Planer sprechen, dies als Metapher für ein first-best zu verstehen ist, das nur in den seltensten Fällen erreichbar ist.

Antwort: Es ist mir bekannt, dass es eine Fülle von Modellen in der Ökonomie gibt, diese werden aber nicht angekoppelt an Klimamodelle.

Herr Beckenbach: Meine Frage ist, was die Anforderungen der Klimaforschung an ein gehaltvolles ökonomisches Modell sind? Außerdem möchte ich meinem Vorredner widersprechen. Ich glaube, dass Sie mit Ihrer Aussage den Nagel auf den Kopf getroffen haben. Auch die dynamischen Modellen, z.B. der dynamischen Marktanalyse, wie sie in höheren Semestern gelehrt werden, basieren auf Annahmen, die auf realen Märkten nicht existieren. Es gibt einen eklatanten Mangel an verhaltenstheoretisch gehaltvollen Marktmodellierungen. Ich bin hier den Klimaforschern für ihren Hinweis auf die Unzulänglichkeit der gängigen zentralistischen ökonomischen Modelle dankbar.

Antwort Hasselmann: Der Impakt ist tatsächlich ein großes Problem; die Auswirkungen des Klimas auf die Wirtschaft sind noch zu analysieren. Dies ist eine Aufgabe, die gemeinsam von Ökonomie und Umweltforschung gelöst werden muss. Hier sollte iterativ an einer Verbesserung gearbeitet werden. Zur Zeit sind die Modelle noch sehr einfach.

5.2 Input von Prof. Dr. Gernot Klepper

Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Klimaschutz

Warum ökologisch-ökonomische Modellierung ?

Aus Sicht eines Ökonomen immer dann, wenn ökologische Aspekte

- die Ressourcenverfügbarkeit beeinflussen und damit die Güterproduktion und letztendlich die Wohlfahrt beeinflussen;
- direkt die Wohlfahrt beeinflussen;
- die Wachstumsdynamik einer Volkswirtschaft langfristig beschränken.

Drei Arten der Erkenntnis sind bei dem gegenwärtigen Entwicklungsstand integrierter Modelle möglich:

- Verstehen der Interaktion von Ökologie und Ökonomie
- Bewertung von Managementoptionen für das Erdsystem, bzw. für Teile desselben

- Ableitung eines optimalen Wachstumspfades unter der Berücksichtigung ökologischer Restriktionen

Modellierung und Politikrelevanz

Mit diesen drei Erkenntnisinteressen wird Wissen, aber noch nicht politikrelevantes Handlungswissen erzeugt! Dazu sind erweiterte Modelle erforderlich, die explizit Politikparameter enthalten, die politische und institutionelle Restriktionen berücksichtigen, die strategische Aspekte berücksichtigen und die eine der Legislative entsprechende räumliche Auflösung haben.

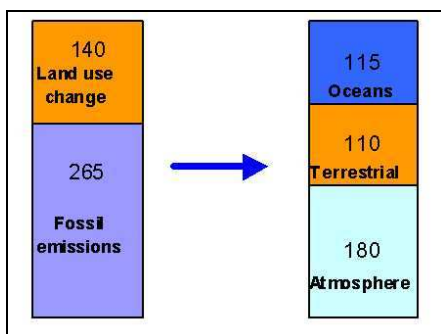
Herausforderungen bei der Modellkopplung

- Skalen (Zeitliche Dimensionen, Räumliche Dimensionen)
- Rückkopplungseffekte (Rolle von Informationen, Nichtlinearitäten im Natursystem bzw. im gesellschaftlichen System)
- Daten (Wirtschaftsbezogene Daten folgen der historischen Nomenklatur, Räumliche Auflösung der Datensätze häufig wenig hilfreich für Kopplung)

Herausforderungen bei der Modellkopplung

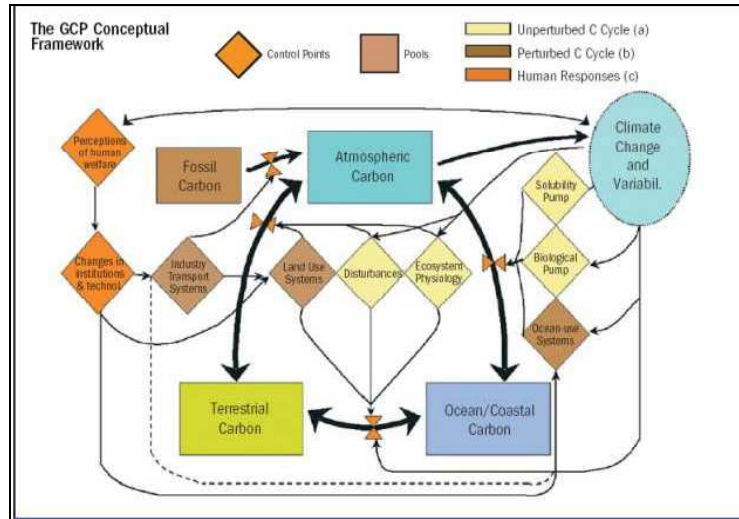
Emissionen vs. Kohlenstoffkreislauf (Traditioneller Fokus der Modelle auf Emissionen von CO₂ aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe.)

Emissions and Uptake of Carbon since 1800 (Gt C)



Herausforderungen bei der Modellkopplung

- Anforderungen an die Modellierung des Kohlenstoffkreislaufs (Landnutzung, Sequestrierung, Senken)



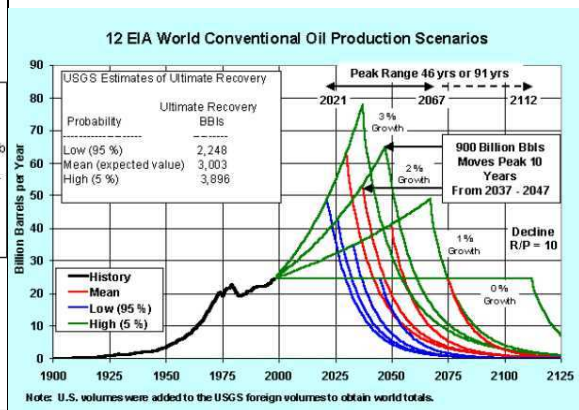
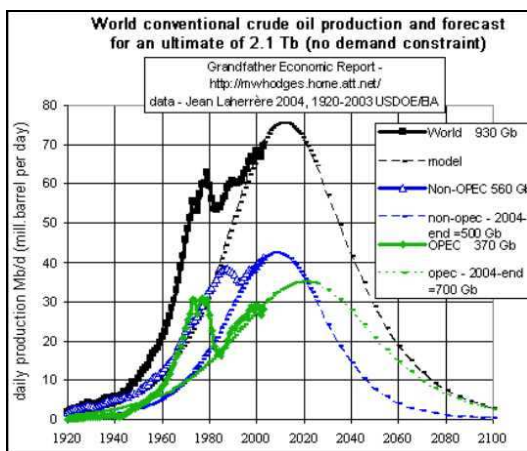
Intradisziplinäre Forschungsdefizite bzw. Grenzen der disziplinären Forschung

Ökonomische Modelle:

- Ressourcenangebotsfunktionen (Hotelling und seine Kritiker)
- Endogener Technischer Fortschritt und seine Determinanten
- Räumlich disaggregierte Landnutzungsmodelle

Ingenieurwissenschaften:

Ressourcenverfügbarkeit (Hubbard und sein Kritiker)



Grenzen der interdisziplinären Forschung

- Komplette integrierte Modelle sind aus vielen Gründen nicht erstrebenswert.
- Erstellung von Ergebnissen von Teilmodellen in reduzierter Form steckt noch in den Kinderschuhen:
 - Kopplung von energiewirtschaftlichen Modellen mit Wirtschaftsmodellen
 - Kopplung von Impact-Modellen mit Landnutzungs- bzw. mit Wirtschaftsmodellen
- Integration anderer globaler Veränderungen (Demographie etc.)

Modelle vs. Indikatoren?

Indikatoren	Modelle	Können	Können nicht
Können		Aggregierte Daten erzeugen. Erkenntnisse verschiedener Disziplinen zusammen fassen.	Detaillierte Daten erzeugen. Qualitative und quantitative Informationen zusammen bringen. Politisch manipuliert werden.
Können nicht		Kausalitäten illustrieren. Rückkopplungen analysieren. Die Logik von Indikatoren identifizieren.	Gut mit Risiko umgehen. Normative Entscheidungen überflüssig machen.

Diskussion/ Fragen:

Frau Kemfert: Vielen Dank für den interessanten Vortrag. Ich denke, dass sehr genau überlegt werden sollte, was man mit dem Modell anfangen will. Dabei sind viele Faktoren wie Politik, Region etc. zu berücksichtigen. Eine Pauschalisierung ist meiner Meinung nach kritisch zu sehen. Es gibt durchaus die Möglichkeit, Modelle zu koppeln. Dies ist jeweils davon abhängig, was das Modell macht und was die jeweiligen Ziele und Motivationen sind.

Frau Calenbuhr: Sie sprachen die Nicht-Linearitäten an. Meine Frage ist, wenn man weiß, dass es unzulänglich ist, warum macht man es dann nicht anders? Verspricht man sich bessere analytische Resultate oder Voraussagen? Außerdem noch eine Bemerkung zur von Ihnen angesprochenen Totalintegration: Die Frage ist doch, wozu eigentlich so ein Modell dient. Man muss nicht immer alles integrieren, teilweise reicht es, verschiedene Modelle nebeneinander zu stellen und evtl. die Resultate zu integrieren.

Herr Kohlhaas: Sie haben in Ihrem Vortrag ebenfalls gesagt, dass der endogene technische Fortschritt, der eine große Rolle für die Modelle spielt, zur Zeit noch nicht befriedigend abgebildet werden kann. Wir als Makromodellierer stehen hier noch in der Anfangsphase. Wir haben erkannt, wie unbefriedigend die Ergebnisse noch sind. Wir haben aber nach wie vor noch keinen richtig guten Weg gefunden, außer vielleicht der angesprochenen Akteursmodelle. Ich erlaube mir eine ketzerische Frage: Sie haben gesagt, dass Sie konservativ sind und Ihre Modelle maximal auf 20-30 Jahre auslegen. Macht Kopplung da überhaupt Sinn, denn die Auswirkungen des wirtschaftlichen Verhaltens auf das Klima wird nicht in 20-30 Jahren messbar sein. Ich glaube, dass es möglich ist, auf der einen Seite Ökonomiemodelle als Szenarien in Klimamodelle einzuspeisen, bzw. umgekehrt Ergebnisse von Klimamodellen als Szenarien in Ökonomiemodelle einzuspeisen. Aber ich denke, dass eine wirkliche Kopplung bei so unterschiedlichen Zeitskalen keinen Sinn macht.

Herr Klepper: Es gibt durchaus Klimaveränderungen über 20-30 Jahren - je weiter regional disaggregiert wird, desto stärker sind deren Ausprägungen. Wir haben dies in einem gemeinsamen Projekt mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie untersucht. Man bekommt hier tatsächlich Ergebnisse, die Effekte sind aber nicht besonders groß. Zur Frage, ob es ein integriertes Modell ist, mit dem man später Politikberatung machen möchte, würde ich sagen, dass hier keine gekoppelten Modelle nötig sind. Umgekehrt würde ich auch nicht sagen, dass Politikberatung dadurch gut wird, dass ich ein schlechtes Modell über 100 Jahre laufen lasse. Meine persönliche Meinung dazu ist, dass viele der über ein Jahrhundert hinaus reichende Fragestellungen weniger durch ökonomische Analyse beantwortet werden können als vielmehr durch eine ethische Betrachtungsweise. Zur Frage nach den Nicht-Linearitäten: Das Problem ist, dass wir gesellschaftliche Nicht-Linearitäten haben. Das sind Prozesse, die sich entwickeln und die irgendwann kippen. Wir haben keine Mechanismen, um dies angemessen zu beschreiben. Das hat aber zur Konsequenz, dass die ökonomische Modellierung strukturkonservativ arbeiten muss.

Herr Hasselmann: Zum Thema der Zeitdiskrepanz zwischen Klimaforschungs- und Wirtschaftsmodellen: Heute wissen wir, dass manche Treibhausgase über 200 Jahre in der Atmosphäre bleiben. Es macht meiner Meinung nach keinen Sinn, es einfach nicht zu modellieren, bzw. nur für 20-30 Jahre zu modellieren, weil man es nicht gut für 200 Jahre

modellieren kann. Die Gesellschaft steht nun mal vor der Frage, wie man die langen Zeitskalen berücksichtigen soll. Wir müssen Modelle entwickeln, die die Zukunft auf 100-200 Jahre unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Zukunft modellieren.

Herr Requate: Man kann nur die nächsten 20-30 Jahren ökonomisch modellieren und trotzdem bei den sozialen Kosten den Impact von CO₂-Ausstoß für 100 Jahre miteinbeziehen. Dies muss kein Widerspruch sein.

Herr Hasselmann: Aber auf diese Art und Weise erfassen wir nur einen Teil der Kosten, nämlich die Kosten für die nächsten 20-30 Jahren, aber die kompletten Wirkungen von CO₂ Ausstoß über 100 Jahre haben Sie nicht mit drin. Das Problem wird so nicht gelöst. Es müssen trotzdem Modelle entwickelt werden, die in die Zukunft hineingehen.

Herr Klepper: Das Problem ist, dass ökonomische Modellierung nur zur Bewertung durchgeführt wird, z.B. um Kosten abschätzen zu können. Aber wenn ich weiß, dass es nicht möglich ist, für 100 Jahre zu modellieren, weil ich keine Vorstellung davon habe, was in 100 Jahren für Technologien oder Wertvorstellungen herrschen, dann ist es sinnlos, eine Bewertung vorzunehmen, von der ich weiß, dass sie nicht richtig ist, weil ich die Präferenzen zukünftiger Generationen nicht kennen kann. Die Analyse eines ökonomischen Systems mit gegebenen Präferenzen heutiger Generationen wird immer unsere Bewertung der Zukunft darstellen, aber nicht die derer, die in 100 Jahren leben. Ich glaube nur, dass es ein Denkfehler ist, mit den herrschenden Modellen Bewertungen auf 100 Jahre vorzunehmen.

Herr Döring: Ich unterstütze die Aussage, dass die Frage, was in 100 Jahren ist, eher ein ethisches Problem darstellt. Man kann fragen, welchen Zustand ich in 100 Jahren vermeiden will. Dann kann man untersuchen, wie dieser Pfad ökonomisch begleitet werden kann; d.h. welche Maßnahme in den nächsten 20-30 Jahren uns auf diesen Pfad bringt. Das wäre dann aber keine Kopplung.

Frau Kemfert: In der Physik werden auch physikalische Prozesse unter großen Unsicherheiten über 100 Jahre abgebildet. Ich denke auch in der Ökonomie kann man mit diesen Unsicherheiten arbeiten. Allerdings sollte man sich von dem Gedanken verabschieden, tatsächlich Vorhersagen machen zu können. Das ist nicht, was wir wollen. Wir simulieren, und eine Simulation auch für 100 Jahre ist das, was man machen muss, wenn man

in der Politikberatung (auch Klimapolitikberatung) arbeitet. Da kann man nicht einfach 20-30 Jahre nehmen und diese partialanalytisch betrachten und die 100 Jahre ausblenden. Das ist meiner Ansicht nach der falsche Weg. Auch Ökonomen haben Möglichkeiten, um langfristige Zeiträume abzubilden. Aber natürlich ist dies nur unter starken Unsicherheiten möglich.

5.3 Input von Dr. Marian Leimbach

Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Klimaschutz

Integrated Assessment Modelle (IAM)

Aus der Komplexität des Problembereiches Klimawandel ergibt sich:

- IA-Modelle können Problembereich nicht vollständig abbilden
- Spezielle Methodik der Modellbildung bzw. Modellintegration
- Schwerpunktsetzung bei der Weiterentwicklung von IAM

Modularer Ansatz der IA-Modellierung

- dezentrale Module (3 Grundtypen: Wissensbereichsmodul, Jobsteuerungsmodul, Numerisches Kopplungsmodul)
- flexible Kombination von Modulen
- einfacher Austausch von Modulen
- Soft- und Hardwareunabhängigkeit
- Integration/Kommunikation über Internet möglich

Das Ziel ist, eine Kultur wissenschaftlicher Zusammenarbeit zu fördern, bei der Expertenwissen, eingebunden in separate Module, zum freien Austausch und zur wiederholten Nutzung zur Beantwortung von Stakeholderfragen zur Verfügung steht.

