

**Horst Korn, Rainer Schliep und Jutta Stadler (Red.)**

## **Biodiversität und Klima**

### **– Vernetzung der Akteure in Deutschland III –**

**Ergebnisse und Dokumentation des 3. Workshops**





# **Biodiversität und Klima**

## **– Vernetzung der Akteure in Deutschland III –**

**Ergebnisse und Dokumentation des 3. Workshops  
an der Internationalen Naturschutzakademie des  
Bundesamtes für Naturschutz, Insel Vilm  
24. – 27.09.2006**

**Redaktion:  
Horst Korn  
Rainer Schliep  
Jutta Stadler**



**Titelfoto:** *Ranunculus montanus* Willd. (Gewöhnlicher Berg-Hahnenfuß), eine Art, deren Verbreitungsareal Modellberechnungen zufolge durch den Klimawandel voraussichtlich zurückgehen wird.

**Bildautor:** Thomas Muer

**Bearbeitung und Redaktion:**

Dr. Horst Korn            Bundesamt für Naturschutz  
Jutta Stadler            Insel Vilm  
                                 18581 Lauterbach/Rügen  
                                 E-Mail: horst.korn@bfn-vilm.de  
                                 jutta.stadler@bfn-vilm.de

Rainer Schliep            Offenbacher Str. 20  
                                 14197 Berlin  
                                 E-Mail: schliep@biodiv.de

BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter [http://www.bfn.de/0502\\_international.html?&no\\_cache=1](http://www.bfn.de/0502_international.html?&no_cache=1) heruntergeladen werden.

Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz (BfN)  
Konstantinstraße 110  
53179 Bonn, Germany  
Tel.: +49 228/ 8491-0  
Fax: +49 228/ 8491-200  
Internet: <http://www.bfn.de>

Alle Rechte beim BfN.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Gedruckt auf 100% Altpapier.

Bonn – Bad Godesberg 2008

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Ergebnisse des Workshops.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Schriftliche Beiträge</b>	
<b>3.1</b>	<b>Klimawandel - Auswirkungen auf die biologische Vielfalt</b>	
	- Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf Flora und Vegetation FRANZ BADECK, SVEN POMPE, GIAN-RETO WALTHER, JANA LÜBBERT, STEFAN KLOTZ & INGOLF KÜHN.....	17
	- Klimawandel und Biodiversität - eine Fallstudie zu <i>Geranium sylvaticum</i> DOMINIK KATTERFELDT.....	19
<b>3.2</b>	<b>Anpassung an den Klimawandel - Maßnahmen und Strategien und deren Bedeutung für die biologische Vielfalt</b>	
	- Klimaänderungen in Deutschland und die Notwendigkeit für eine nationale Strategie zur Anpassung PETRA MAHRENHOLZ .....	21
	- Stärkung des Naturschutzes reduziert den Ausstoß von Treibhausgasen: Synergien im Klima- und Biodiversitätsschutz ULRIKE DOYLE .....	24
	- Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen WOLFGANG CRAMER, FRANZ BADECK, KATRIN VOHLAND , STEFAN KLOTZ, INGOLF KÜHN, JAN HANSPACH, STEFAN KREFT, PIERRE L. IBISCH, KATRIN BÖHNING-GAESE & IRINA LAUBE.....	34
	- Sachstandsbericht zum Thema „Bewertung der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung“ MICHAELA SCHALLER & HANS-JOACHIM WEIGEL .....	35
	- Anpassung der Landnutzung an den Klimawandel - naturschutzfachliche Konsequenzen STEFAN KREFT & PIERRE L. IBISCH .....	36
	- Klimaveränderungen und Natura 2000 - Grundlagen und Aktivitäten JÖRG PETERMANN.....	39

- MACIS – ein wissenschaftliches Projekt zur Politikberatung im Bereich Biodiversität und Klimawandel  
INGOLF KÜHN, URSULA NIGMANN & JOSEF SETTELE.....42

**3.3 Anpassung an den Klimawandel - Beispiele aus den Bundesländern und der Verbandsarbeit**

- Anpassung an den Klimawandel – Klimawandel in Nordrhein-Westfalen: ein Situationsbericht  
KARSTEN FALK .....43
- Klima – Wandel – Alpen: Tourismus und Raumplanung im Wetterstress  
NILS ZIERATH .....47

**3.4 Auswirkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen auf globale Stoffkreisläufe – die Rolle der biologischen Vielfalt**

- Die Zukunft der Meere: zu warm, zu hoch, zu sauer – Vorstellung des neuen WBGU-Sondergutachtens  
CARSTEN LOOSE .....51
- Einfluss anthropogener CO<sub>2</sub> Emissionen auf kalzifizierende marine Biota - ein Review  
MARKUS. GEISEN .....55
- Welchen Einfluss haben Pflanzen auf die Emission von klimarelevanten Treibhausgasen?  
STEFAN BLOßFELD & DIRK GANSERT .....57

**3.5 Klimawandel und Internationale Konventionen – Umsetzung der Abkommen und Synergiebildung**

- Internationale klimapolitische Prozesse: aktuelle Entwicklungen und Tendenzen  
GEROLD KIER.....59
- Moor<sup>4</sup>: Synergien zwischen den Rio-Konventionen und der Ramsar-Konvention  
JOHN COUWENBERG & HANS JOOSTEN .....64
- Praktische Hilfsmittel zur kohärenten Umsetzung internationaler Umweltschutzverpflichtungen - Das Modul zu Biodiversität und Klimawandel des IUCN Umweltrechtszentrums im Rahmen des UNEP „Issue Based Modules“-Projekts  
DANIEL KLEIN.....68

### 3.6 Klimawandel und Wälder – Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und Anpassungsstrategien

- Freiheitsgrade in die Zukunft mit klimaplastischen Wäldern  
MARTIN JENSSEN ..... 71
- Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Wälder  
GERD KLÖTZER..... 74
- Ist das hessische Naturwaldreservate-Programm auch für das Monitoring bezüglich Klimawandel und Biodiversität nutzbar?  
VOLKER GRUNDMANN..... 77
- Beispiel für eine Kommunikations- und Informationsstrategie und deren Umsetzung aus dem Bereich Wald und Forstwirtschaft  
INGOLF PROFFT & MICHAEL SEILER ..... 80

### 3.7 Forschung und Lehre zu globalem Klimawandel

- Hochaufgelöste Erkenntnisse über Klimaänderungen in Deutschland  
STEFAN HAGEMANN & DANIELA JACOB ..... 83
- Der ReviTec-Ansatz zur Bekämpfung von Bodendegradation und Desertifikation: Konzept und Projekte  
HARTMUT H. KOEHLER ..... 85
- Global Change Management: ein neuer internationaler Master-Studiengang  
PIERRE L. IBISCH..... 88

Abkürzungsverzeichnis ..... 95

Teilnehmer- und Autorenliste ..... 97

Workshop-Programm ..... 103





# 1 Einführung

An dem Workshop „Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland III“ vom 24. bis 27. September 2006 nahmen 37 Expertinnen und Experten aus den Bereichen Klima- und Biodiversitätsschutz sowie Bekämpfung der Wüstenbildung aus Deutschland teil. Der Workshop wurde vom Bundesamt für Naturschutz an der Internationalen Naturschutzakademie auf der Insel Vilm durchgeführt.