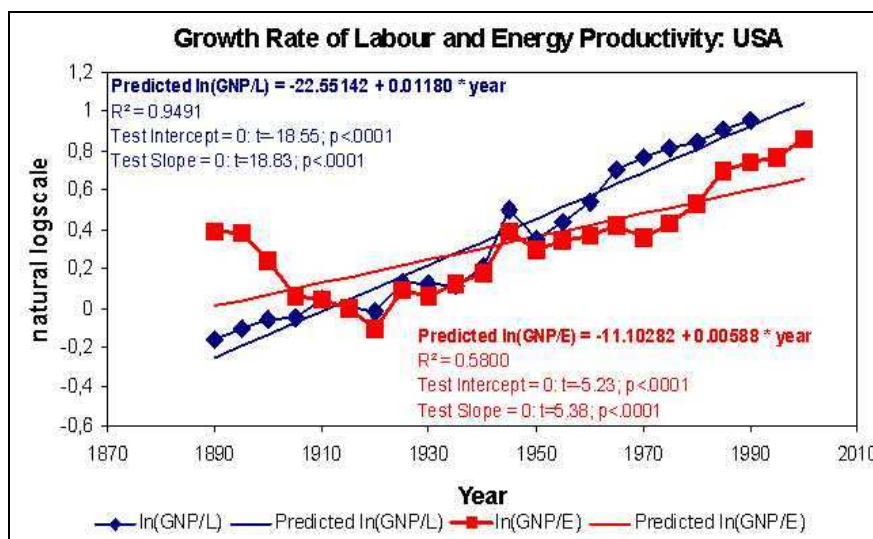
Inhaltliche Defizite aktueller IA-Modelle

- Modellierung des induzierten technischen Fortschritts
- Alternative Technologien (Biomasse, technische Kohlenstoffsequestrierung) kaum berücksichtigt

- Auslandsinvestitionen (z.B. in den Energiesektor), Kapitalmobilität und Finanzmärkte werden nicht modelliert
- Probleme der Entwicklungsländer (z.B. intra- and inter-generationelle Gerechtigkeit und Verantwortlichkeit) werden vernachlässigt
- Politikinstrumente werden exogen modelliert
- Verwendung stark vereinfachter Klimamodelle
- Integration eines Landnutzungs- bzw. Vegetationsmodells

Aspekte des Technologischen Wandels

1. Investitionen und Richtungen des technologischen Wandels
2. Learning-by-doing
3. Pfadabhängigkeit und Lock-out-Optionen



Lock-out-Optionen

- Energieeffizienzsteigerung
- Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare
- Kohlenstoffsequestrierung

Auslandsinvestitionen

- notwendig für den nachhaltigen Umbau des globalen Energiesystems
- Suche nach einem intertemporalen allgemeinen Gleichgewicht
- Spillovereffekte

Politikinstrumente

- Erfüllung von Klimazielen
- Lenkung von Investitionen und Kapitalströmen
- Emissionshandel (Auslandsinvestitionsanreize? Förderung erneuerbare Energien? Einbeziehung der Entwicklungsländer?)
- Soziales Optimum vs. Marktlösung

Forschungsagenda

- Potential des technologischen Wandels (zur Senkung von Klimaschutzkosten) untersuchen
- Langfristige Investitionsentscheidungen und intertemporales Verhalten von Kapitalmärkten
- Design und Analyse von Politikinstrumenten

Diskussion/ Fragen

Herr Beckenbach: Ich finde es sehr verdienstvoll, dass Sie die Endogenisierung des technischen Wandels mitangesprochen haben, zumal viele wichtige Fragen und Antworten, die uns hier beschäftigen, davon abhängen. Als Anregung möchte ich hier den Hinweis auf die Theorierichtung von Nelson/Winter (evolutionäre Ökonomik) geben, die in gewisser Weise als Kritik an dem Hicksschen Konzept einer durch Faktorpreisveränderungen induzierten Form des technischen Wandel interpretiert werden kann.

Die Nelson Winter Tradition hat den Vorteil, dass es ein integriertes Modell von endogenem technischen Wandels und einem Wachstumsmodell darstellt (Kritik am Solow Modell). Hier wird zwar auch nicht alles geliefert, was man braucht. Es ist aber als methodischer Rahmen interessant dafür, dass der Fokus in eine ganz andere Richtung gelenkt wird, z.B. auf Wettbewerbspolitik. In dem Modell ist es so, dass die Rentabilitätsdifferenziale stark darüber entscheiden, welche Art von Forschung und Entwicklung betrieben wird. Hier haben wir eine Brücke zu den von Ihnen genannten lock-in-lock-out-Effekten: Es kann sein, dass F&E ein wichtiger Parameter wird, um lock-ins zu lockern, um z.B. andere Formen von Energiegewinnung marktfähig zu machen. Ich denke, dass diese Analyse von Pfadabhängigkeiten, die über eine reine Faktorpreis-Betrachtung hinausgeht, notwendig ist, wenn man empirisch gehaltvoll endogenen technischen Wandel abbilden

will. Hier gibt es eine ganze Reihe von Modellen, die dies verfeinert haben, die teilweise sogar agentenbasiert konzipiert sind.

Herr Pethig: Sie haben davon gesprochen, dass es ein Nachteil bestehender Modelle sei, dass Politikinstrumente exogen modelliert werden und sprachen nachher von modellendogenen Entscheidungen zwischen verschiedenen Politikinstrumenten.

Antwort Leimbach: Mein Argument war, dass bisher Politikinstrumente exogen behandelt werden. Mein Vorschlag für eine zukünftige Strategie wäre, bestimmte Ansätze zu implementieren, damit zwischen Politikinstrumenten je nach Art und Intensität der Nutzung der Instrumente modellendogen entschieden wird.

Herr Pethig: Meinen Sie mit modellendogen, dass eine komparativ-statische Politikanalyse durchgeführt wird, um nachher zu sehen, was das beste Instrument ist?

Antwort Leimbach: Nein, ich meine, dass Sie verschiedene Politikinstrumente im Modell implementiert haben, z.B. das Instrument des Emissionshandels oder das des Energiezertifikats. Durch Vorgabe eines bestimmten Klimaziels haben Sie dann den Antrieb, um zwischen den beiden Instrumenten auszuwählen.

Herr Pethig: Ich verstehe das noch immer nicht. Wenn ein Instrument eingesetzt wird, dann sind das doch politische Entscheidungen. Dann müssten Sie doch die politischen Entscheidungen endogenisieren, meinten Sie das damit?

Antwort Leimbach: Es handelt sich um den Vorlauf einer politischen Entscheidung. Sie können ein Modell natürlich beliebig simulieren, Sie können auch politische Entscheidungen simulieren.

Herr Klauer: Gerade wenn Sie den Vorlauf einer politischen Entscheidung sehen wollen, macht es doch Sinn, dies exogen zu behandeln, um dann die verschiedenen Optionen durchzudenken. Wenn sie politische Entscheidung endogenisieren, dann haben Sie nur eine Karikatur eines Entscheidungsmodells und keine adäquate Abbildung des komplizierten politischen Prozesses.

Antwort Leimbach: Das ist ein anderer Ansatz. Zuerst muss ein gesellschaftlicher Konsens erzielt werden. Davon ausgehend versuche ich rückwirkend zu ermitteln, was geeignete Politikinstrumente sind, um dieses Ziel zu erreichen.

Herr Pethig: Sie haben ein vorgegebenes Ziel und dann finden Sie ein Instrument heraus, mit dem das Ziel am besten oder am kostengünstigsten erreicht wird. Das ist komparative Politikanalyse, das bleibt immer exogen.

Herr Kohlhaas: Wozu brauchen Sie ein Integrated Assessment Modell? Als ich Ihre Folie „Politikinstrumente“ gesehen habe, hatte ich das Gefühl, dass das alles Dinge sind, die in einem Ökonomiemodell behandelt werden können. Warum meinen Sie, dass Sie die Modell-Kopplung brauchen?

Antwort: Wenn Sie bei Emissionen stehen bleiben, stimme ich Ihnen zu. Wenn Sie aber Klimaziele behandeln wollen, z.B. das Ziel, atmosphärische Treibhausgase auf einem bestimmten Niveau zu stabilisieren, dann brauchen Sie ein Klimamodell, das Ihnen die Emissionen umrechnet in Konzentrationen. Eine hinreichend gute Untersuchung ist nur durch eine Kopplung der Modelle (Ökonomie und Klimamodelle) zu erreichen.

Frau Schumacher: Ist dies nicht eine sehr einseitige Kopplung?

Antwort Leimbach: Wir rechnen viele Modelle in der Form, dass diese ein normatives Klimaziel haben. Wenn durch ökonomische Aktivitäten dieses Klimaziel verletzt wird, dann können Sie die Informationen an das ökonomische System leiten. Dann kommt es zu Anpassungsprozessen im ökonomischen System, Umstrukturierung von Investitionsentscheidungen und u.U. zum Einsatz anderer Politikinstrumente. Dies ist ein iterativer Prozess, wo durch Rückkopplung vom Klimasystem zum Ökonomiesystem das normative Klimaziel erreicht wird.

6. Session III – Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Gewässerschutz

Einführung Herr Prof. Hansjürgens: Ich möchte jetzt fortfahren, indem wir zwei weitere Bereiche betrachten, nämlich den Bereich Wasser, Gewässer, Wassermanagement und integrierte ökologisch-ökonomische Modellierung im Bereich Biodiversitätsschutz. Wir beginnen mit dem Block zu integrierter ökologisch-ökonomischer Modellierung im Gewässerschutz mit drei Vorträgen heute morgen, Herr Requate, Herr Pethig und Herr Berger, und es beginnt Herr Requate.

6.1 Input von Prof. Dr. Till Requate

Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Gewässerschutz

I. Ökonomisch-ökologische Probleme der Wassernutzung

1. (Effiziente) Versorgung mit Trink- und Brauchwasser
2. (Effiziente) Abwasserentsorgung und Behandlung
3. Schadstoff- und Nährstoffeinleitung von Industrie, Landwirtschaft, (Haushalten) in
 - Oberflächengewässer
 - Grundwasser
4. Gewässer als Transportmedium und damit verbundene Veränderungen von Landschaften und Ökosystemen
5. Gesundheitliche Probleme (vorwiegend in Entwicklungsländern).

Zu 1: Effiziente Abwasserentsorgung und Behandlung bedeutet: Marginale Zahlungsbereitschaft = langfristige soziale Grenzkosten

Dabei treten ökologische Beschränkungen (Restriktionen) auf:

- Nachhaltige Regenerierbarkeit (nicht immer gegeben: Lake Tahoe, Aralsee)
- Nachhaltige Veränderungen der Ökosysteme (Colorado-River)

II. Wo gibt es in diesen Themenkomplexen Ansatzpunkte oder Notwendigkeiten für ökologische Modellierungen?

Bei der Wassergewinnung müssen hydrologische Gesetzmäßigkeiten berücksichtigt werden – in ökonomischen Modellen oft als einfache Regegenerationsfunktion modelliert:

$$\dot{X} = F(X) - Y$$

wobei X einen Bestand und Y die Entnahmemenge darstellt. Die Modellierung kann in einfacher Weise auch auf die Kopplung von Ressourcen („Spillovers“) ausgedehnt werden:

$$\dot{X}_i = F(X_i + \beta[X_j - X_i]) - Y_i$$

Die Akkumulation von Schadstoffen lässt sich in ähnlicher Weise modellieren – durch einfache Abbaufunktionen:

$$\dot{S} = E - \beta S$$

wobei S einen Schadstoffbestand im Grundwasser und E den Zufluss an Emissionen darstellt. Weiterhin gilt für verschiedene Bestände S_i :

$$\beta_i = \beta_i(S_1, \dots, S_n)$$

Man mag einwenden, dies sei zu einfach, aber

- einfache Modellierung ist oft effektiver als komplexe Kopplung.
- Allerdings existieren oft *Interaktionen* zwischen verschiedenen Schadstoffen, oder biologischen Populationen, die abgebildet werden müssen, um falsche wirtschaftspolitische Schlussfolgerungen zu vermeiden.

Beispiele für derartige Modellierungen:

- Interaktion und unterschiedliche Dynamiken bei Treibhausgasen (insb. NOX, Methan, Ozon)
- Nährstoffe in Gewässern (z.B.: Nitrate und Phosphor) mit entsprechenden Wechselwirkungen.

Welche Vermeidungsstrategien existieren für Nährstoffbelastungen von Gewässern?

- Vermeidung an den Quellen (u.a. Landwirtschaft, Haushalte),
- Durch Kläranlagen vor Eintritt in das Umweltmedium,
- ex post nach Eintritt in das Umweltmedium durch Biotechnologie: Interaktion verschiedener Tier- und Pflanzenpopulationen: z.B. große Fische fressen kleine

Fische; kleine Fische fressen Wasserflöhe; Wasserflöhe fressen Algen; Algen ernähren sich von Nitrat und Phosphaten.

Damit ergeben sich Ansatzpunkte für das Management der Gewässerverschmutzung.

Und:

- Für ökonomische Fragestellungen ist die genaue Abbildung des ökologischen Prozesses nicht so wichtig.
- Hinreichend ist hingegen ein reduzierter Modellzusammenhang zwischen Management-Variable (große Fische) und Nitratgehalt, möglicherweise dem Algenbestand.
- Eine **direkte Kopplung** des **ökologischen Modells** und eines die verschiedenen Vermeidungs-Optionen umfassenden **ökonomischen Modells** hat zuweilen geringen Erkenntniswert.

Problem der Zeitskalen:

- Unterschiedliche Abbauraten und Verzögerungen können in ökonomischen Modellen mittlerweile gut abgebildet werden, wenngleich dieses numerisch anspruchsvolle Methoden erfordert.
- Allerdings haben auch Naturwissenschaftler (Hydrologen, Meteorologen, Klimaforscher) selbst große Probleme, Modelle verschiedener Zeit- und Raumskalen zu koppeln.
- Daher ist es für komplexe Kopplung zwischen ökonomischen und ökologischen Modellen m.E. zu früh.

Räumliche Skalen: Hier treffen oft verschiedene Wissenschaftskulturen aufeinander:

- Geowissenschaften bevorzugen GIS-Werkzeuge zur Abbildung räumlicher Aspekte.
- Ökonomen bilden räumliche Dimensionen oft in anderer abstrakterer Weise ab, z.B.:
 - Wirkung von Schadstoffemissionen an verschiedenen Orten durch Transmissionsmatrizen.
 - Verwendung anderer als der euklidischen Metrik, z.B. Transportkosten, Zeit.

Zusammenfassend einige Thesen zur Integration ökonomischer und ökologischer Systeme:

1. Unterschiedliche Fragestellungen verlangen unterschiedliche Modellierungsansätze.
2. Naturwissenschaftler modellieren ökonomische Aspekte gerne als Randbedingungen.
3. Ökonomen benutzen vereinfachte Modelle naturwissenschaftlicher Zusammenhänge (z.B. durch einfache Differentialgleichungen).
4. Vollständige Kopplung beider Modelle oft zu aufwendig.
5. Einbeziehung ökologischer Funktionen ist eine der größten Herausforderungen. Die Ökonomen sind hier auf guten Input der Naturwissenschaftler angewiesen.

Einige Bemerkungen zu Modellannahmen und zu unterschiedlichen Menschenbildern in verschiedenen Disziplinen:

- Naturwissenschaftler stellen menschliche Entscheidungsprozesse oft in sehr mechanistischer Weise dar;
- Ökonomen berücksichtigen Ausweichhandlungen und verfolgen auch polit-ökonomische Aspekte;
- Naturwissenschaftler erheben oft Schutzziele zu allgemeinen Normen und sehen Ökonomen allenfalls als Mittel zum Zweck, diese durchzusetzen.
- Ökonomen haben nüchterneres Menschenbild bzgl. der Wertvorstellungen, versuchen zu Pareto-Verbesserungen zu kommen.
- Naturwissenschaftler und Ökologen neigen dazu die Präferenzen der Menschen zu bewerten;
- Ökonomen liegt dieses Vorgehen fern und nehmen die Präferenzen der Menschen als Ausgangspunkt ihrer Analysen.

Diskussion/Fragen

Frau Kemfert: Ich fand den Vortrag und insbesondere den Aspekt der Modellkopplung, was uns auch schon gestern bewegt hat, sehr interessant. Worauf ich gerne nochmals zu sprechen kommen wollte, ist der Aspekt der Kopplung. Sie sagten, dass es nicht einfach bzw. unmöglich ist, direkt Modelle in einem Modell zu koppeln. Das hatten wir gestern Abend schon besprochen. Andererseits gehen auch die genannten Beispiele von den Fischbeständen usw. davon aus, dass menschliche Einflüsse auf die Ökologie eine ganz

erhebliche Rolle spielen. Ich denke diese Kopplung, die angesprochen wurde, ist sehr kritisch zu beurteilen. Kann man keinen Weg finden, auch direkt eine Kopplung in einem integrierten Modell voranzubringen?

Antwort: Ich wollte nicht sagen, dass gar keine Kopplung stattfinden soll. Aber ich denke, dass es manchmal einfacher ist für die ökonomische Fragestellung, ein zunächst ökonomisches Modell zu bauen und die ökologischen Abläufe in vereinfachter Form abzubilden. Wir brauchen nicht unbedingt das 4-5-Spezies-Modell und die vier bis fünf Differentialgleichungen über die Änderung der Bestände, sondern es reicht dort ein vereinfachtes Modell, das den Impact der großen Fische auf Algen und Nitratgehalt wiedergibt. Wenn man die Modelle noch komplexer macht, kann es passieren, dass man chaotisches Verhalten bekommt – was man natürlich auch nicht ignorieren sollte, wenn es tatsächlich vorkommt. Aber die Modelle sind dann oft nicht mehr vernünftig handhabbar. Darum ist für die ökonomische Fragestellung manchmal eine vereinfachte Version des Multispezies-Modells ganz vernünftig. Das wollte ich eigentlich nur sagen.

Herr Schiller: Sie haben jetzt ein großes Plädoyer dafür gehalten, die Ökologie eher vereinfacht abzubilden.

Antwort: Soweit es notwendig ist.

Herr Schiller: Da möchte ich jetzt noch einmal nachfragen. Sie hatten vorgestellt, dass es ein Hauptansatz ist, die Schadstoffe als homogenen Bestandteil mit proportionalem Abbau und dann eine hydrologische Regenerationsfunktion usw. zu modellieren. Sie haben dann aber sehr lange auch über Klima geredet. Das fand ich interessant, weil ich glaube, dass gerade beim CO₂ diese Annahme bzw. diese Modellierung sehr viel stärker gerechtfertigt ist als bei Wasserressourcen. Das große Problem, das wir haben – wir arbeiten an der Weißen Elster (ein Fluss in Sachsen) – ist, dass wir keine homogenen Reservoirs haben, die irgendwie gekoppelt sind, sondern dass es sozusagen ein Kontinuum von Reservoirs gibt. Diese Strategie an den Quellen anzusetzen ist natürlich sinnvoll. Umkehrt schmeißen die Landwirte das Nitrat aber auch nicht aus Spaß auf ihre Äcker, sondern weil sie damit Erträge erzielen wollen. Das Problem ist nun zu modellieren oder zu wissen, was mit dem Nitrat auf dem Weg vom Acker – oder vielleicht nicht auf seinem Weg vom Acker in den Fluss passiert. Das ist ein hochkomplexer Prozess und mit

einer Herangehensweise „Wir haben da ein Reservoir ...“ kann man das gar nicht abbilden, bzw. man macht starke Fehler.