Um den Verpflichtungen Deutschlands aus der Biodiversitätskonvention nachzukommen ist ein besserer Informations- und Erfahrungsaustausch der nationalen Akteure in den Bereichen Biodiversität, Klima und Wüstenbildung/Landdegradation sowie eine Vernetzung der damit befassten Institutionen wünschenswert. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens führt das Bundesamt für Naturschutz (BfN) zu diesem Zweck eine Reihe von Workshops mit deutschen ExpertInnen aus Wissenschaft, Politik/Verwaltung und NGOs durch, die sich mit den genannten Themen befassen. Die Workshops sollen vorrangig dem fachwissenschaftlichen Informationsaustausch und der verstärkten Koordination zukünftiger Forschungsprojekte sowie der Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen möglicher Verhandlungspositionen im internationalen Bereich dienen. Darüber hinaus sollen konkrete Synergie-Möglichkeiten, aber auch reale und potenzielle Konfliktfelder zwischen den Themenfeldern Biodiversität, Klimaschutz und Wüstenbildung identifiziert und diskutiert werden. Dies stand auch im Vordergrund des dritten Workshops, der unter dem Vorsitz von Dr. Horst Korn (BfN) als informelles wissenschaftliches Treffen durchgeführt wurde. Die hier veröffentlichten Beiträge sind als persönliche Meinungsäußerung der TeilnehmerInnen in ihrer Kapazität als Fachleute zu verstehen und müssen nicht die Meinung der Institutionen darstellen, denen sie angehören.

Ziel dieses dritten Workshops war es, aufbauend auf den Ergebnissen der ersten beiden Workshops (BfN-Skripten 180 und 131, Download unter [http://www.bfn.de/0502\\_international.html?&no\\_cache=1](http://www.bfn.de/0502_international.html?&no_cache=1)) weitere konkrete Synergie- und Kooperationsmöglichkeiten zu erarbeiten, die auch zu einem verbesserten Wissenstransfer von der Forschung in die Umsetzung bzw. Politikberatung führen sollen.

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Kurzfassungen der Vorträge, mit Hilfe derer die Teilnehmer ihre Aktivitäten, Erfahrungen und Standpunkte in Bezug auf die Wechselwirkungen zwischen Forschung und Politik in den Feldern Erhaltung der Biodiversität, Klimaschutz und Desertifikationsbekämpfung austauschten. Der Bericht enthält auch schriftliche Beiträge von Expertinnen und Experten, die keinen Vortrag während des Workshops halten konnten.

Vorangestellt sind die Ergebnisse des Workshops, die als Beitrag für eine verbesserte Koordination der nationalen Forschungsanstrengungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt und als Politikberatung zu sehen sind. Die Empfehlungen beziehen sich nur auf die während der Tagung behandelten Themen, sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.



## 2 Ergebnisse des Workshops

### Ausgangssituation

Klimawandel ist weltweit neben Landnutzungsänderung, invasiven Arten und Eutrophierung Hauptfaktor für den Rückgang von biologischer Vielfalt (SALA et al. 2000). Hiermit einher geht der Verlust der ökosystemaren Dienstleistungen und damit die Bedrohung der (natürlichen und sozio-ökonomischen) Lebensgrundlagen des Menschen.

Der gegenwärtig zu beobachtende Klimawandel ist im Wesentlichen durch den Menschen verursacht. Angesichts der hinreichenden Beweise für den Klimawandel ist es unumgänglich, sich jetzt verstärkt mit seinen Wirkungen und Folgen auseinanderzusetzen. Dabei sind die Wirkungen von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an den Klimawandel gemeinsam zu betrachten. Besonders schwerwiegende Folgen sind zu erwarten, wenn der mittlere globale Anstieg der bodennahen Lufttemperatur mehr als 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau beträgt (u. a. WBGU 2006, SCHELLNHUBER et al. 2006).

Die Bundesregierung (siehe Nationales Klimaschutzprogramm 2005, Beschluss der Bundesregierung vom 13. Juli 2005) sowie der Europäische Rat (2005) haben die Einhaltung der 2-Grad-Grenze zur Grundlage ihrer Politik erklärt. Bei der Betrachtung der bisher erfolgten bzw. geplanten Maßnahmen (u.a. Zielsetzungen für die EU-Emissionshandelssektoren und Maßnahmen für die übrigen Sektoren) können jedoch Zweifel aufkommen, ob diese ausreichend sind, um den erforderlichen Beitrag Deutschlands und der EU zur Einhaltung der 2-Grad-Grenze zu leisten (EEA 2006).