Antwort: Ich plädiere nicht dafür, dass wir grundsätzlich diese Differentialgleichungen nutzen müssen ($S = e - \beta * S$). Wir sind bloß mit der Gleichung zu den Physikern gegangen und haben gefragt: Ist das grob falsch? In dem Zusammenhang haben die gesagt: nein, der Zusammenhang ist sicherlich komplexer, aber wir haben bisher auch kein besseres Modell, was wir euch anbieten können. Wenn es sich in anderen Zusammenhängen zeigt, dass diese Modellierung doch zu falscher Abbildung führt, muss die natürlich auch verbessert werden. Wenn Hydrobiologen oder Hydrologen uns etwas Besseres anbieten können, dann sollten wir Ökonomen das natürlich mit einbeziehen. Einverstanden.

Herr Blazejczak: Das, was sie das Vereinfachen oder das vereinfachte Modell genannt haben, gibt es ja auch in anderen Bereichen, wo man das versucht hat. Wir haben das Metamodellierung genannt. Man hat ein komplexes Modell genommen, dieses gestört und dann beobachtet, wie die Variablen in diesem Modell reagieren um darauf basierend zwischen den Einflussgrößen und den Größen, kurzschlüssige Funktionen gebildet – eine Art reduzierter Formel. Das ist auf der einen Seite wertvoll zur Komplexitätsreduzierung, aber auf der anderen Seite hat man das Problem, dass man Konstanzannahmen machen muss. Da muss man dann sorgfältig darauf achten, dass die Konstanzannahmen angesichts des Problems, über das man forscht, gerechtfertigt sind. Das halte ich für einen sehr wichtigen Punkt, den man beachten muss. Man muss beobachten, welche Konstanzannahmen man eigentlich macht und dann prüfen, ob die gerechtfertigt sind oder nicht. Da kann man natürlich große Fehler machen, wenn man dort wichtige Interaktionen als konstant ansieht, die es aber nicht sind. Zum Beispiel müsste man hingehen und analysieren, wie die ökonomischen Variablen, die im Modell generiert werden, auf die ökologischen Variablen wirken, beispielsweise über Verhaltensänderungen beim Angeln (Angeln die Leute beispielsweise weniger, wenn etwas Bestimmtes passiert?) Wenn man das ausblendet, kann man zu sehr falschen Schlussfolgerungen kommen.

Antwort: Ich wollte auch nicht sagen, dass wir immer nur vereinfachte Modelle nutzen sollten. Sondern ich hatte den Eindruck, dass es vor fünf Jahren zur Norm erhoben wurde, dass man, wenn man interdisziplinär arbeitet, ein riesiges, gekoppeltes Modell entwickeln

muss. Viele Projektanträge wurden abgelehnt, weil das nicht der Fall war. Ich wollte ein bisschen dagegen halten und hervorheben, dass es auch sinnvoll sein kann, für verschiedene Fragestellungen verschiedene Modelle parallel zu entwickeln, wobei die Gesetzmäßigkeiten der jeweils anderen Disziplinen in reduzierter Form abgebildet werden.

Herr Beckenbach: Ich habe den Eindruck aus dem Vortrag, dass es schwierig wird, in diesem Kontext mit dem üblichen ökonomischen Instrumentarium zu operieren.. Sie brauchen dann Funktionen, die differenzierbar sind, um diese lösen zu können. Mein Frage ist, was der Erkenntniswert ist, wenn man von so einem Prius ausgeht. Die Alternative wäre, zunächst eine Problembestandsaufnahme zu machen in beide Richtungen – wie sehen möglicherweise Schadensfunktionen aus, wie sehen Vermeidungskostenfunktionen aus, sind die differenzierbar, haben sie Unstetigkeiten, etc. Das könnte das Ergebnis eines Zusammenwirkens von Ökonomen und Ökologen sein. Dies ist eine Frage der Komplexitätsbewältigung. Dann könnte man fragen, ob das hinführbar ist zu dem Punkt, wo sinnvoller Weise das Geschehen mit Hilfe das marginalistischen Kalküls der Standardökonomik erklärt werden kann. Die andere Seite, die bisher noch nicht angesprochen wurde, ist die Vielfalt der beteiligten Akteure. Da wäre es nämlich interessant –es gibt ja industrielle Wassernutzer, private Wassernutzer, diverse Wasseranbieter etc.– welche Zahlungsbereitschaften der verschiedenen Akteure vorliegen und wie sich diese verändern. Auf ihrer letzten Folie sind sie von gegebenen Präferenzen ausgegangen, aber die Präferenzen können sich ja in der Interaktion der Wassernutzer verändern. Das wäre möglicherweise eine hilfreiche Problembeschreibung, die immer noch vereinfacht wäre. Das wäre auch eine Zwischenlösung, von der ich aber denke, dass sie etwas verbindender in Bezug auf die beteiligten Fachwissenschaften wäre.

Antwort: Zur Frage, welche Zahlungsbereitschaften wir nehmen: Natürlich nehmen wir beide. Wir wollen ja auch effizient allozieren zwischen Haushalten und Industrie und da gibt es natürlich marginale Zahlungsbereitschaften auf beiden Seiten. Das, was wir über Märkte verteilen, ist nicht das große Problem. Das Problem ist eher, dass die sozialen Kosten richtig berücksichtigt werden.

6.2 Input von Prof. Dr. Rüdiger Pethig

Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Gewässerschutz

- Ökosysteme und die Ökonomie stellen zwei komplexe Systeme dar, die miteinander interagieren.
- Der Mensch nutzt Ökosystemdienstleistungen, d.h. Dienstleistungen, die von Ökosystemen bereitgestellt werden.
- Die Bereitstellung dieser Ökosystemdienste wird vom Menschen indirekt beeinflusst, etwa durch die Landnutzung: Landnutzungen haben Auswirkungen und Konsequenzen auf Gewässer und gewässernahe Ökosysteme (Ökologie). Dadurch entsteht eine Rückwirkung auf den Menschen, bzw. auf die Versorgung von Menschen mit Ökosystemdiensten.
- Die Modellierung dieser Wechselwirkung ist im Allgemeinen schwierig: Zusammenhänge wurden oft nur unvollständig abgebildet.
- Worin eine zweckmäßige bzw. sinnvolle Modellierung besteht, hängt immer von der genauen Fragestellung ab, die hinter der Modellierung steht. Auch einfache statische Modelle können hilfreich sein, wenn die ‚richtigen‘ Fragen an sie gestellt werden.
- Es besteht im Allgemeinen eine Vielfalt der Nutzungen von Gewässern – Beispiele: (Schiffs-)Transport, Schadstoffsinke, Erholungsfunktion etc. Dies führt oft zu Nutzungskonflikten.
- Umweltökonomische Modellierung: Zentrale Konzepte sind die Theorien der Externen Effekte und der öffentlichen Güter. Die Umweltökonomie ist quasi ein Appendix eines ausgebauten Theoriegebäudes. Darin tauchen Ökosysteme als Blackbox auf. Eine stärker gleichgewichtige Modellierung der Ökosysteme wäre wünschenswert – inklusive der Modellierung der Wechselwirkungen innerhalb der ökologischen Systeme.
- Ökonomische Modelle besitzen eine Mikrofundierung durch die zentrale Verhaltensannahme hinsichtlich des Menschen: die Annahme der Optimierung, d.h. der Maximierung des eigenen Nutzens.

- Diese Methodik kann auf ökologische Systeme übertragen werden, z.B. auf Makroströme von Energie und Biomasse. Die Grundidee ist dabei die Betrachtung repräsentativer Organismen einzelner Spezies zusammen mit der Optimierung ihrer reproduktiven Fitness. Dabei handelt es sich um eine Optimierung unter Nebenbedingungen – ähnlich wie beim Konsumenten in der ökonomischen Theorie: Es existieren Knappheiten (z.B. Überlebensrisiken), die mit einem Preis belegt sind. Die Konsistenz aller Knappheiten in einem System entspricht einem allgemeinen Gleichgewicht. Damit sind die Populationen, ihre Netto-Nachkommenschaft und damit ihre Dynamik bestimmt. Derartige Modelle können für unterschiedliche Zahlen von Spezies aufgestellt werden.

In der Ökologie existieren Modellansätze mit Populationen und ihrer Veränderung als Variablen. Jedoch ist deren innere Ableitung (Mikrofundierung) nicht immer gegeben; dies ist jedoch bei unserem Ansatz gegeben, was ein Vorteil darstellt. Mit Hilfe eines solchen Ansatzes können auch Schadstoffsenken modelliert werden.

Diskussion/Fragen

Herr Wätzold: Dass Sie das ökologische System mit ökonomischen Methoden untersuchen wollen, das erscheint mir nicht unplausibel. Ich arbeite am UFZ mit Ökologen zusammen und wenn ich mir z.B. ein Storchenmodell über den Bruterfolg des Storches anschau, dann maximiert der Storch den Bruterfolg unter bestimmten Nebenbedingungen wie der vorhandenen Menge an Energie. Darauf aufbauend meine Frage: haben Sie Ihre Arbeiten mit Ökologen diskutiert? Es wäre interessant, von denen ein Feedback zu bekommen.

Antwort: Es wird im November eine größere Konferenz mit jungen Leuten geben. Die Arbeiten von John Tschirhart und David Finoff sind hier relevant. John z.B. ist erheblich besser in der Diskussion mit Ökologen, dabei stößt er natürlich auf Widerstand. Ich will ein Beispiel nennen: Wir sind in Zeitschriften wie Journal of Bioeconomics oder Ecological Modelling vertreten. Gerade im Journal of Bioeconomics gibt es einen Ökonom und einen Naturwissenschaftler als Referee und wir kriegen äußerst diskursive Berichte. Das ist die Regel, damit muss man leben. Wir haben ein positives Ergebnis, dass wir wirklich ein Räuber-Beute-Modell, das in der theoretischen biologischen Literatur noch diskutiert

wird, reproduzieren in dem Sinne, dass wir eine Erklärung der Differentialgleichung liefern, die in einem gewissen Sinne von den Naturwissenschaftlern ad hoc gesetzt wird. Natürlich ist da eine Vision dahinter, aber nicht im Modell. Das lässt hoffen, dass das von Interesse ist, aber wir sind noch im Prozess der Diskussion.

Herr Schiller: Ich wollte noch eine Anmerkung zur Methodik machen. Wenn Sie sagen, dass Sie ein Optimierungskalkül aus der Verhaltensannahme des Menschen auf andere Spezies übertragen, dann ist das zunächst ein Analogieschluss. Sie müssten begründen, warum das wirklich eine Mikrofundierung darstellt. Das ist einfach eine Annahme, dass diese z.B. ihre reproduktive Fitness maximieren. Sie müssten begründen, warum das so ist. Insofern würde ich nicht zustimmen, dass das eine bessere Erklärung dieser Dynamik ist als die Ökologen sie selbst liefern, weil die Ökologen immerhin auf ihr Problem schauen, das sie untersuchen wollen. Meinetwegen phänomenologisch leiten sie dann bestimmte Bewegungsgesetze ab. Das ist aber nicht weniger, sondern, ich würde sogar sagen, mehr erklärt, als wenn Sie einfach hergehen und eine Verhaltensannahme von einem Menschen nehmen, der immerhin ein Bewusstsein hat und eine bewusste Entscheidung treffen kann. Insofern ist dort ein Optimierungskalkül erst einmal stärker mikrofundiert als bei einem Storch und damit ist ein reiner Analogieschluss keine Erklärung.

Antwort: Hier müssen verschiedene Antworten gegeben werden. Einmal gibt es die Idee des Optimizing in der ökologischen Literatur auch, wenn auch nicht in dieser konkreten oder spezifischen Form. Das wurde uns auch von kritischen Referees bestätigt. Die Idee ist, dass die individuellen Exemplare einer Art auch ein optimierendes Verhalten haben. Dazu gibt es empirische Studien. Zweitens kann man anbieten, wie es in der Literatur oft gemacht wird, dass sie sich „as if they optimize“ verhalten. Wir sind hier im Bereich methodologischer Fragen. Wenn ich ein bisschen hart wäre, würde ich sagen, dass ich überhaupt nichts begründen muss. Das ist eine Frage der Methodologie. Da gibt es verschiedene Schulen. Natürlich ist es von der Logik her richtig, dass ich aus falschen Annahmen keine richtigen Schlüsse ziehen kann. Das führt aber nicht weiter. Ich kann genauso fragen, ob die Konsumenten ihren Nutzen maximieren unter Nebenbedingungen. Es gibt namhafte Kollegen, u.a. den Nobelpreisträger Selten, der das vehement bestreitet. Ökonomen nehmen diese Annahme, weil sie sich als zweck- und leistungsfähig erwiesen hat. Sie sehen, dass wir da in tiefe Wasser kommen. Man muss in Kauf nehmen, dass man,

wenn jemand das für nicht akzeptabel hält, nur noch mit denen weiter diskutieren kann, für die das eine brauchbare Prämisse zu sein scheint.

Herr Klauer: Die Erfahrung, die wir in der Zusammenarbeit mit Naturwissenschaftlern gemacht haben, ist allerdings doch, dass man diese erkenntnistheoretischen Dinge ansprechen muss, weil man dabei verschiedene Kulturgeschichten der Begründung von Erkenntnissen hat. Um nicht zu sagen, dass sie das aber falsch machen, ist es wichtig, doch eine gemeinsame Basis zu entwickeln. Ich hatte auch gestern bei Herrn Hasselbachs Vortrag den Eindruck, dass die eine Disziplin der anderen ihre Methodologie aufdrücken möchte und sozusagen als die hinstellt, die akzeptiert ist und mit der man in der eigenen Disziplin sehr weit kommt. Man muss aber auch akzeptieren, dass es dort eine andere Geschichte gibt. Deshalb fand ich bei Herrn Requate einen sehr interessanten Schluss zu sagen, dass es gute Gründe gibt, die Modellkopplung doch nicht so weit zu treiben. Wenn man dazu kommt, dass man einerseits die Komplexität der einzelnen Sachen noch nicht tief genug verstanden hat oder aber sie sehr genau verstanden hat, z.B. gute hydrologische Modelle hat, die sehr detailliert sind, sich aber nicht anpassen, übersetzen oder ankoppeln lassen an die ökonomischen Modelle, dann sollte man doch lieber den Schluss ziehen und versuchen, die Ergebnisse nebeneinander zu gewinnen und sie dann, nachdem man die Ergebnisse hat, über Bewertungen zu integrieren. Das hatte ich auch gestern unter einem additiven Ansatz genommen mit anschließender integrierter Bewertung, so dass die Bewertung diese Integrationsfunktion hat. Das halte ich für ausgesprochen sinnvoll in sehr vielen Fällen. Genau diesen Ansatz fahren wir auch beim Projekt mit der Weißen Elster, weil dort eine sehr genaue ökologische Modellierung vorhanden ist. Um aber wirklich zu integrierten Modelle zu kommen, bedarf es dann aber doch einer gemeinsamen Sprache und daran mangelt es einfach. Da ist zunächst auch einmal eine Bereitschaft nötig, sich auf die andere Disziplin einzulassen und über diese methodologischen Dinge zu sprechen. Wenn man an diesem Punkt wirklich Forschungsbedarf sieht, dann ist da eine gewisse Grundlagenforschung notwendig, die sich dann aber direkt in verbesserter angewandter Leistung auszahlen wird.

Frau Frank: Ich würde gerne zwei Kommentare abgeben. Das, was sie vorhin skizziert haben - mit ihrer Modellierung auf den Fokus auf repräsentative Organismen zu gehen - das ist das, was die Ökologen oder ökologischen Modellierer individuenbasierte Model-

lierung nennen würden, für die es seit ungefähr 15 Jahren diese Art der Modellierung gibt und da gebe ich ihnen vollkommen Recht, dass es ein sehr vielversprechender Ansatz ist, der den Vorteil hat, solche Effekte wie biologische Variabilität, räumliche Heterogenitäten, Reaktionen auf zeitliche Schwankungen aber auch individuelle Unterschiede mitzunehmen. Da man weiß, dass letztendlich alle anderen dynamischen Effekte auf höheren organismischen Ebenen wie Population oder Artengemeinschaft im Grunde genommen entschieden werden auf der Ebene der Individuen und der Reaktionen auf den Lebensraum. Das, was wir individuenbasierte Modellierung nennen, nennen sie agentenbasierte Modellierung. Hier herrscht praktisch eine Ansatz-Kompatibilität vor. Sicherlich stellt es gute Chance dar, dann in die Kopplung reinzugehen, wenn es tatsächlich notwendig ist, damit man da vielleicht schon eine gemeinsame strukturelle Sprache hat. Das hat natürlich den Preis, dass es sehr komplex wird. Wenn man es dann verstanden hat, kann man den nächsten Schritt machen und im Wissen, die wichtigen Dinge schon drin zu haben, versuchen zu aggregieren. Dabei schaut man im Sinne von Herrn Requate praktisch Input-Output-Relationen an und untersucht, wie man letztendlich diese Interaktionen vernünftig in einfacher Form abbildet. Aber in einem Punkt würde ich gerne Kontra geben wollen. Ich gehe mit der individuenbasierten Modellierung mit, aber nicht so ohne weiteres mit dem Optimierungsansatz. Natürlich gibt es diese Optimierung auch im ökologischen Bereich, nämlich im Sinne von evolutionären Modellen, z.B. bei der Maximierung der Fitness. Nur arbeitet man dabei mit unglaublich langen Zeitspannen. Eine Optimierung auf kurzen Zeitskalen halte ich für außerordentlich problematisch, weil man damit wichtige Effekte abschneidet. Auf der ökologischen Seite gibt es eine wichtige Diskussion, z.B. im Rahmen von Störungsregimes, bezüglich der Frage inwieweit die Organismen mit ihrer Anpassungsfähigkeit eigentlich diesen von außen aufoktroierten Störungsregime-Zeitskalenintensitäten überhaupt noch hinterherkommen. Da steckt im Grunde genommen das große Problem drin, dass wir mit unserem menschlichen Handeln diesen Biodiversitätsverlust letztendlich mit verursachen. Hier würde ich mit diesem Optimierungsansatz vorsichtig sein, zumal hier ein Punkt drinsteckt, wo nicht mehr so schnell angepasst werden kann und die Optimierung nicht mehr funktioniert.

Antwort: Aber es geht um Schadstoffe im Wasser, die die Organismen selbst beeinträchtigen. Das ist ja die Ökotoxikologie. Da haben wir auch mal geschaut, aber es schwer da

etwas zu finden, was man direkt bearbeiten kann. Dann wird die Reproduktion beeinträchtigt. Hier wird natürlich optimiert, aber das Ergebnis wird eine kleine Nettoerproduktion als ohne diese Störung sein. Damit hat das Auswirkungen auf die Populationsveränderung.

Frau Frank: Sie meinen also nur das Abbilden des äußeren Einflusses auf die demographischen Parameter. Dann ist das also eine Sprachgeschichte.

Herr Hansjürgens: Was heißt das, dass es eine Sprachgeschichte ist?

Frau Frank: So wie ich es jetzt verstanden habe, ist es in dem Sinne keine typische Optimierung sondern eigentlich eine Reaktion des Organismus auf diese äußeren Einwirkungen, wo man dann mit veränderten Reproduktionsraten arbeiten muss und da gehe ich mit.

Antwort Herr Pethig: Ich hatte davon gesprochen, dass keine Substitutionsmöglichkeiten bestehen und damit die Optimierung eigentlich trivial ist. Wenn sie das technisch übersetzen, haben sie eine Leontief-Produktionsfunktion und keine Chance ihre Inputs neu zu allozieren. Insofern wäre die Frage dann hinfällig, wenn diese Art der Optimierung unterstellt wird.

6.3 Input von Dr. Thomas Berger

Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle im Gewässerschutz - Agentenbasierte Modellierung der Nutzung von Wasserressourcen

Vorbemerkungen

1) Welches sind die empirischen Forschungsfragen?

- Allokation von natürlichen Ressourcen zwischen konkurrierenden Nutzungsrichtungen
- Restriktionen für die Entwicklung von Wasser- und Landressourcen?
- Entwicklungspfade und mögliche Management- bzw. Politikstrategien

Beitrag der Wirtschaftswissenschaften, speziell Agrar- und Ressourcenökonomik: Untersuchung von Anreizstrukturen, Koordinationsmechanismen und des Anpassungsverhaltens der Akteure.

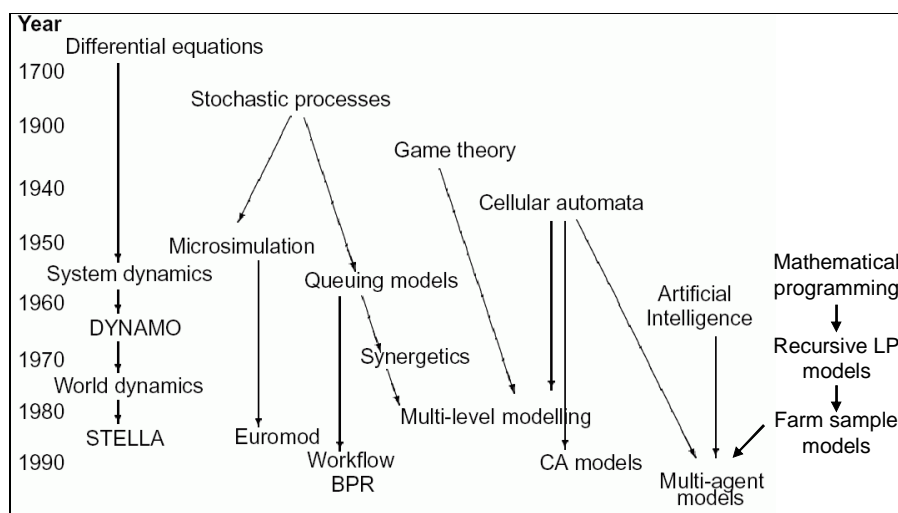
2) In welchem Ausmaß ist es sinnvoll, unterschiedliche Modelle zu koppeln, um die obigen Fragen zu untersuchen? Einstein-Prinzip: Gesamtmodell so einfach halten wie möglich, aber nicht einfacher.

Herkömmliche Modellansätze sind häufig zu hoch aggregiert für Integration mit ökologischen Modellen (räumliche & zeitliche Heterogenität), betrachten das Problem meist aus Sicht eines zentralen Planers (Berücksichtigung von Koordinations- und Transaktionskosten fehlt) und fokussieren auf Gleichgewicht bzw. "Steady State" (Anpassungs- und Adaptionprozesse sowie Emergenz werden vernachlässigt).

3) Anforderungen an integrierte Modellsysteme:

- Sie müssen informativ sein, d.h. Informationen zu sich ändernden Bedingungen der Ressourcennutzung bereitstellen und damit als Frühwarnsysteme agieren können.
- Sie müssen intelligent sein, d.h. Ursachen identifizieren und Problemlösungen vorschlagen.
- Sie müssen interaktiv sein, d.h. eine Plattform für Ressourcennutzer zur Erreichung eines Konsens über Managementprobleme bereitstellen. Daneben müssen sie Kompensationsmechanismen implementieren und die Zuweisung von Verantwortlichkeiten bei Implementierung leisten.

Überblick über agentenbasierte integrierte Modellierung (Abbildung von analytischem und 'lokalem' Systemwissen):



Basierend auf Gilbert/Troitzsch (1999)

Integrierte Multi-Agenten-Modelle bestehen aus zwei Grundkomponenten:

- Zellular-Modellkomponente, repräsentiert die ‚Landschaft‘ bzw. Umwelt und verknüpft biophysikalische Prozessmodelle
- Agentenbasierte Modellkomponente, repräsentiert Entscheidungsprozesse und verknüpft Markt- und Kommunikationsmodelle

GIS-Basierung mit räumlichen Simulationsmodellen bildet einen Rahmen, in dem einzelne Prozessmodelle für verschiedene Fragestellungen unter Berücksichtigung der Agenten-Interaktion gekoppelt werden können. Dabei sind unterschiedliche Aggregationsstufen realisierbar.

Modelleinheiten und Datenrepräsentation

The diagram illustrates seven layers of a multi-agent model, each represented by a grid with specific icons or colors:

- Layer 1:** Human actors/Communication networks (grid with human figures)
- Layer 2:** Land and water markets (grid with orange and blue squares)
- Layer 3:** Landuse/cover (grid with trees and buildings)
- Layer 4:** Farmsteads (grid with farm buildings)
- Layer 5:** Ownership (grid with orange and blue squares)
- Layer 6:** Soil quality (grid with brown and green squares)
- Layer 7:** Water flow (grid with a blue river)

A separate inset shows a grid with human figures and the label "Layer: Human actors/Communication networks".

Modellierungsalternativen:


- Entscheidungsprobleme der Agenten: mathematische Programmierung
- Interaktionen der Agenten: Network thresholds; land auctions

- Ökologische Prozesse: nutrient cycling model; water runoff model
- Agenten-Umwelt-Interaktionen: Water crop production functions
- "Sequencing of events"

MAS-Anwendungen zur Ressourcennutzung:

- Integration von analytischem Wissen (ZEF-Forschungsgruppe): Wirkungen und Trade-offs, 'Policy feasible space'
- Integration von 'lokalem' Wissen (CIRAD-Forschungsgruppe): Rollenspiele, kollektiver Lernprozess

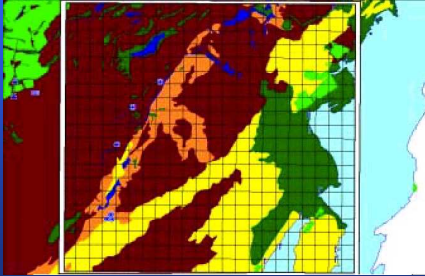
Wie kann man Modelle im partizipativen Prozess verwenden? Beispiele: ‚Roundtable‘-Diskussionen, Rollenspiele, Experimente:



Stakeholder Workshop

Schritt #1:

- 'Community resource mapping'
- Externes Wissen auf Nachfrage



http://www.cirad.fr

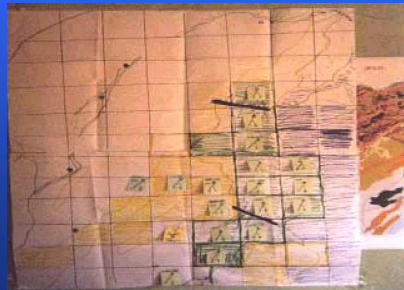
D'Aquino et al.(2001): SelfCORMAS Experiment



Rollenspiele

Schritt #2:

- GIS-Karten als Ausgangspunkt für Rollenspiele
- Teilnehmer spielen die Rollen von Ressourcennutzern



D'Aquino et al.(2001): SelfCORMAS Experiment

<http://www.cirad.fr>



Computersimulationen

Schritt #3:

- Karten und Regeln in MAS übertragen
- Teilnehmer beobachten ihre "Analoga"
- Kollektiver Lernprozess



D'Aquino et al.(2001): SelfCORMAS Experiment

<http://www.cirad.fr>

Forschungsbedarf:

1) Fragen der angewandten Forschung:

- Worin genau bestehen die Informationsbedürfnisse der Entscheidungsträger und Stakeholder? Welche Informationen sollte ein MAS-Informationssystem ihnen anbieten?
- Ausgehend von einer solchen „Klienten- und Dienstleistungsperspektive“ – Welche spezifischen Forschungsfragen sollten angegangen werden? Welche Art von Wissen kann aufgebaut werden und sollte generiert werden?
- Wie kann der Zugang zu einem MAS-System bereitgestellt werden? Wie kann die notwendige ‚Kapazität‘ aufgebaut werden, um die Informationen und Werkzeuge angemessen nutzen zu können.

2) Technische Forschungsfragen:

- Welches sind „kritische“ Variablen an den Schnittstellen verschiedener Modell-Subsysteme, um Kosten und Nutzen der Modellkopplung zu ermitteln?
- Wie können hoch integrierte Modellsysteme und ein Kanon von Modellszenarien („back end“) entwickelt werden?
- Wie kann ein „front end“ entwickelt werden, das die interaktive Nutzung des integrierten Modellsystems ermöglicht?

3) Spezieller Forschungsbedarf zur Anwendung von MAS in Sinne von „sustainability impact assessment“:

- „Experimentaufbau“ zur Erhöhung der Transparenz von interaktiven Planungsapplikationen
- Parametrisierung der artikulierten Entscheidungskriterien und -regeln
- Präsentation und Vermittlung der Modellergebnisse
- Einfluss der Modellergebnisse auf Planung- und Verhandlungssituationen
- Verallgemeinerung bzw. "Up-Scaling"

Fragen/ Diskussion

Herr Drechsler: Ich frage mich, ob sich ein Stakeholder dort als Agent wirklich wieder findet. Ich denke, Stakeholder sind sehr höflich und finden solche Sachen sehr schön, aber ich bezweifle, ob die Leute auf dem Foto wirklich nachvollziehen können, was da für Regeln bestehen und ob sie sich dadurch wirklich repräsentiert fühlen können.

Grundsätzlich stimme ich schon zu, dass diese Modelle sehr gut für Kommunikation und für Didaktik und Weitergabe von Wissen geeignet sind. Meine Frage lautet nun, ob Sie sagen würden, dass die Modelle abgesehen von der Kommunikation primär für Verständnissgewinnung geeignet sind oder ob damit in absehbarer Zeit auch Prognosen möglich sind.

Antwort: Zum ersten Teil ihrer Frage: genau dieselbe Skepsis habe ich auch gesehen. Ich habe mich häufig mit den CIRAD-Kollegen darüber unterhalten und hatte auch das Gefühl, dass diese Teilnehmer sehr höflich waren. Es ist aber ein Versuch. Wir machen angewandte Grundlagenforschung, wenn man so möchte. Ich bin überzeugt davon – das

sind die Erfahrungen die wir mit den Agrarwissenschaften und Farm-Management-Modellen, die man in der Agrarberatung eingesetzt hat, gemacht haben – dass dann, wenn es gelingt, viele Managementinformationen in diesen Modellen wiederzugeben, diese Modelle also nicht einfach nur Heuristiken haben, sondern quantitative und nützliche Informationen bieten, die Akzeptanz recht hoch ist. Da, denke ich, liegt der große Vorteil der mathematischen Programmierung, die ja eigentlich ein Tool aus der Operations Research sind. Die große Frage in Ghana und Chile, wo das angewendet wird, ist, wie sich Klimawandel bzw. veränderter Regenfallmengen auf die Rentabilität von unterschiedlichen Produktionssystemen auswirkt und welche Risiken damit verbunden sind. Diese Informationen kann man mit so einem Modellansatz, den wir aus einer Client Serverarchitektur mit Model Back End und Front End bauen, gewinnen. Aus dem Back End bzw. Systemmodell kommen solche quantitativen Informationen, wo dann beispielsweise Vorhersagen aus dem Klimamodell, ob die Regenzeit eingesetzt hat oder nicht mit agrarwissenschaftlichen und agronomischen Informationen verknüpft werden. Diese handfesten Informationen sind das, was Stakeholder oder Ressourcennutzer an solchen Modellen interessiert. Diese Modelle sind nicht so einfach und ich habe auch das Gefühl, dass die Stakeholder dann einfach nur höflich sein werden. Zum zweiten Aspekt: die Komplexität des Untersuchungsgegenstandes ist so groß, dass wir nie konkrete, punktgenaue Prognosen machen können mit solchen Modellen. Was wir machen können, sind Möglichkeitsanalysen, Sensitivitätsanalysen, Korridore aufzeigen.

Frau Frank: Ich hätte zwei Fragen. Welche Art von Informationen fragen Sie in Rollenspielen eigentlich ab? Wie muss man sich das vorstellen? Fragen Sie da ab, wer sich wo wie verhält oder was wichtig ist, welche Werte? Können sie dazu noch mal etwas sagen. Der zweite Punkt ist, dass ich ein bisschen Bauchschmerzen habe, wenn man diese Methodologien in Bereiche versucht zu übertragen, wo man von einem vollkommen anderen kulturellen Hintergrund ausgehen muss. Wir sind in einer ähnlichen Situation. Wir werden versuchen, ein postnomadisches Subsistenzsystem in Namibia zu modellieren, wozu Martin Quaas später vielleicht noch etwas sagen wird. Dort sind wir in der glücklichen Situation, auf ethnologische Forschungsergebnisse von einem ganzen Sonderforschungsbereich in Köln zurückgreifen zu können. Wir versuchen sehr vorsichtig damit umzugehen, zu sehen und zu werten, wie die Verhaltensregeln, die dort in diesem Volksstamm

vorhanden sind, ökonomisch zu interpretieren sind. Wie geht man denn mit so etwas um? Wir können nicht mit unserer mitteleuropäischen Brille da hinein gehen, denn das kann gefährliche, kontraproduktive Auswirkungen haben.

Antwort: Zum letzten Aspekt kann ich ihnen nur Recht geben. Da muss man wirklich vorsichtig sein. Das ist ganz klar eine der Herausforderungen, der wir uns stellen müssen. Zum Rollenspiel: die GTZ hat dieses partizipative Ressourcenmanagement fast 20 Jahre lang gemacht. Da gibt es unterschiedliche Methoden. Ich kann ihnen da Literaturhinweise geben. Es fällt immer unter den Tisch, was diese Ansätze wirklich machen können. Ich muss wieder leichte Kritik an den CIRAD-Kollegen üben, obwohl ich das hier eigentlich nicht machen sollte, weil ich ja ihre Erfahrungen die benutze, um zu zeigen, wie faszinierend partizipative, agentenbasierte Modellierung ist. Die Regeln, die die Mitarbeiter in den Rollenspielen herausbekommen haben, waren relativ simpel. Da hätte man eigentlich gar keine Rollenspiele gebraucht. Da hätte man nur einen Agrartechniker für einen Tag hinschicken müssen und man hätte es gewusst. Aber Rollenspiele haben wirklich einen weiten Bereich. Sie können banal sein, sie können aber andererseits auch, wenn man in den Bereich experimentelle Ökonomik kommt, quantitativ fassbare Informationen liefern. Es kommt darauf an, wie man sie macht. Eine Forschungsgruppe benutzt ein derartiges Ressourcenmanagement in Computerlaborexperimenten, wo die Menschen und Akteure in einer Computerumwelt interagieren und versucht dann in spieltheoretischen Versuchsaufbauten die Koordination von Verhalten zu analysieren. Das würde ich unter dem Bereich auch fassen. Da denke ich, dass das interessant und bei weitem noch nicht ausgereizt ist.

Frau Calenbuhr: Ich möchte nur ganz kurz anregen, dass ich die Erfahrung gemacht habe, dass die interessantesten Ansätze, meiner Meinung nach, gerade weil sie von großer Praxisrelevanz sind, in der Consultant-Community produziert werden und nicht unbedingt auf der naturwissenschaftlichen Ebene, einfach weil die sehr schnell verwertbare und verwendbare Ansätze brauchen. Ich glaube, es ist also immer sehr interessant, da mal zu schauen, was es da an guten Ideen gibt und die dann vielleicht hinterher auszutesten.