Über die Wirkungen und Folgen des Klimawandels auf regionaler Ebene ist wenig bekannt. Je nach Lage der einzelnen Regionen (Küsten-, Mittelgebirgs-, Hochgebirgsregion etc.) sind die Auswirkungen von Klimaveränderungen in Deutschland unterschiedlich einzuschätzen. Deshalb bedarf es regionaler Klima- und Wirkungsszenarien. Um den Einfluss des Klimawandels besser beobachten und beurteilen zu können, ist ein Monitoring und die weitere Erforschung der biologischen Vielfalt sowie der ökosystemaren Zusammenhänge unverzichtbar.

### Empfehlungen

1. Aus den oben genannten Gründen sind deutlich verstärkte Bemühungen notwendig, um die 2-Grad-Grenze nicht zu überschreiten.
2. Da ein weiterer spürbarer Klimawandel auch bei bester Klimapolitik unausweichlich sein wird, müssen auch vermehrt Anstrengungen zur Anpassung an die nicht mehr zu verhindernden Folgen in Zukunft unternommen werden.
3. Die Dynamik und Intensität des Klimawandels muss zuverlässig beobachtet und belastbar prognostiziert werden.
4. Notwendig ist eine verstärkte inter- und transdisziplinäre Forschung zu Klimaeffekten auf Lebensraumtypen und Arten – auch in Wechselwirkung mit anderen Faktoren.
5. Mooren als sensiblen und in hohem Maße klimaschutzrelevanten Lebensraumtypen muss stärkere Aufmerksamkeit gewidmet werden als bisher. Bestimmte Moortypen gehören zu den Ökosystemen mit der höchsten Kohlenstoffdichte. Die aktuelle CO<sub>2</sub>-Freisetzung durch die weltweite Entwässerung und das Abbrennen von Mooren (ca. 3,5 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr) ist höher als die nach dem Kioto-Protokoll in der ersten Verpflichtungsperiode jährlich zu erbringende Einsparung an CO<sub>2</sub> gegenüber dem Basisjahr 1990.
6. Erkennen und Bekämpfen von Bodendegradation und Desertifikation bedarf erhöhter Forschungsanstrengungen (vgl. Anforderungen, die aus der Umsetzung der Europäischen Bodenschutzstrategie resultieren).
7. Die ökosystemaren „Nebenwirkungen“ der gestiegenen CO<sub>2</sub>-Konzentration sind künftig verstärkt zu beachten: CO<sub>2</sub> verstärkt nicht nur als Treibhausgas den Klimawandel, sondern führt auch zur Versauerung der Ozeane, mit noch unabsehbaren Konsequenzen für die Meeres- und Küstenökosysteme.

### A. Strategien und Instrumente

#### Biomonitoring und ökologische Langzeitforschung

- Medienübergreifende ökosystemare Ansätze des Biomonitorings unter Berücksichtigung der Funktionalität von biologischer Vielfalt müssen entwickelt werden.
- Klimawandel macht nicht an Ländergrenzen halt: Die Umsetzung von einheitlichen Beobachtungs-, Qualitäts- und Dokumentationsstandards für Klimafolgen sind international und bundesweit für alle betroffenen Handlungsfelder notwendig.
- Die Ergebnisse des AK Bioindikation (Klima-Biomonitoring) der Landesämter und –anstalten für Umwelt sollten berücksichtigt werden.
- Eine zentrale Datenbank zur Fauna und Flora für Deutschland auf Bundesebene sollte eingerichtet werden (Anmerkung: Floraweb-Datenbank, LepiDat, und Datenbank zu FFH-RL-Anhang-II-Arten bestehen bereits beim BfN); eine Systematisierung des faunistischen Monitorings und Aggregation der vorhandenen Daten ist notwendig.

- Langfristige Zeitreihen im ökologischen Monitoring müssen eingerichtet, erhalten und fortgeführt werden (vgl. LTER-D; siehe <http://www.lter-d.de/>).
- Vorhandene Monitoringdaten sind für Fragestellungen des Klimaschutzes zugänglich zu machen.