Herr Hansjürgens: Wir haben den Versuch besprochen, mit stärker ökonomischen Ansätzen auch ökologische Fragestellungen anzugehen. Wir haben über Kopplungsansätze

gesprachen. Wir haben über agentenbasierte Modellierung gesprochen, auch über einen Ansatz, der aus eine etwas anderen Richtung das Ganze angeht. Das zeigt auch, dass wir sehr viel Verschiedenes heute Morgen hatten. Ich denke jedes hat seinen Platz, seine Berechtigung. Es wird sich dann zeigen, für welche Frage die geeignet sind und was sich auch im Zeitablauf am ehesten weiter entwickelt über die nächsten Jahre.

7. Session IV– Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle zum Schutz der Biodiversität

7.1 Input von Dr. Ralf Döring

Integrierte ökologisch-ökonomische Modelle zum Schutz der Biodiversität – Nutzung von Fischbeständen

Grundsätzliches

- Fischereiökonomie seit 1954
- Annahme: freier Zugang (Open Access)
- “Wir betrachten nur den Fischer als wirtschaftlich handelnde Person, nicht das Ökosystem”
- Modelle beziehen sich i.d.R. auf sehr enge Fragestellungen

Ein-Spezies-Modelle

Problem:

- Unrealistisches ökologisches Modell (logistische Wachstumsfunktion)
- Unrealistisches ökonomisches Modell (Open Access, Prisoners-Dilemma-Situation etc.)

Werden noch genutzt

Mehr-Spezies-Modelle

Ökologische Modellseite

- Weiternutzung der logistischen Wachstumsfunktion (oft einzige Möglichkeit)
- Nur z.T. Verwendung von Räuber-Beute-Modellen o.ä.
- Realistisch wären Multi-Kohorten-Modelle -> nahezu unmöglich zu integrieren

Ökonomische Modellseite

- Maximierung des Gegenwartswertes (“sozialer Planer oder Monopolist”)
- Dynamische Optimierung
- Problem Bewertung langfristiger Erträge (Diskontierung)
- Ergebnisse kaum noch interpretierbar

Modell zur Ostseefischerei

- Räuber-Beute-Modelltyp (Dorsch vs. Sprotten)

- Vorgabe: In der Dorschfischerei erreichen des Safe Minimum Standards bei Mindestnutzungsmenge
- Regulierung über Zahl der Nutzer bei gegebener Technik
- Langfristiger Managementansatz (100 Jahre)
- Ergebnis: Wiederaufbau ist rationale Strategie!

Ökosystemarer Ansatz

- Relativ neue Modellansätze
- Integration auch von Multifunktionalität von Ökosystemen
- Problem: noch schwierigere Quantifizierung externer Kosten
- Weiterführende Ansätze wichtig (politisches Programm)
- Halte es z.T. für Grundlagenforschung in Richtung Modellrahmen der Ökologischen Ökonomie
- Modellbeispiel mit realistischeren Annahmen bezüglich der Nutzer: Lakeland-Modell
- Frage: Ist die Fülle der Daten wirklich in ein Modell zu integrieren bzw. wird Datenerhebung überhaupt je befriedigend sein?

Relevanz für das Fischereimanagement

- Bisheriges Management dominiert von biologischer Sichtweise (max. Entnahmemenge, technische Restriktionen etc.)
- Ökonomische Verhaltensannahmen oft nicht der Realität entsprechend – Open Access vs. Staatliches Management
- Zukunft: Eingangsdaten aus ökologischen Bestandsschätzungen (als Indikator für Nachhaltigkeit) als Grundlage ökonomischer Berechnungen
- Zielvorgaben bezüglich Schutz des Ökosystems
- Anschließend ökonomische Betrachtung zur Erreichung der Ziele (Einhaltung bestimmter Bestandsgrenzen, wenige externe Effekte)
- Beispiel: Modell EIAA zur Vorhersage der Auswirkungen von Quotenentscheidungen auf Fischereiflotten in der EU
- Aber: Biodiversität in Meeresökosystemen in solchen Modellen noch irrelevant

Forschungsbedarf

- „Modellentwicklung“ vs. „Krise bewältigen“?
- Nutzung der ökologischen Vorgaben – Produktionsfunktion mit Randbedingungen (SMS, „Sichere biologische Grenzen“)
- Kosten der Randbedingung – „Best Solution“
- Maximierung des Gegenwartswertes aus Ressourcenökonomie richtiges Konzept?
- „Investitionen in Naturkapital“ präzisieren – Wiederaufbau, Biodiversitätsschutz etc.

Diskussion/Fragen

Herr Beckenbach: Was ist aus Ihrer Sicht der Unterschied zwischen Multispezies-Modellen und dem ökosystemaren Ansatz?

Antwort: Der Unterschied ist nicht groß. In Multispezies-Modellen werden meistens nur Fischbestände modelliert, während man in dem ökosystemaren Ansatz natürlich auch Vögel und Meeressäuger einbeziehen kann. Die Modellierungstechnik ist weitestgehend gleich.

Herr Pethig: Wenn ich das richtig verstanden habe, ist doch die grundlegende Folgerung, wie sie in der Fischereipolitik gezogen wird, das wir Politikversagen haben - unabhängig davon, dass wir nicht allzu viel wissen über die Bestände usw., was ich natürlich auch als Problem sehe. Von der analytischen Seite her ist das Grundproblem, glaube ich, klar. Nur die Politik hat es nie geschafft – das ist ja schon vom alten Fischer und seiner Frau her so, dass die Fischer arm waren. Das war ein Punkt. Punkt zwei war: sie erwähnten das Free Actors-Problem, wenn man eine bestimmte Zahl von Fischern hat und denen Rechte gegeben werden. Aber dann ist das ja immer noch eine Gruppe. Würden sie dann darauf vertrauen, dass die von sich aus kooperieren und wie ein Monopolist handeln oder wie muss ich das verstehen?

Antwort: Für mich ist die Fragestellung, ob die Fischer, wenn sie eine individuelle Fangquote bekommen, anschließend ihren Bestand wie es in der Theorie angenommen wird wirklich selbst managen. Die Erfahrungen, die wir mit Community Based-Systems haben sind recht gut – wenn es um relativ kleine Gruppen auf einem kleinen Gebiet geht.

Auf großer Ebene haben wir noch nicht ausprobiert, ob das möglich ist. Wahrscheinlich ist es hier schwierig. Aber ich bin ziemlich hoffnungsfroh, weniger, wenn es darum geht, das ganze Management auf einen solchen Ansatz umzustellen, als vielmehr in Hinblick darauf, die Fischer in Zukunft zumindest stärker einzubinden in die Entscheidungen. Was wir im Moment sehen – und damit komme ich zum ersten Punkt – ist natürlich Politikversagen. Vor 30 Jahren kamen die Fischer zu den Politikern und sagten: wir verdienen nichts, gebt uns Subventionen. Das hat, ganz verkürzt, zu der Übernutzung geführt - es wurden damit neue, moderne Schiffe gebaut, die anschließend in der Lage waren, viel effizienter zu fischen. Jetzt ist man wieder im gleichen Dilemma. Es kam nämlich dazu, dass hohe Kosten aus der sich einstellenden Übernutzung der Bestände resultieren bzw. bei hoher Kapazität keine Ressourcenrenten mehr erzielt werden (das immer wieder zitierte Open-Access-Gleichgewicht im Gordon-Schäfer-Modell). Jetzt sind die Fischer wieder in einer schlechten Lage. Da, behaupte ich, muss man a) Fangkapazitäten reduzieren und b) einen langfristigen Managementansatz in die politischen Entscheidungen reinbringen – die großen Entscheidungen sind politische Entscheidungen, keine ökologischen. Das hat bisher nicht funktioniert. Deswegen muss man aus der politischen Entscheidung ein wenig herausgehen und deshalb setze ich ein bisschen Hoffnung darauf, dass die Fischer mit ins Management genommen werden, sie selbst Regeln mit entwickeln, die sie dann eher akzeptieren und man ihnen so durch zusätzliche begleitende Maßnahmen (z.B. Ausgleichszahlungen für die Zeit des Wiederaufbaus) eine Perspektive für die Zeit eines Wiederaufbaus gibt.

Herr Requate: Sie hatten zum Schluss gefragt, ob die Maximierung des Gegenwartswerts tatsächlich das richtige Konzept sei. Das klang so ein bisschen wie ein Gegensatz – vielleicht habe ich Sie auch missverstanden - dass es möglicherweise vernünftiger sei, in Naturkapital zu investieren. Aber die beiden Dinge müssen sich ja nicht widersprechen. Ich meine, dass das Maximieren des Gegenwartswertes nicht die schlechteste Zielfunktion. Die Frage ist eher, wie ich sie spezifiziere, diskontiere, usw.

Antwort: Deswegen auch das Fragezeichen. Ich schaue mir immer Gleichungen oder Modelle an. Ich habe das Aufbauprogramm, für nur 50 Jahre, auch so berechnet. Dort habe ich untersucht, mit welchen Diskontraten sich welches Ergebnis ergibt. Es gibt Studien, dass Fischer Diskontraten von 50 Prozent haben im derzeitigen kurzfristigen Nut-

zensystem. Das ist klar, dass da jeder langfristige Ertrag keine Rolle spielt. Wenn ich es aber schaffe, durch einen langfristigen Managementansatz normale Diskontraten zu erreichen, dann lohnt sich der Aufbau der Bestände (und damit die Investition in Naturkapital).

7.2 Input von Dr. Martin Quaas

Ökologisch-ökonomische Modellierung am Beispiel der Beweidung in semi-ariden Gebieten

Überblick

1. Beispiel: Beweidung in semi-ariden Gebieten
2. Modelltypen
3. Ökologisch-ökonomisches Modelle der Beweidung
4. Ausblick: Dynamik und Raum
5. Zusammenfassung

Einleitung

Das vorgestellte ökologisch-ökonomische Modell ist ein Teilprojekt der Nachwuchsforschungsgruppe „Ökologische Ökonomik – Modellierung und konzeptionelle Fundierung am Beispiel der Beweidung in semi-ariden Gebieten“, an dem drei Ökonomen vom Interdisziplinären Institut für Umweltökonomie und zwei Ökologinnen des Departments Ökologische Systemanalyse des UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle beteiligt sind. Der in dieser Gruppe verfolgte Ansatz interdisziplinärer Forschung besteht darin, dass Ökologen und Ökonomen mit jeweils gleichgewichtigem Anteil am Forschungsgegenstand arbeiten.

Beweidung in semi-ariden Gebieten

Das betrachtete Beispielsystem, die Beweidung in semi-ariden Gebieten, zeichnet sich dadurch aus, dass die Interaktion zwischen Ökologie und ökonomischer Nutzung direkt ist und dass es eine klare Schnittstelle zwischen beiden Teilsystemen gibt: die angewandten Beweidungsstrategien

- direkte ökonomische Nutzung von Ökosystemen

- direkter Einfluss der Nutzung auf das Ökosystem
- Beweidungsstrategien: Schnittstelle zwischen Ökologie und ökonomischer Nutzung

Modelltypen

Traditionell verwenden Ökologie und Ökonomik unterschiedliche Modellansätze

Ökologie:

- (i) Die spezifischen Computersimulationsmodelle der Ökologie sind in der Regel auf ein konkretes System bezogen, und weisen eine hohe Detailgenauigkeit auf. Sie zielen darauf ab, eine spezifische Situation möglichst genau abzubilden.
- (ii) Generische Computersimulationsmodelle der Ökologie beschränken sich auf die Abbildung weniger Elemente und Zusammenhänge, die für die Beantwortung der gestellten Fragen erforderlich sind. Sie sind im Unterschied zu den spezifischen Simulationsmodellen aufgrund des höheren Abstraktionsgrades auf viele Situationen anwendbar.

Ökonomie:

- (i) Die Ökonomie verwendet analytische Modelle und zielt dabei auf größtmögliche Allgemeinheit, häufig verbunden mit dem Wunsch, die Modelle analytisch lösen zu können

Modell der Beweidung

Das konkrete, hier vorgestellte Modell setzt sich zusammen aus einem generischen Simulationsmodell, das die ökologische Seite abbildet, und einem analytischen ökonomischen Modell.

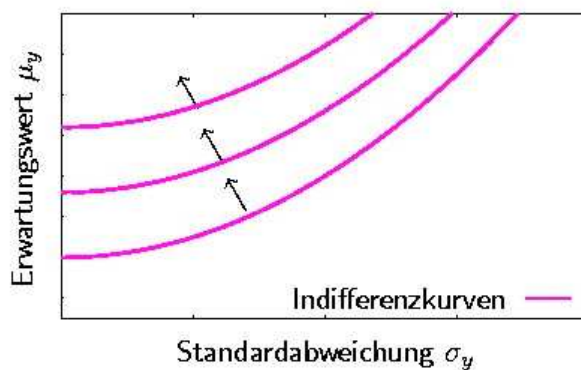
Ökologie: generisches Simulationsmodell

- Ein wesentliches Merkmal des semi-ariden Weidelandes ist, dass die ökologische Dynamik durch stochastischen Niederschlag getrieben wird
- Das Modell beinhaltet zwei Größen, die die mehrjährigen Gräser beschreiben:
 - grüne Biomasse (jährlich neu)
 - vitale Biomasse (eine Bestandsgröße)

- Beweidungsstrategien beinhalten die Schonung des Weidelandes. Eine Grundfrage lautet, ob die Schonung in regenreichen oder trockenen Jahren stattfinden sollte.
- Ergebnis: Schonung in regenreichen Jahren besser als in trockenen Jahren. Da in regenreichen Jahren die Erholbarkeit der vitalen Biomasse höher ist, nützt die Schonung in regenreichen Jahren überproportional viel.

Ökonomie

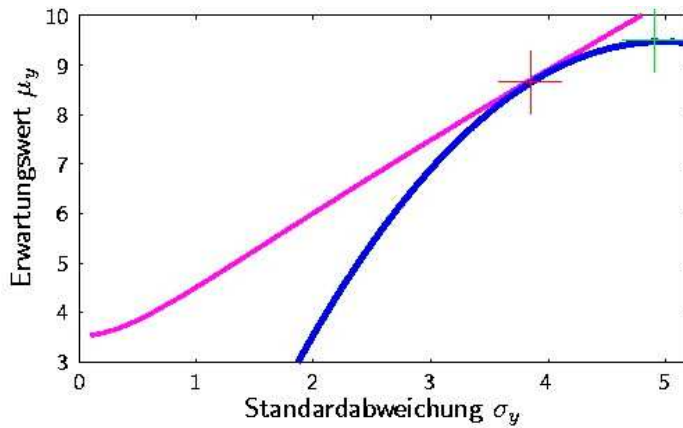
- Die Grundidee des ökonomischen Modells besteht darin, die Wahl der Beweidungsstrategie als Wahl einer Lotterie aufzufassen: Die Beweidungsstrategie beeinflusst die Höhe des erwarteten Einkommens sowie die Variabilität des Einkommens.
- Es wird angenommen, dass der Farmer risiko-avers ist, d.h., bei gleichem erwarteten Einkommen zieht er eine Beweidungsstrategie mit geringerer Variabilität



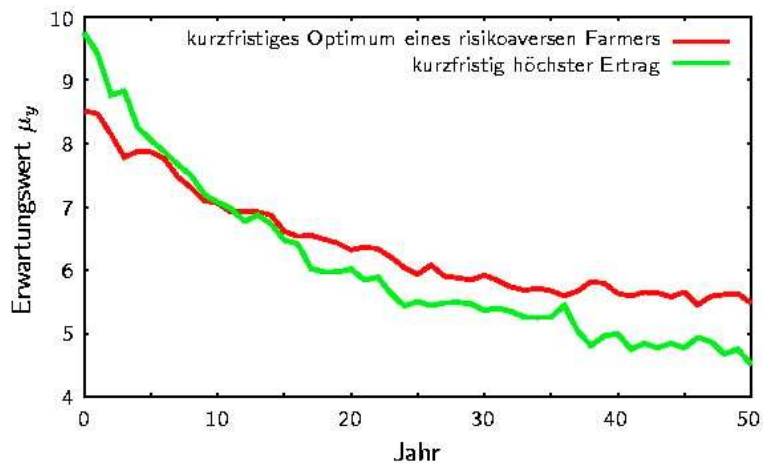
vor.

- Hieraus ergibt sich eine erste Schlussfolgerung: Die Schonung in regenreichen Jahren ist für den Farmer besser als die Schonung in trockenen Jahren, denn die Schonung in regenreichen Jahren gleicht die Variabilität des Niederschlags aus (sie ist sozusagen antizyklisch), während die Schonung in trockenen Jahren die Variabilität des Niederschlags verstärkt (sie ist sozusagen prozyklisch).
- Eine – wichtige – Nebenbemerkung: Im Unterschied zur rein ökologischen Beurteilung ist die Aussage „Schonung in regenreichen Jahren ist für den Farmer besser“ aufgrund eines wohldefinierten normativen Konzepts getroffen worden: Sie basiert auf der ökonomischen Nutzentheorie.
- Ein generelles Ergebnis des ökologisch-ökonomischen Modells: Der risiko-averse Farmer wird im Vergleich zu einem risiko-neutralen Farmer eine Strategie mit höhe-

rer Schonung wählen, da dies die Variabilität des Einkommens verringert, allerdings auf Kosten eines geringeren erwarteten Einkommens.



- In der Grafik markiert das rote Kreuz die optimale Strategie für einen risiko-aversen Farmer, während das grüne Kreuz den maximalen erwarteten Ertrag markiert, das Optimum eines risiko-neutralen Farmers.
- Werden diese beiden (als kurzfristige Optima ermittelten) Strategien dauerhaft angewandt, so folgt aus der ökologischen Dynamik, dass die Strategie, die für einen risiko-aversen Farmer optimal ist, langfristig auch einen höheren erwarteten Ertrag liefert als die Strategie, die kurzfristig den erwarteten Ertrag maximiert.