#### Anpassungsstrategien des Naturschutzes an den Klimawandel

Die Erhaltung der genetischen Diversität von Populationen ist Voraussetzung für die Anpassung der Arten an Klima- und andere Umweltveränderungen. Dies erfordert:

- die Vernetzung von Schutzgebieten durch die Sicherung und den Ausbau von Biotopverbundstrukturen,
- ein adaptives Management und
- einen stärker in der Fläche verwirklichten Naturschutz,

um die Durchlässigkeit der Landschaft für Arten mit sich verlagernden Arealen zu erhöhen.

Der Klimawandel muss auch bei der Planung von Schutzgebieten berücksichtigt werden.

Ein grundsätzliches Problem besteht darin, dass die Verlagerung von Artarealen durch natürliche Gegebenheiten begrenzt sein kann und/oder die Ausbreitungsgeschwindigkeit mancher Arten nicht ausreicht, um mit dem Wandel der für sie maßgeblichen Umweltbedingungen Schritt zu halten.

#### Anpassungs- und Reduktionsmaßnahmen anderer Sektoren und biologische Vielfalt

- Synergien zwischen Reduktions- bzw. Anpassungsmaßnahmen anderer Fachplanungen und denen des Naturschutzes sollten genutzt werden. Es ist aber auch nötig, Problemfelder zu identifizieren und ggf. Kompromisse zu suchen, sowohl auf Länder- als auch auf Bundesebene.
- Bei Klimaschutzmaßnahmen in der Nahrungsmittel- und Energieproduktion (nachwachsende Energieträger) müssen auch die damit verbundenen Effekte in anderen Ländern (inklusive Import, Transportwege) und auf globaler Ebene berücksichtigt werden, ein "Export" von Umwelt- und Naturschutzproblemen durch Produktionsverlagerung ins Ausland muss ausgeschlossen werden. Maßnahmen, die auf regionaler oder nationaler Ebene günstig erscheinen, müssen auch in der globalen Bilanz vorteilhaft oder zumindest neutral für Klima und Biodiversität ausfallen.
- Es werden abgestimmte Programme für Klimaschutz und Anpassung auf Bundes- und Länderebene benötigt, die nicht nur den Treibhauseffekt mindern, sondern auch zu konkreten Anpassungsmaßnahmen führen. Dabei müssen diese Programme auch die jeweiligen Auswirkungen auf den Naturschutz berücksichtigen.
- Vulnerabilitäts-Abschätzungen sind unterhalb des Maßstabs von Großlandschaften weiter zu regionalisieren. Sie sollten auf einer Ebene erfolgen, wo die individuellen, standörtlichen Bedingungen hervortreten (z.B. auf der Ebene von einzelnen Lebensraumtypen) und in Risikokarten dargestellt werden.
- Handlungsmöglichkeiten angesichts der erwarteten Veränderungen der Biodiversität müssen evaluiert und priorisiert werden.
- Der Ökosystemare Ansatz der Biodiversitätskonvention (insbesondere CBD Beschlüsse V/6 und VII/11) muss mehr in die Strategieentwicklung einbezogen werden.

### Kommunikationsstrategie

- Eine begleitende Kommunikationsstrategie zur Information und zur Beteiligung der Bevölkerung ist erforderlich.
- Wirtschafts- und Politikbereiche, die den Klimawandel nicht berücksichtigen, sollten zur Entwicklung von entsprechenden Handlungsstrategien und deren Umsetzung in konkrete Maßnahmen bewegt werden.

### Kohärente Umsetzung internationaler Verpflichtungen

Bei der Umsetzung der steigenden Zahl an internationalen Verpflichtungen zu Klimaschutz und Biodiversität müssen Synergien und Überschneidungen aufgezeigt sowie potentielle Lücken und Konflikte identifiziert werden.

Ein nützliches Hilfsmittel hierzu ist das Modul '*Biodiversity & Climate Change*', das im Rahmen des UNEP-Projekts *Issue Based Modules* (jetzt unter dem Namen *TEMATA*) von der Weltnaturschutzunion (IUCN) erarbeitet wurde und derzeit weiterentwickelt wird.