Zusammenfassung

- Die Beweidung in semi-ariden Gebieten hat sich als ein besonders geeignetes Anwendungsbeispiel für die ökologisch-ökonomische Modellierung erwiesen, denn hier ist es gerade die Kopplung von Ökologie und ökonomischer Nutzung, die dieses System entscheidend bestimmt.
- Das vorgestellte ökologisch-ökonomisches Modell stellt eine Mischung aus einem spezifischen Simulationsmodell der Ökologie und einem analytischen ökonomischen Modell dar.
- Die Einbeziehung der Ökonomik als einer normativen Wissenschaft ermöglicht, fundierte normative Aussagen zu treffen
- Das ökologisch-ökonomische Modell erlaubt die Ableitung differenzierterer Aussagen im Vergleich zu rein ökologischen oder rein ökonomischen Modellen. Ein Beispiel ist die Erklärung der Wahl einer schonenden Strategie aus der Risikoaversion des Farmers. Die Anwendung solcher Strategien ist beispielsweise für Farmen im südlichen Afrika dokumentiert.
- Erweiterungen des Modells sollten vorgenommen werden, um die Aussagekraft weiter zu verbessern: Die Einbeziehung weiterer dynamischer Aspekte kann eine genauere Analyse intertemporaler Schwankungen des Einkommens ermöglichen, die Einbeziehung räumlicher Aspekte die Analyse von räumlichen Unterschieden in der Variabilität des Niederschlags.

Fragen/ Diskussion

Herr Requate: Ist Bodenerosion in dem Modell berücksichtigt?

Antwort: Bisher nicht.

Herr Requate: Die Aussage, dass eine Allokation für den Farmer besser ist, wird dann natürlich relativiert, wenn man in trockenen Jahren überweidet und es dadurch zu Bodenerosion kommt.

Antwort: Das kann man sicherlich noch qualifizieren. Das war sozusagen der First Guess. Wenn man das als Ökonom sieht, kann man das sofort verstehen. Sie haben im Hintergrund, dass der Farmer tatsächlich in regenreichen Jahren beweidet. Ökonomisch

ist das unmittelbar einleuchtend. Wir wollen das aber noch qualifizieren, indem man zusätzliche Eigenschaften mit rein nimmt – vor allem auch die Dynamik.

Herr Requate: Du hast gesagt, dass in ökonomischen Modellen die Ursache nach den Folgen kommt. Das würde ich doch ungern so stehen lassen. Wir sind ja keine Science-Fiction-Wissenschaft. Die Erwartungsbildung spielt natürlich eine Rolle, aber ich würde immer sagen, dass die Art der Erwartungsbildung durch die Vergangenheit bedingt ist. Das kann durch Erfahrungen kommen. Das kann durch Theoriebildung kommen. Aber niemals wirkt die Zukunft auf die Gegenwart. Das ist, glaube ich, eine verzerrte Darstellung der Backward-Induction.

Antwort: Das nehme ich als Kommentar.

Herr Pethig: Ist das eine intertemporale Optimierung des Farmers oder agiert er kurzfristig?

Antwort: So wie ich es bisher dargestellt habe, ist er kurzfristig. Der Schritt, den wir schon im Auge haben, ist aber natürlich, das dynamisch zu erweitern: wie wird der seine Strategie intertemporal optimal anpassen. Aber das zeigt sich sehr schnell. Wenn man darüber nachdenkt, ist das keine triviale Frage, sondern, selbst wenn man nicht an ökologischer Ökonomik interessiert ist, ökonomisch eine interessante methodische Frage. Diese haben wir schon im Auge und das ist im Prinzip der nächste Schritt, den wir angreifen wollen.

Frau Frank: Mag sein, dass das aus der Sicht der ökonomischen Modellierung vielleicht wirklich ein kurzzeitiger Horizont angesetzt ist. Man muss auf jeden Fall noch dazu sagen, dass man aus der ökologischen Sicht beides hat - auf der einen Seite eine Kurzzeitadaptation dieser angepassten Bestockungsraten und die schwankende vorhandene Biomasse. Aber gerade das was der Farmer macht, nämlich zusätzliche Ruhepause zu gewähren, ist eine Art Vorsorgeaspekt, der schon langfristig ausgelegt ist. D.h. es ist beides drin. Es ist eine Mixstrategie zwischen kurzzeitiger Reaktion und einer etwas längerfristigen Schonung, die aber natürlich die Charakteristika des dortigen Klimas, die Charakteristika der Regenverteilung mitnimmt. Zumindest aus ökologischer Sicht würde ich das nur kurzfristig nicht stehen lassen wollen.

Antwort: Ich hatte das so verstanden. Es kommen neue ökonomische Aspekte und Koppelungsaspekte hinein, wenn man die Optimierung dynamisch betrachtet, weil die Bestände

des Ökosystems, wenn die vitale Biomasse hoch ist und folglich die Schwankungen des Ertrags relativ gering sind, als Puffer nutzbar sind, der die ökonomischen Schwankungen abmildert, so dass man hier eine dynamische Realversicherung über die Ökologie hat, die möglicherweise andere ökonomische Versicherungsmechanismen überflüssig macht.

Herr Schiller: Du hattest ja gesagt – z.B. an der Stelle, wo es um die Bewertung verschiedener Strategien geht – dass da methodische, konzeptionelle Arbeit notwendig ist. Gibt es denn in dem Projekt aus eurer jetzigen Erfahrung noch andere Stellen, wo es nicht so einfach ist, ökologisches und ökonomisches Standardwissen zusammen zu stöpseln? Wo sind noch weitere Stellen, wo ihr methodisch, konzeptionell arbeiten müsst oder wollt?

Antwort: Die eine Sache ist sicherlich die Bewertungsfrage. Ich glaube, dass die Bewertungsfrage überall wieder eingeht, sowohl wenn man es normativ angehen möchte, als auch wenn man es positiv angehen möchte, so dass sicherlich eine Frage ist, die ganz deutlich im Zentrum steht. Ich habe schon gesagt, dass man einerseits die Optimierung eines Net Present Value haben könnte und andererseits möglicherweise die Lebensfähigkeit. Damit einher geht im nächsten Schluss auch, mit welchem Menschenbild wir arbeiten. D.h. welches Menschenbild haben wir vom Farmer. Aber wir haben auch andere Beispielsysteme, wo es traditionell lebende Völker in Namibia sind: Welches Menschenbild ist geeignet, um die Zusammenhänge dort richtig zu beschreiben? Da ist zunächst die Ökonomie im Vorteil, da sie ein fertiges Menschenbild hat. Deswegen bin ich hier auch von der Optimierung ausgegangen. Andererseits ist auch die Frage, mit welchem Naturbild wir arbeiten wollen. Die Ökologie hat ja doch ein recht klares Naturverständnis oder zumindest glaubt sie eines zu haben. Sie arbeitet mit einem Naturverständnis, während die Ökonomik – das habe ich von meinem Kollegen Christian Becker – eigentlich gar keine richtiges Naturverständnis hat, so dass wir als Ökonomen auch gerade gefordert sind, um über das Naturverständnis der Ökonomie zu arbeiten.

Herr Wätzold: Wir hatten gestern das Problem der unterschiedlichen zeitlichen Skalen von ökologischen und ökonomischen Modellen besprochen. Taucht das in den von dir vorgestellten Ansätzen auch auf und habt ihr schon darüber diskutiert?

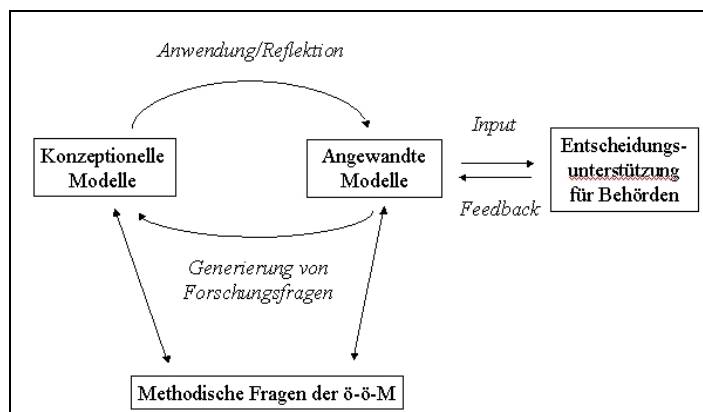
Antwort: Die Unterschiedlichkeit der Skalen sieht man jetzt sehr augenfällig an dem Modell, so wie ich es einfach dargestellt habe. Ich habe die Ökonomik hier ganz kurzfris-

tig dargestellt. Da habe ich noch nicht einmal zugelassen, dass einige über 20 oder 30 Jahre optimieren, sondern ganz kurzfristig optimieren und dabei die Unsicherheit unberücksichtigt lassen. Dann bin ich auf die ökologische Zeitskala gesprungen, die hier 50 Jahre ist. Die Simulationen werden aber gerne auch länger durchgeführt. D.h. hier, so wie ich es jetzt vorgetragen habe, sieht man schon die Diskrepanzen in den Zeitskalen. Ein Ziel ist es natürlich, das irgendwie zusammen zu bringen oder zumindest den Versuch zu machen, auch gerade mit den Bewertungskriterien, die möglicherweise dann geeigneter sind, um die Zusammenhänge zu beschreiben und zu bewerten.

7.3 Input von Dr. Frank Wätzold

Ökologisch-ökonomische Modelle (ööM) für die Entwicklung von Biodiversitätsschutzstrategien und -instrumenten in europäischen Kulturlandschaften

Überblick über Struktur der UFZ-Forschung zu ööM



Beispiel für konzeptionelles Modell

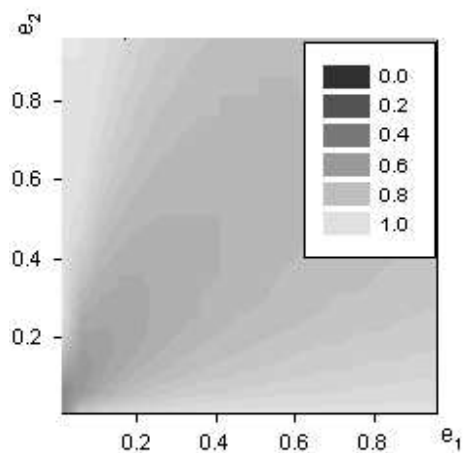
Ausgangspunkt und Fragestellung

Bei räumlich differenzierten Kosten und ökologischen Wirkungen (Benefits) von Biodiversitätsschutzmaßnahmen, müssen *kosteneffiziente* Kompensationszahlungen für Maßnahmen (z.B. Vertragsnaturschutzprogramme) räumlich *differenziert* sein. Unter welchen Umständen (Kosten- und Benefitfunktionen) führen räumlich *homogene* Kompensationszahlungen zu niedrigen/hohen Effizienzverlusten?

Antwort:

Entwicklung eines Modells mit 2 Regionen, die sich in Kosten- und Benefitfunktionen unterscheiden (Benefitfunktion basiert auf ökologischer Theorie); Bestimmung von Effizienzverlusten räumlich homo-gener Kompensationszahlungen für verschiedene Kosten- und Benefit-funktionen (Wätzold/Drechler 2002).

Ausgewähltes Ergebnis für konvexe Benefitfunktionen in Region 1 und 2; je größer e_1 (e_2), desto größer die Steigung der Grenzkostenfunktion in Region 1 (2); je dunkler die Fläche umso größer die Effizienzverluste von homogenen Kompensationszahlungen

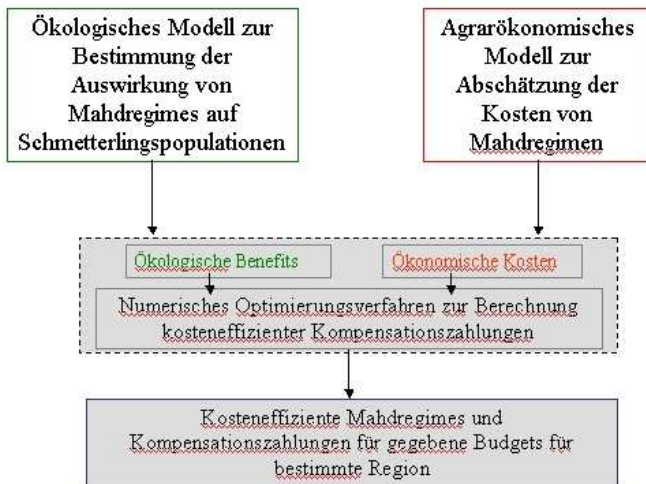


Beispiel für angewandtes Modell

Fragestellung

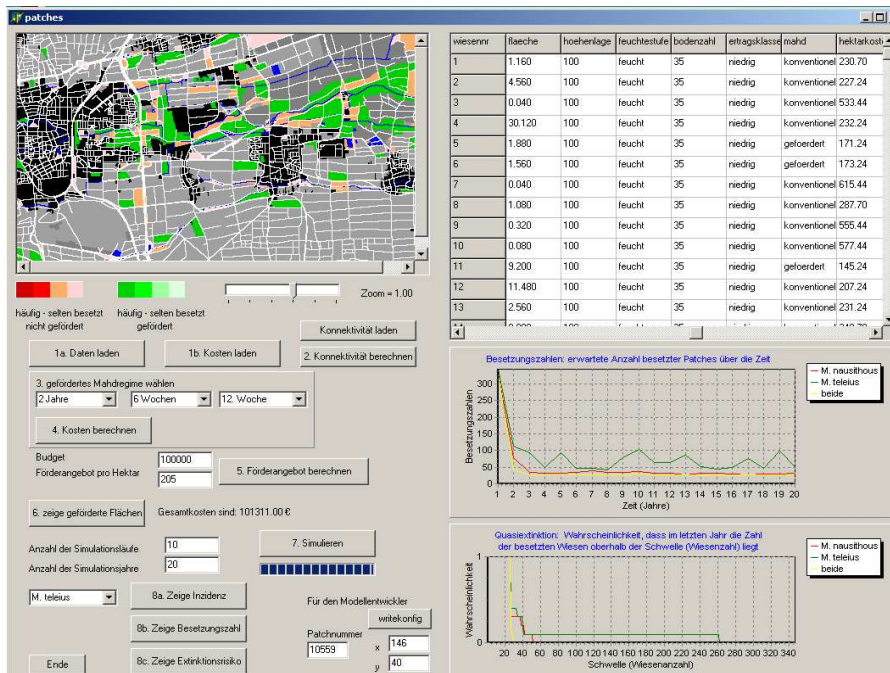
Ausgestaltung von kosteneffizienten Kompensationszahlungen für Schutzmaßnahmen für gefährdete Art (hier für ein durch FFH-Richtlinie geschützte Schmetterlingsart, *Maculinea teleius*)

Schematische Darstellung des Modellierungsverfahrens



Beispiel für Entscheidungsunterstützung für Behörde

Windowsoberfläche als Entscheidungsunterstützung basierend auf dem angewandten Modell zum Schmetterlingsschutz (siehe vorheriges Beispiel)



Beispiel für methodische Reflektion

Vergleich von 60 Modellen (ökologisch, ökonomisch und ökologisch-ökonomisch) zum Biodiversitätsschutz im Hinblick auf unterschiedliche Modellierungsansätze

Zentrale Ergebnisse:

- Ökologische und ökonomische Modelle unterscheiden sich oft im Hinblick auf Modellformulierung und -lösung sowie die Berücksichtigung von Zeit, Raum und Unsicherheit, es gibt jedoch auch eine Schnittmenge
- Es gibt (überraschend) viele ökologisch-ökonomische Modelle (15) Wätzold et al. (2004).

Beantwortung ausgewählter Workshopfragen

In welchen Bereichen und bei welchen Fragestellungen sind ö-ö-Modelle sinnvoll?

- Bei Aussagen über Veränderungen im ökologischen System

Welche spezifischen Erkenntnisfortschritte können durch ö-ö-Modelle erzielt werden?

- ÖöM erlauben Anwendung von Erkenntnissen der umweltökonomischen Instrumentendiskussion auf Biodiversitätsschutz
- Reflektion über eigene Modellierungsansätze

Wie wird sichergestellt, dass die Abbildung des ökologischen Systems dem „State of the Art“ in der Ökologie entspricht?

- Kooperation mit Ökologen

Welche Modellannahmen unterscheiden sich von rein ökonomischen Modellen?

- Benefitfunktion basiert auf ökologischen Erkenntnissen

Welche politikrelevanten Aussagen lassen sich mit ööM treffen?

- Effiziente Ausgestaltung von Instrumenten des Biodiversitätsschutzes

Welchen weiteren Forschungsbedarf gibt es?

- Integration von neuem ökologischem Wissen (z.B. Metapopulation) in Instrumentenbewertung und Analyse neuer Instrumente (z.B. handelbare Habitats)
- Bei Ausgestaltung von Instrumenten des Biodiversitätsschutzes spielen Transaktionskosten (oft im Sinne von Trade-offs mit Produktionskosten) eine wichtige Rolle, daraus folgt Einbeziehung von Erkenntnissen der Neuen Institutionenökonomik in ööM
- Instrumente wie Agrarumweltprogramme zielen oft nicht nur auf Verbesserung des Biodiversitätsschutzes sondern auch auf Verbesserung des Gewässerschutzes, Bewertung erfordert Koppelung von ööM und hydrologischen Modellen!

- Besseres Verständnis der Gründe für Unterschiede in ökonomischer und ökologischer Modellierung und Möglichkeiten des gegenseitigen Lernens!