- Auf internationaler Ebene sollte die Weiterentwicklung des gesamten Modul-Projekts unterstützt werden. Die Aktualisierung muss gesichert werden. Die geplante Erweiterung um neue Module (Schutzgebiete und andere konventionsübergreifende Querschnittsthemen) ist zu begrüßen.
- Ein anschlussfähiges Modul zu Biodiversität und Klimaschutz auf *innerstaatlicher Ebene* (geltende Regelungen in Bund und Ländern) sollte entwickelt werden.

### Klimaschutzmechanismen

- Markt- und betriebswirtschaftliche Techniken sind zur Zielerreichung zu nutzen.
- Derzeit nicht vom Emissionshandel betroffene Emittentengruppen sollten einbezogen werden (Beispiel: hessischer Klimapakt).
- Regionale Maßnahmen sind mit den internationalen Kioto-Mechanismen zu verknüpfen.
- Im Hinblick auf den Clean Development Mechanismus (CDM) muss eine gute Verzahnung der Biodiversitäts- und Klima-Diskussionsprozesse sichergestellt werden. Eine ausschließliche Konzentration auf die CO<sub>2</sub>-Frage kann zu Projekten mit unerwünschten Auswirkungen auf die Biodiversität führen.
- Die Erhaltung der Wälder ist zentral sowohl für die Erhaltung von Biodiversität als auch für den Klimaschutz. Daher sind Anreizsysteme für das Stoppen der Entwaldung dringend zu schaffen. Ein Problem hierbei ist, dass selbst Ländern mit Interesse am Waldschutz oft Kontrollmöglichkeiten fehlen.

## **B. Ausgewählte Ökosysteme**

Im Zuge des Klimawandels kommt es nicht zu einer Verschiebung ganzer Lebensgemeinschaften. Vielmehr laufen die Veränderungen artspezifisch und zeitlich/räumlich unterschiedlich ab.

Da neben dem Klimawandel gleichzeitig auch andere Gefährdungsfaktoren vorliegen, wurde bisher bei keiner Tier- oder Pflanzenart in Deutschland nachgewiesen, dass das Aussterben in einem Gebiet allein

auf den Klimawandel zurückzuführen ist. Ohne Zweifel stellt der Klimawandel aber einen der wichtigsten Stressoren dar.

### Alpenraum

Der Klimaschutz muss als Entwicklungsziel für den gesamten Alpenraum politisch in der Alpenkonvention verankert und über umfassende Vermeidungs- und Anpassungsstrategien in der Region umgesetzt werden.

Es ist vordringlich:

- die Ausgleichsfähigkeit der Natur zu fördern – insbesondere durch die klimaangepasste Sanierung der Bergwälder und die Renaturierung von Flüssen,
- integrierte Naturgefahren- und Katastrophenmanagementsysteme umzusetzen – auch unter Berücksichtigung versicherungsrechtlicher Aspekte – und
- Investitionen in den Alpentourismus unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels zu überprüfen und die Förderinstrumente unter Berücksichtigung von Naturschutzaspekten entsprechend anzupassen.

### Meeresökosysteme

- Das Marine Schutzgebietssystem ist auf mindestens 20–30% der Meeresfläche auszuweiten. Der Ecosystem Approach der CBD ist auch auf der übrigen Fläche anzuwenden.
- Ein international verbindliches Instrument über Schutzgebiete auf der Hohen See ist unverzüglich zu schaffen und zu implementieren.
- Die +2°C-Leitplanke ist unbedingt einzuhalten oder besser noch zu unterschreiten, um einen zu schnellen Meeresspiegelanstieg zu verhindern.
- Zudem ist eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen notwendig, um die Versauerung der Ozeane zu begrenzen. Der pH-Wert der oberen Meeresschicht sollte in keinem größeren Ozeangebiet (d.h. auch nicht im globalen Mittel) um mehr als 0,2 pH-Einheiten gegenüber dem vorindustriellen Wert absinken.
- Eisendüngung von Ozeangebieten sowie die Einlagerung von abgeschiedenem CO<sub>2</sub> im Meerwasser der Tiefsee und ähnlich tiefgreifende Eingriffe sind zu unterlassen, da sie mit unkalkulierbaren ökologischen Risiken verbunden sind.

### Wälder

Handlungsempfehlungen und Anpassungsstrategien

- 1) Insbesondere vor dem Hintergrund der zukünftigen Klimadynamik und anderer Umweltveränderungen sind die Wälder weltweit in ihrer Funktion, unter anderem als vielfältiger Lebensraum und Kohlenstoffspeicher, zu erhalten.
- 2) Waldmehrung ist eine gute Möglichkeit zur kurz- bis mittelfristigen Kohlenstofffestlegung, solange ihr nicht höherwertige Schutzziele entgegenstehen (dies könnte z. B. in bestimmten Fällen die Erhaltung eines artenreichen Offenlandbiotops sein).

- 3) Eine nachhaltige Bewirtschaftung für die langfristige Sicherung der Leistungsfähigkeit der heimischen Wälder ist sicherzustellen; dabei ist aus klimaökologischer Sicht auch eine stärkere Holznutzung zu fördern (Substitution bzw. Speicherung von Kohlenstoff).
- 4) Eine dynamische Anwendung des Konzepts der Potentiellen Natürlichen Vegetation (PNV) muss die statische Betrachtungsweise ablösen. Unter Berücksichtigung ökologischer, standörtlicher und ökonomischer Kriterien sollte das Artenspektrum einheimischer Baumarten für die Schaffung und Erhaltung klimaplastischer Waldgesellschaften optimal ausgenutzt werden.
- 5) Um die biologische Vielfalt der Wälder und die Stabilität der Waldökosysteme angesichts des Klimawandels sicherzustellen, sollten Grundlagen und spezifische Hilfsmittel (insbesondere regionale Klimamodelle) für waldbauliche Fragestellungen unter Berücksichtigung des heimischen Baumartenspektrums und bereits etablierter fremdländischer Baumarten erarbeitet werden.

### Feuchtgebiete

Die Abschätzungen des globalen Beitrages der Feuchtgebiete zu den Treibhausgasemissionen sind derzeit noch zu unsicher und müssen konsolidiert und präzisiert werden.

### Moore

- Wegen der enormen Kohlenstoffdichte von Mooren tragen diese im Fall ihrer Degradation überproportional zu CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Dies trifft vor allem auf die Moore in Südostasien und Zentral-/Osteuropa zu. Erhaltung und Restauration von Mooren sind besonders kosteneffektive Klimaschutzmaßnahmen. Die Rolle der Moore im Kohlenstoffkreislauf muss im internationalen Klimaschutzregime unbedingt verstärkt berücksichtigt werden.
- Moore besitzen zudem eine hohe Bedeutung für die Erhaltung der Biodiversität auf Art- und Ökosystemebene. Auch aus diesem Grund muss eine weitere Degradation verhindert werden.
- Übernutzung von Mooren in Verbindung mit Klimaänderungen verursacht eine rasche Wüstenbildung, besonders in Zentralasien und in Gebirgen. Dies muss verstärkt in der Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung (UNCCD) Berücksichtigung finden.
- Degradation von Mooren führt zu Armut, die wiederum Übernutzung und weitere Zerstörung vorantreibt (Teufelskreis). Wo es erforderlich ist, müssen entwicklungspolitische Maßnahmen ergriffen werden, die gleichzeitig auf die Erhaltung und die nachhaltige Nutzung von Mooren ausgerichtet sind.
- Wegen der Verflechtung der oben genannten ökologischen und sozioökonomischen Aspekte ergibt sich nach dem ökonomischen Prinzip zwingend die Forderung, sowohl auf der Ebene der internationalen Übereinkommen als auch bei der Implementierung konkreter Projekte Synergieeffekte zu schaffen (mehrfache *Win-Win*-Situationen). Zur Verwirklichung solcher Projekte sollte ein Finanzierungsmechanismus eingerichtet werden, der das langfristige Engagement auf Geber- wie auf Nehmerseite garantiert.

### Terrestrische Böden

---

1. 1 Definitionsvorschlag siehe Beitrag von JENSSEN in diesem Band.