Fragen/ Diskussion

Frau Kemfert: Ich fand den Vortrag sehr interessant. Ich habe mich sehr dafür interessiert, was wir in Oldenburg, als wir das Center für Umweltmodellierung gegründet haben, an Diskussionen dazu geführt haben. Sie haben auch ein Modell gezeigt, was in Kooperation mit Oldenburg entstanden ist. Hier geht es ganz konkret auch um die Kopplung von Ökologie und Ökonomie. Sie haben da ein sehr interessantes Beispiel gezeigt und auch gewissen Handlungsforderungen aufgezeigt, wo es hingehen könnte. Natürlich ist das, worüber wir hier sprechen, sehr komplex. Der Komplexitätsgrad nimmt zu, je mehr Faktoren wir mit rein nehmen, sei es Dynamik, sei es Langfristigkeit oder eben Entscheidungen auf Institutionenebene, die natürlich auch eine Rolle spielen. Ich würde ganz gerne wissen, wie sie mit dieser Komplexität umgehen. Haben sie sich darüber schon Gedanken gemacht?

Antwort: Es sind alles Modelle, die ausschließlich am UFZ entstanden sind. Aber es ist interessant zu schauen, was andere vielleicht ähnlich gemacht haben. Der zweite Punkt: basierend auf der Erfahrung, die wir haben, ist so etwas eine Schritt-für-Schritt-Strategie. Man kann nicht auf einmal irgendwelche komplexen Modelle entwickeln, sondern man muss alle möglichen zusätzlichen Punkte oder Parameter dazu nehmen. So würde ich das vereinfacht von der Vorgesessenen her beschreiben wollen.

Herr Requate: Sie hatten dieses eine schöne Schema, wo sie das ökologische und das agrarökonomische Modell hatten und dann kam die Optimierung. Mir ist da noch nicht ganz klar geworden, wie das Kriterium für die Biodiversität bzw. die Bewertung der Biodiversität dort eingeht.

Antwort: Das basiert im Grunde genommen auf einem ökologischen Simulationsmodell, das die Effekte der unterschiedlichen Wiesenmahdregimes auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Schmetterlingspopulation bestimmen kann. Das ist dann letztendlich der ökologische Benefit. Wir haben ein gegebenes Budget und maximieren die Überlebenswahrscheinlichkeit der Schmetterlingspopulation.

Herr Pethig: Ein Detail hat mich interessiert. Sie haben das so genannte Potenzgesetz, das Power Law zwischen Habitat und Zahl der Arten, verwendet, was in der Ökologie von größerer Bedeutung ist. Es wird fachintern auch angezweifelt, aber nicht von mir. Ich meine, wir müssen darüber hinaus kommen. Das ist eine Makrorelation, die natürlich mit irgendwelchen Feldstudien unterlegt ist, aber auch die Idee der Mikroüberlegung, egal auf welcher methodischen Basis, ist von Bedeutung. Ich glaube nicht, dass es genügt ein Power Law und den Potenzfaktor festzulegen, wenn man ernsthaft in die Biodiversität rein will.

Herr Drechsler: Wir haben verschiedene Wege, um diese Funktion zu begründen. Die Artenzahl-Flächen-Relation ist einer, der andere ist der Zusammenhang zwischen Lebensfähigkeit bzw. Lebensdauer einer Population und Habitatgröße. Die konvexen Formen tauchen gerade in diesem Fall auf, also bei Populationen mit geringen Umweltschwankungen. Wir wollen eigentlich eine Pluralität an Benefit-Funktionen haben. Wir wollen uns nicht nur auf diese eine festlegen, so dass ein Entscheidungsträger auswählen kann, was sein Ziel ist und welche Funktionsform dafür angemessen ist.

Herr Blazejczak: Ich wollte etwas zu Kosten unterschiedlicher Marktregimes sagen. Ich kann mir gar nicht vorstellen, worin da Kostenunterschiede bestehen sollten. Sie haben als Instrument offenbar Subvention untersucht. Die Frage ist, ob man diese Modellierung auch verwenden kann, um unterschiedliche Instrumente zu designen oder aber sogar über Institutionen nachzudenken, die es dann ermöglichen, dass die richtigen Marktsysteme aus dem Eigeninteresse der Landwirte angewandt werden.

Antwort: Zum einen zu der Frage, wie die unterschiedlichen Kosten zustande kommen. Die entstehen im Wesentlichen dadurch, dass es für die Landwirte optimal ist, ihre Wiesen Ende Mai zu mähen und dann noch einmal sechs bis acht Wochen später. Das ist von der Futterqualität her das Optimum. Je später sie mähen, umso schlechter wird die Futterqualität. Zum anderen: Wir wollen auch in die Richtung der Modellierung von Institutionen weiterdenken.

Frau Calenbuhr: Ich fand das sehr interessant, was Sie vorgetragen haben. Eine Frage habe ich zu diesem Schmetterlingsmodell, wo ja bereits anklang, dass es eine Kopplung eines Populationsmodells mit einer ökonomischen Komponente ist. Was sie da angesprochen haben, ist natürlich extremes Mikromanagement mit sehr interessanten Resultaten,

sowohl zum Verständnis des Systems, als auch für die Anwendung. Wenn man sich jetzt komplett auf diese Schmetterlinge konzentriert und diese Maßstrategie, kann es einem dabei nicht passieren, dass man etwas anderes übersieht, was wirklich relevant für die Biodiversität wäre, dass z.B. Blumen oder andere Tiere in irgendeiner Weise beeinträchtigt werden? Gibt es dazu irgendwelche Überlegungen?

Antwort: Es ist natürlich so, dass für eine Region, in der es verschiedene Biodiversitätsschutzziele gibt, solch ein Modell nur eine begrenzte Aussagefähigkeit hat, weil es eben auf eine oder zwei Arten beschränkt ist. Wir wollen jedoch unsere Modelle im Hinblick auf umfassendere Schutzziele weiterentwickeln. Die zwei Schmetterlingspopulationen sind schon die Weiterentwicklung eines Modells, das nur auf den Schutz einer Art ausgerichtet war. Die hier vorgestellten ökologisch-ökonomischen Modelle sind aber neu und man muss bei der Entwicklung Schritt für Schritt vorgehen.

Herr Hansjürgens: Eine wichtige Rolle dürften hierbei Leitarten spielen. Wenn es den Naturwissenschaftlern gelingt, hier bestimmte Schlüsselarten auszumachen und klarzumachen, dass an diesen Schlüsselarten ganze Ökosystemfunktionen hängen, dann ist es natürlich gut, sich darauf zu konzentrieren. Es ist aber innerhalb der Naturwissenschaften äußerst umstritten, inwieweit das möglich ist, wo das gelingt und in welchen Ausschnitten das gelingt. Das wäre an dieser Stelle auch die Aufgabe.

Antwort: Die Schmetterlinge sind ausgewählt worden, weil sie über die FFH-Richtlinie von politischer Relevanz sind.

Frau Frank: Ich möchte noch einen Kommentar machen zu diesem Power Law. Hier sollte man dazu sagen, dass der Zusammenhang zwischen Überlebensfähigkeit und Fläche mehrfach überprüft wurde – auch mit individuenbasierten Modellen. D.h. man hat Modelle auf sehr verschiedenen Auflösungsebenen laufen gehabt, mit unterschiedlichen Graden von berücksichtigten Mechanismen, und trotzdem am Ende diesen Zusammenhang gefunden. Das ist im Grunde genommen aber auch eine Chance. Von der Seite der ökologischen Modellierung werden wir auch in Zukunft einen starken Schwerpunkt drauf legen, nach solchen Input-Output-Relationen zu suchen, die mechanistisch unterstützt werden. Das hat nämlich einen konzeptionellen Vorteil. Auf der einen Seite kann man solche Informationen, wie das hier geschehen ist, integrieren in übergreifende Modellsysteme, ohne wirklich Informationen verloren zu haben. Es gibt aber auch noch eine andere

Konsequenz. Wir haben hier nämlich die Möglichkeit, von einzelnen Arten wegzukommen und zu so genannten Artengruppen oder ökologischen Profilen von Arten hinzukommen. Bleiben wir bei den Potenzgesetzen mit diesem z. Hier weiß man, dass das Sensitivität gegenüber Umweltschwankungen ist. All die Arten, die im Grunde genommen eine gleiche Sensitivitätsstufe haben, würden hier auf dieselbe Benefit-Funktion hinauslaufen. D.h. man kann jetzt plötzlich anfangen, strukturiert zu denken, kommt weg von den einzelnen Arten und hat aber trotzdem eine Möglichkeit – auch technisch gesehen – mechanistische Information auf einfache Weise in solche integrierten Zusammenhänge mit einzubinden.

Herr Drechsler: Ich habe noch eine kurze Ergänzung zur Frage der Biodiversität. Wir sind gegenwärtig dabei, ähnlich dem von Martin Quaas vorgestellten Modell, aus diesem Schmetterlingsmodell ein generisches Modell zu entwickeln, was zwischen dem konzeptionellen und diesem speziellen Modell liegt und leichter auf andere Arten anzuwenden ist als Schritt in Richtung der Berücksichtigung von nicht nur zwei Arten, sondern vieler Arten und Biodiversität.

8. Abschlussdiskussion

Herr Schulz: Zunächst möchte ich mich noch mal vorstellen. Ich bin hier im Auftrag des BMBF als Projektträger und ich betreue dieses Projekt, das als Sondierungsprojekt bezeichnet werden kann. Ich nehme nochmals Bezug auf die Diskussion am Anfang des Workshops, die sich auf die Form der Projektausschreibung bzw. Projektförderung bezog, die an das BMBF Rahmenprogramm zu Nachhaltigkeit anlehnen. Dieses ist explizit als handlungsorientiertes Programm aufgestellt worden. Daher kommt die wiederholte Aufforderung von uns, dass das Ziel der Forschung Politikempfehlung sein soll. Dies soll nicht die Notwendigkeit von Grundlagenforschung in Frage stellen. Weiterhin orientiert sich das BMBF auch an den Empfehlungen des Wissenschaftsrats (2002), wo in einem Gutachten festgestellt wurde, dass die Relevanz der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung in Deutschland für wirtschaftspolitische Fragestellungen sowie die Anwendungsnähe zu gering sei.

Ich möchte nun ein paar Punkte zur Diskussion stellen, dabei greife ich Punkte aus der Diskussion der letzten zwei Tage, aber auch einige nicht beleuchtete Punkte auf.

Für uns besonders wichtig ist die Frage nach der interdisziplinären Zusammenarbeit. Wir haben verschiedene Anwendungsbeispiele gesehen und Erfahrungsberichte gehört, wo die interdisziplinäre Zusammenarbeit mehr oder weniger gut geklappt hat. Meine Frage an Sie bezieht sich auf den speziellen Bereich der ökonomisch-ökologischen Modellierung. Sollte hier verstärkt interdisziplinäre Zusammenarbeit eingefordert werden oder meinen Sie, dass dies rein disziplinär bearbeitet werden sollte.

Herr Klauer: Ich bin ganz dezidiert der Meinung, dass die Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen erforderlich ist, um zu garantieren, dass man sich wirklich auf dem neuesten Stand befindet und nicht versucht, etwas in andere Disziplinen hinein zu projizieren, was dort über einen langen Zeitraum befolgt wurde.

Herr Döring: Unsere bisherige Erfahrung mit Interdisziplinarität (auch in BMBF-Projekten) war bisher nicht so gut. Da war allerdings die Ökonomie immer nur mit dabei. Es stellt sich die Frage, ob es nicht besser klappen könnte, wenn die Ökonomie stärker die Fragestellung gestalten bzw. fokussieren könnte. Dies ist nämlich unsere Erfahrung

gewesen. Mein Vorschlag wäre also, die Ökonomik als Leitwissenschaft in der ökologisch-ökonomischen Modellierung zu etablieren.

Herr Quaas: Auch ich plädiere für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit, sogar für eine INTENSIVE interdisziplinäre Zusammenarbeit. Ich sehe, dass man zwar ökonomische Fragestellungen gut mit rudimentären ökologischen Modellen abbilden kann, und ökologische Fragestellungen mit leichten ökonomischen Szenarien, aber die Zusammenarbeit zwischen Ökonomik und Ökologie ist nicht nur dafür geeignet, Fragen zu bearbeiten, sondern auch Fragestellungen zu generieren. Dies erfordert, eine ausreichend lange und fruchtbare Kommunikation zwischen den Disziplinen.

Frau Kemfert: Ich schließe mich dem an. Auch ich plädiere für interdisziplinäre Zusammenarbeit. Man braucht dafür aber offene Ökonomen und Ökologen, die bereit sind, sich auszutauschen und sich so zu erklären, dass sie verständlich für die andere Seite sind. Ich bezweifle, dass das Verständnis der einzelnen Disziplinen ausreichend für eine rein disziplinäre Bearbeitung ist. Man braucht beide Seiten, wie wir auch in letzten zwei Tagen gesehen haben.

Herr Requate: Auch ich plädiere für interdisziplinäre Zusammenarbeit, aber ich würde mich- auch bei den Ausschreibungen- für eine flexible Art stark machen. Meine Erfahrung als Ökonom ist, dass man Beratungsbedarf beispielsweise von ingenieurwissenschaftlicher Seite hat, z.B. bei der Frage, was technisch möglich ist oder nicht. Mein Vorschlag wäre, dies auch bei Projektanträgen zu institutionalisieren, indem man solche Beratungstätigkeiten mit aufnehmen/ abrechnen kann.

Frau Frank: Ich plädiere stark für interdisziplinäre Zusammenarbeit in der ökologisch-ökonomischen Modellierung (ööM). Denn wenn man ööM auf die Tagesordnung setzt, ist es notwendig, wechselseitig zu beleuchten, was in der anderen Disziplin an Konzepten und Annahmen hinter der Modellierung steht. Sonst kommt man nicht an die Kernprobleme der jeweils anderen Disziplin heran. Eine übergreifende Perspektive erfordert ein tiefes Verständnis der anderen Seite, was nur durch enge Zusammenarbeit erreicht werden kann.

Herr Schulz: Das BMBF baut Ausschreibungen immer anhand von Themen auf, d.h. bezogen auf Problemen. Halten Sie es trotzdem für sinnvoll, zu versuchen, die ööM als ei-

genen Bereich aufzunehmen, oder halten Sie es für sinnvoll, Ausschreibungen so anzulegen, dass unter einem bestimmten Thema eine interdisziplinäre Modellierung als Problemlösung herangezogen werden kann.

Herr Berger: Ich halte die zweite von Ihnen genannte Alternative für besser. Wir arbeiten in einem Programm mit einer Perspektive von 8-9 Jahren. In dem Zeitrahmen können problemadäquate Modellansätze entwickelt werden. Wenn es also längerfristige Perspektiven für Ausschreibungen gibt, dann sollte man so ausschreiben, wie es die zweite Alternative vorsieht. Das würde am ehesten eine anwendungskonkrete Modellierung induzieren.

Herr Schulz: Welche Zeiträume bräuchte man denn?

Herr Hansjürgens: Wenn Sie wirklich gute Vorschläge erarbeiten wollen, brauchen Sie mindestens fünf Jahre, keinesfalls aber die üblichen drei bis vier Jahre.

Herr Berger: Wir haben z.B. vier Jahre gebraucht, um das Monitoringsystem aufzubauen, bis die Infrastruktur bereitgestellt wurde, bis die Daten erhoben wurden etc.. Erst dann kann modelliert werden. Die Daten kommen i.d.R. zu spät.

Frau Frank: Ich denke, dies gilt nicht nur für ööM, sondern generell für Modellierung. Ich denke, man sollte unbedingt so herangehen, dass man das Problem in den Vordergrund stellt. Dann kann man sich überlegen, wie man eine methodische Facette mit einbringt. Es gibt nicht DIE Modellierung oder DAS Modell. Nur durch die problemorientierte Fragestellung, gerade in der interdisziplinären Verkopplung, wird die Notwendigkeit, eine bestimmte Modellstruktur anzuwenden, generiert. Deshalb hat auch meiner Ansicht nach die Problemorientierung Priorität.

Herr Hansjürgens: (an Herrn Schulz): Ich würde trotzdem vorschlagen, dass Sie in den betreffenden Ausschreibungen das Stichwort (bzw. Unterpunkt in der Methodik) „ökologisch-ökonomische Modellierung“ aufnehmen.

Herr Kohlhaas: Wir haben gemerkt, dass es einige übergreifende Probleme gibt. Ich halte es für sinnvoll, sich grundlegende Gedanken darüber zu machen, z.B. wann es sinnvoll ist zu koppeln und wie eng gekoppelt werden sollte? Welche Schwachpunkte haben wir in der Modellierung, welche methodischen Alternativen haben wir, um diese Schwach-

punkte zu beheben? Ich denke, dass es viele Fragen gibt, die in rein thematischen Ausschreibungen nicht behandelt werden können. Deshalb wäre mein Vorschlag, doch auch ein oder zwei Meta-Studien bezüglich methodischer Modellierungsfragen zu machen.

Herr Schulz: Es gibt hier z.B. Überlegungen, eine europäische Konferenz zum genannten Thema zu organisieren.

Herr Döring: Ich möchte noch einmal für längere Fristen plädieren! Das von mir vorhin geschilderte Problem lag u.a. daran, dass die Laufzeit zu gering war, da nach drei Jahren die ökologische Seite erst soweit war, Ergebnisse zu liefern. Zeitlich war es dann nicht mehr möglich, von ökonomischer Seite Ergebnisse zu erbringen. D.h. ein Problem interdisziplinärer Zusammenarbeit ist in den zu kurzen Projektlaufzeiten zu finden.

Herr Klauer: Ich habe eine Frage an Herrn Schulz. Wir haben hier viele Fragen identifiziert, die als schwer lösbar gelten. Z.B. hatten wir bei der Klimamodellierung das Problem, dass die Langfristigkeit zu Kommunikationsproblemen zwischen Klimaforschung und Ökonomie geführt hat. Bei Biodiversität war das Problem, dass wir erst bei Populationen angelangt sind, aber noch lange nicht bei echter Biodiversität (zu mikrodimensional). Wenn Sie fordern, dass wir politikrelevant sein sollen und Politikberatung machen, was meinen Sie damit? Welche Qualität sollen die Forschungsergebnisse haben? Soll es politikberatungsvorbereitend sein oder geht es darum, Politikberatung durchzuführen?

Herr Schulz: Der Aspekt der Politikvorbereitung sollte schon dabei sein. Es gibt die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesrepublik Deutschland. Hier erwarten wir einen Beitrag der Wirtschaftswissenschaft. Wir sehen, dass dieses Potenzial noch nicht ausgereizt ist. Ich bringe jetzt einen neuen Stichpunkt ein: Wie sieht es mit der Datenverfügbarkeit aus, gibt es Datenengpässe?

Herr Requate: Es ist ein großes Problem in Deutschland, dass viele Daten vorhanden sind, diese aber von Wissenschaftlern nicht verwendet werden dürfen. Auch die Kooperation des statistischen Bundesamtes lässt oft zu wünschen übrig.

Herr Schulz: Sie haben vollkommen recht. Ich betreue z.B. ein Projekt, das sich mit der Anonymisierung von Wirtschaftsdaten befasst. Dies ist eine hochkomplexe Materie. Hier ist man in Deutschland durch die Gesetzgebung sehr eingeschränkt, da können wir in der

Forschungsförderung nur wenig machen. Die einzige Möglichkeit ist, dass sich der Rat damit befasst, indem gerade damit argumentiert wird, dass Deutschland im internationalen Vergleich sehr schlecht dasteht. Weiterhin gibt es jetzt die Forschungsdatenzentren. Diese wurden mit dem Ziel eingerichtet und vom BMBF gefördert, mit Nachdruck die Kooperationsbereitschaft mit der Forschung zu erhöhen.

Herr Drechsler: In Bezug auf Biodiversität ist es so, dass es viele Daten für ungestörte Populationen gibt. Es ist aber sehr schwer, Daten zur Wirkung von Interaktion/ Störungen des Menschen auf Population zu finden.

Herr Schulz: Wo sehen Sie weitere vielversprechende Ansätze? Was halten Sie z.B. von Präzisionstechnologien (z.B. Modellierung von Technologien, Bewässerung) in Bezug auf Nachhaltigkeit?

Herr Klauer: Ich habe das Gefühl, dass eine starke Technisierung stattfindet. Dies führt zum Aufbau hoher Komplexität. Darüber wird vergessen, dass das auch eine hohe Fehleranfälligkeit mit sich bringt. Dies muss langfristig gesehen nicht unbedingt nachhaltig sein. Ich halte aber Komplexität für ein interessantes Forschungsthema.

Herr Schulz: Wie sieht es mit Naturkapital aus? Ist das Ihrer Meinung nach noch ein aussichtsreiches Konzept oder halten Sie den Kapitalbegriff für nicht geeignet?

Frau Frank: Wenn man Naturkapital nicht statisch auffasst, sondern auch dynamische Momente und evtl. auch Zufälligkeiten mit einbezieht, dann würde ich es schon als wichtig erachten. Dies hat dann auch für Konsequenzen für die Modellwahl, z.B. dass statische Modelle nicht mehr genügen, sondern stochastische Modelle nötig sind.

Herr Klauer: Der Kapitalbegriff betrachtet die Natur aus Sicht des Produktionsmodells, womit auch eine bestimmte Sicht auf die Natur impliziert wird. Es ist ein qualitativer Unterschied, ob ich von Kapital oder von Beständen rede. Ich sehe die Gefahr, dass Multifunktionalität leicht ausgeblendet wird. Dies ist als Warnung zu verstehen.

Herr Beckenbach: Ich schließe mich dem an. Man muss bei dem Begriff vor Augen haben, wie er entstanden ist: Ökonomen wollten Aufmerksamkeit für ökologische Fragestellungen erzielen. Aus diesem Kontext sind wir aber jetzt raus, die Aufmerksamkeit ist da und in diesem Sinne halte ich den Begriff für problematisch, da er alle Gefahren, die

angesprochen wurden, in sich birgt. Es handelt sich dabei um eine Aggregationsgröße, d.h. die interessanten disaggregierten Bezüge, die gar nichts mit Bestandsgrößen zu tun haben, sondern mit wechselseitiger Dynamik, werden verdeckt. Meiner Meinung nach sollten wir uns von dem Begriff verabschieden oder im Hintergrund halten, da er zuviel zudeckt.

Herr Döring: Dem möchte ich widersprechen und zwar v.a. deshalb, weil wir den Begriff in der politischen Diskussion haben, wir kriegen ihn sozusagen nicht mehr weg. Ich arbeite z.Z. an einem Buch zur Nachhaltigkeit. In diesem Rahmen habe ich mich viel mit dem Naturkapital-Konzept auseinandergesetzt. Wir sehen dieses Problem natürlich auch, aber auf der anderen Seite denke ich, dass wir ihn trotzdem nutzen sollten, da er in der ökonomischen Diskussion weiterhilft. Sonst hätten wir wieder das Problem, dass wir nicht wissen, wie wir diskutieren sollen.

Herr Pethig: Ich schätze die Auffassungen meiner Kollegen, aber ich habe eine andere Meinung zum Konzept des Naturkapitals. Es gibt sehr ernsthafte theoretische Ansätze, insbesondere in Hinblick auf Nachhaltigkeit, z.B. die endogene Wachstumstheorie. Ich will niemanden dazu zwingen damit zu arbeiten, aber es ist ein etablierter Zweig. Man kann meiner Ansicht nach nicht behaupten, dass das Konzept des Naturkapitals überholt sei.

Herr Requate: Ich will mich nicht darüber streiten, ob wir nun von Bestand oder Naturkapital sprechen. Aber was in Deutschland fehlt, ist die Bewertung dieser Bestände und anschließend der Eingang in Kosten-Nutzen-Rechnungen. Wir sollten eine Art *net national product* anstreben, da sind andere Länder schon weiter.

Herr Schulz: Möchte abschließend noch jemand was zu den schon diskutierten Zeitskalen sagen?

Frau Kemfert: Ich möchte bekräftigen, dass sich Ökonomie und Ökologie öffnen sollte, und eine gemeinsame Strategie entwickeln sollten. Das schließt auch eine Einigung über den jeweiligen Zeithorizont mit ein.

Herr Schulz: Es war Konsens, dass die Endogenisierung von technischem Fortschritt als sinnvoll erachtet wird, aber wie ist es denn am aussichtsreichsten?

Herr Leimbach: Mein Vorschlag wäre eine Art Modellwettbewerb, wo verschiedene Ansätze zeigen, wie sie den technischen Fortschritt methodisch abbilden (z.B. in Agentenmodellen, in Wachstumsmodellen, etc.).

Herr Blazejczak: Dies scheint mir ein Spezialfall eines generelleren Problems zu sein, das darin besteht, dass die Rückwirkung vom Umweltzustand auf ökonomische Größen/ Institutionen noch nicht weit entwickelt sind. Hier sehe ich eine Forschungslücke.

Frau Kemfert: Dem stimme ich zu. Dieses Problem wird zur Zeit viel behandelt und taucht auch immer wieder auf der internationalen Forschungsagenda auf.

Herr Quaas: Aber trotzdem muss man beachten, dass die Möglichkeiten, den technischen Fortschritt (auch endogen) zu modellieren, nicht überschätzt werden sollten, v.a. nicht bei langfristigen Fragestellungen. Denn neue Technologien sind neu, d.h. man kann sie nicht vorhersagen.

Frau Kemfert: Aber es gibt Möglichkeiten, z.B. über F&E gezielt Abhängigkeiten zu untersuchen. Hier sehe ich Forschungsbedarf.

Herr Schulz: Ich hatte das Rahmenprogramm ja erwähnt, das demnächst verabschiedet werden soll. Dabei will man sich mit handlungsorientierter Forschung auf bestimmte Bereiche konzentrieren. Eine Ausschreibung basiert z.B. auf der Feststellung des Handlungsbedarfs aufgrund von Globalisierung, demografischer Entwicklung und ökonomischen Strukturwandels. Zunächst wird es eine Ausschreibung bezüglich Globalisierung geben, sehen Sie hier Raum für ööM.

Herr Schwarze: Ich sehe auf jeden Fall Anknüpfungspunkte, diese wurden innerhalb des Workshops auch mehrfach erwähnt, z.B. im Bezug von Nachhaltigkeitsstrategie und Lisbon Prozess (Vortrag Calenbuhr).

Herr Leimbach: Wir sind dabei, unsere Modelle im Rahmen von Nachhaltigkeit nutzbar zu machen, z.B. bei der Frage der Lenkung von Kapitalströmen, damit Klima und Entwicklungsländer davon profitieren können. Dies ist ein zentraler Punkt für uns, und ich denke, dass wir dies in unsere Modelle einbauen können.

Frau Kemfert: Auch ich denke, dass dies unbedingt aufgenommen werden sollte. Die Modelle können hier einen wichtigen Beitrag leisten. Sie behandeln z.B. mit Klimawan-

del globale Phänomene. Die Modelle befinden sich auf einem hohem Aggregationsniveau, sind aber trotzdem in der Lage, zum ökonomischen Strukturwandel und anderen Fragen im Rahmen von Globalisierung Aussagen zu treffen.

Frau Frank: Ich möchte insofern differenzieren, als dass es meiner Ansicht nicht immer zwangsläufig sinnvoll ist, explizit Globalisierung in die Modelle aufzunehmen. Es gibt meiner Meinung nach Möglichkeiten, dies implizit über Rahmenbedingen/ Wirkungen/ Bewertungen von Konsequenzen zu tun. Dies tun wir z.B. mit unseren Modellen zu Biodiversität, in denen Klima oder Globalisierung nicht explizit enthalten sind. Vielleicht ist es besser, dies offen zu lassen, um nichts abzuschneiden.

Herr Klauer: Ich würde sagen, dass die globale Skala beim Thema Klima mit rein kann, aber ich habe wenigstens in den heutigen Beiträgen nicht gesehen, dass im ökonomischen Teil die Globalisierung eine Rolle gespielt hätte. Ich bin nicht sicher, inwieweit hier weitreichende Beiträge kommen könnten, ob nicht erst mal kleine Brötchen gebacken werden sollten.

Frau Kemfert: Wir haben hier aber nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Bereich der ööM gesehen. Es gibt eine große globale Forschungsgemeinde, die genau solche Modelle entwickelt, wo auch großer Bedarf besteht weiterzugehen. Auf Deutschlandebene ist bislang noch wenig in dem Bereich passiert, aber z.B. in den USA ist Außenhandel/ Globalisierung durchaus ein Forschungsbereich. Ich denke hier sollte dies stärker vorangetrieben werden.

Herr Schulz: Ich möchte mich für diesen guten produktiven Workshop bei den Veranstaltern (UFZ und DIW) bedanken. Auch möchte ich mich gleich insgesamt für diese schöne und gut organisierten Workshopreihe bei Herrn Schwarze bedanken.

Herr Schwarze: Auch ich möchte mich bedanken. Für mich war dies ein erfolgreicher Abschluss. Es gibt weiterhin einen unmittelbaren Erfolg aus dieser Veranstaltung zu vermelden. Wir planen, dass wir das, was wir hier im deutschen Maßstab gemacht haben, noch mal im europäischen Maßstab im nächsten Jahr organisieren.

Literatur

Ando, A., Camm, J., Polasky, S., Solow, A. (1998): Species Distributions, Land Values, and Efficient Conservation, *Science*, 279, 2126-2128.

Brock, W.A., Xepapadeas, A. (2002): Optimal Ecosystem Management when Species Compete for Limiting Resources, *Journal of Environmental Economics and Management*, 189-220.

Clark, C.W. (1976): *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*, New York, u.a.

Hasselmann, K., Schellnhuber, H.J., Edenhofer, O. (2004): Climate Change. Complexity in Action, *Physics World*, 31-35, June 2004.

Hasselmann, K., Latif, M., Hooss, G., Azar, C., Edenhofer, O., Jaeger, C. C., Johannessen, O. M., Kemfert, C., Welp, M., Wokaun, A. (2003): The Challenge of long-term climate change, *Science*, 302, 1923-1925 Dec. 2003. (European Climate Forum viewpoint paper).

Sanchirico, J.N., Wilen, J.E. (1999): Bioeconomics of spatial exploitation in a patchy environment, *Journal of Environmental Economics and Management*, 37, 129-150.

Shaefer, M.B. (1957): Some considerations of population dynamics and economics relation to the management of marine fisheries, *Journal of Fisheries Resource Board Canada* 14, 669-681.

Stahmer, Carsten (2001): Verwehte Engel - Bausteine für ein nachhaltiges Berichtssystem, in: Hartard, Susanne und Carsten Stahmer (Hrsg.) (2001): *Magische Dreiecke - Berichte für eine nachhaltige Gesellschaft*, Band 2: Bewertung von Nachhaltigkeitsindikatoren, Metropolis: Marburg, 57-90.

Wätzold, F., Drechsler, M., Grimm, V., Myśliak, J. (2004): Ecological-economic models for improving the cost-effectiveness of biodiversity conservation policies, in: Böhringer, C., Lange A. (Eds.) *Frontiers in Applied Environmental and Resource Economics*, Heidelberg, u.a. (im Erscheinen).

Weber, M. , Barth, V. , Hasselmann, K. (2004): “A Multi-Agent Dynamic Integrated Assessment Model (MADIAM) of Induced Technological Change and Sustainable Economic Growth”, *Ecological Economics*, (at press).

Anhang - Workshop-Fragen

1. *Übergreifende methodisch-konzeptionelle Probleme der ökologisch-ökonomischen Modellierung*
 - a. In welchen **Bereichen** und bei welchen **Fragestellungen** sind ökologisch-ökonomische Modelle sinnvoll?
 - b. Welche spezifischen **Erkenntnisfortschritte** können durch integrierte ökologisch-ökonomische Modelle erzielt werden?
 - c. Wie werden ökologische und ökonomische Systeme in ökologisch-ökonomischen Modellen abgebildet? Entspricht die **Abbildung des ökologischen Systems** dem „State of the Art“ in der Ökologie? Wie wird dies sichergestellt?
 - d. Welche **Modellannahmen** werden über Akteure, Normen, Zielsysteme, Interaktionen und Randbedingungen getroffen? Wie unterscheiden sie sich von rein ökonomischen Modellen?
 - e. Wie erfolgt die **Integration** der ökologischen und ökonomischen Systeme? Erfolgt die Integration durch Einbeziehung von ökologischen Funktionen in ökonomische Zielfunktionen wie z.B. Nutzen- oder Produktionsfunktion oder auf andere Art und Weise? Wie wird außermärkliche Nachfrage nach Ökosystemdienstleistungen (z.B. ästhetische Nachfrage) modelliert?
 - f. Welche **Wirkungszusammenhänge** zwischen ökologischen und ökonomischen Teilsystemen werden berücksichtigt (z.B. Fertilitätseffekte der Umweltqualität)?
 - g. Wird der **multifunktionelle Charakter und Nutzen** von Ökosystemen für die Natur modelliert?
 - h. Wie wird **Risiko und Ungewissheit** in ökologisch-ökonomischen Modellen berücksichtigt (z.B. Erwartungswerte, Safe Minimum Standards, Sensitivitätsanalysen)?
 - i. Wie werden die Dimensionen „**Zeit**“ und „**Raum**“ in ökologisch-ökonomischen Ansätzen modelliert? Wie werden die häufig unterschiedlichen Modellierungsansätze

- sätze von Zeit und Raum in der Ökologie und in der Ökonomie integriert? Wie wird das Problem unterschiedlicher Skalen gelöst?
- j. Wird ein **Gleichgewichtskonzept** und, wenn ja, welches (z.B. Marktgleichgewicht, Steady state) im ökonomischen und im ökologischen Teilsystem zugrunde gelegt?
 - k. Wie wird mit dem Problem umgegangen, dass durch **Diskontierung** in ökonomischen Modellen eine faktische Beschränkung des Zeithorizonts eingeführt wird, während ökologischen Ansätzen eine solche Beschränkung oft fremd ist. Wie wird eine Diskontierung ggf. ökonomisch-funktionell begründet (z.B. ökonomische Nachhaltigkeit, „immizing growth“ bei erschöpflichen Ressourcen)?
 - l. Wie werden **Veränderungsprozesse** (z.B. technischer Fortschritt, demographischer Wandel, evolutionäre Prozesse in der Natur) in ökologisch-ökonomischen Modellen abgebildet?
 - m. Welchen **Datenbedarf** sehen Sie bei der ökologisch-ökonomischen Modellierung?
 - n. Welchen weiteren **Forschungsbedarf** gibt es in methodisch-konzeptioneller Hinsicht bei der ökologisch-ökonomischen Modellierung?
2. *Beitrag von ökologisch-ökonomischen Modellen zur Nachhaltigkeitspolitik*
- a. Welche **politikrelevanten Aussagen** lassen sich mit Hilfe von integrierten ökologisch-ökonomischen Modellen allgemein bzw. spezifisch mit Blick auf „*Sustainability Impact Assessment*“ treffen (z.B. Bestimmung von Ordnungen der Systemstabilität, Bewertung von Ökosystemdienstleistungen, effiziente Ausgestaltung eines umweltpolitischen Instruments)?
 - b. Wie kann der Einsatz ökologisch-ökonomischer Modelle in der Politikberatung verbessert werden? Welche konzeptionellen und/oder methodischen Weiterentwicklungen muss es geben, um die **Effektivität** ökologisch-ökonomischer Modelle für die **Politikberatung** allgemein und die Nachhaltigkeitsfolgenabschätzung im Besonderen zu erhöhen?

- c. Wie ist das **Verhältnis** von ökologisch-ökonomischen Modellen zu **Nachhaltigkeitsindikatoren** und zu der ökonomischen **Bewertung von Ökosystemdienstleistungen** (Cost-Benefit)?

Welchen **Forschungsbedarf** gibt es für ökologisch-ökonomische Modellierung **aus politikberatender Sicht**?