Terrestrische Böden werden als nicht erneuerbare Ressource angesehen. Ihre ökosystemaren Dienstleistungen (Bodenfruchtbarkeit, Wasserinfiltration und -filterung, biogener Erosionsschutz, Kohlenstoffsequestrierung, u.a.) sind von höchster ökonomischer Bedeutung. Sie resultieren aus den Interaktionen der Bodenorganismen. Trotz dieser enormen Bedeutung ist ihre große Artenvielfalt nur teilweise bekannt und ungenügend dokumentiert; dies gilt in noch verstärktem Maße für die Kenntnisse über ihre Biologie und Ökologie. Hierzu ist Grundlagenforschung zu leisten. Forschungsbedarf besteht weiterhin zur Klimasensibilität der Bodenbiota und ihrer Interaktionen sowie zur Entwicklung von Bodendegradations-Warnsystemen und von Degradationsbekämpfungsmaßnahmen. Auf Grund der „Trägheit“ des Ökosystems Boden (long-term memory of the soil) sind die Forschungen langfristig anzulegen.

### **Literatur:**

- BUNDESREGIERUNG (2005): Nationales Klimaschutzprogramm 2005, Beschluss der Bundesregierung vom 13. Juli 2005. (<http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/35742.php>, Zugriff 06.10.06)
- EUROPÄISCHER RAT 2005. Mitteilung an die Presse. 2647. Tagung des Rates. Umwelt. Brüssel, den 10.03.05. ([http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms\\_Data/docs/pressData/de/envir/84334.pdf](http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/de/envir/84334.pdf); Zugriff 06.10.2006)
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA) (2006): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2006. EEA Report No 9/2006. ([http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2006\\_9/en/eea\\_report\\_9\\_2006.pdf](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_9/en/eea_report_9_2006.pdf))
- THEMATIC STRATEGY FOR SOIL PROTECTION (2006) ([http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com\\_2006\\_0231\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com_2006_0231_en.pdf))
- SALA, O.E., F.S. CHAPIN, J.J. ARMESTO, E. BERLOW, J. BLOOMFIELD, R. DIRZO, E. HUBER-SANWALD, L.F. HUENNEKE, R.B. JACKSON, A. KINZIG, R. LEEMANS, D.M. LODGE, H.A. MOONEY, M. OESTERHELD, N.L. POFF, M.T. SYKES, B.H. WALKER, M. WALKER & D.H. WALL. (2000): Global biodiversity scenarios for the year 2100. – Science 287: 1770-1774.
- SHELLNHUBER, H.J., W. CRAMER & N. NAKICENOVIC. (Hrsg.) (2006): Avoiding dangerous climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. (<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/internat/dangerous-cc.htm>)
- WBGU (2006): Sondergutachten 2006. Die Zukunft der Meere. Zu warm, zu hoch, zu sauer. WBGU Berlin, 114 S. ([http://www.wbgu.de/wbgu\\_sn2006.html](http://www.wbgu.de/wbgu_sn2006.html))



### 3 Schriftliche Beiträge

#### 3.1 Klimawandel - Auswirkungen auf die biologische Vielfalt

##### **Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf Flora und Vegetation**

FRANZ BADECK, SVEN POMPE, GIAN-RETO WALTHER, JANA LÜBBERT, STEFAN KLOTZ & INGOLF KÜHN

Bereits jetzt lassen sich die Auswirkungen des globalen klimatischen Wandels in der Natur ablesen. Mediterrane Pflanzenarten wandern Richtung Nordeuropa, Wärme liebende Pflanzen breiten sich aus. Langzeitbeobachtungen zeigen eine Zunahme frostfreier Tage in mittleren und nördlichen Breiten und eine Verlängerung der Vegetationsperiode. Die prognostizierte Änderung des Klimas kann eine generelle Gefahr für die Häufigkeit oder das Überleben einer Vielzahl von Spezies bedeuten. Szenarien gehen von einer Erwärmung von 1,4 bis 5,8 K bis zum Ende des 21. Jahrhunderts aus. Ein durch Klimawandel bedingter Rückgang von Artenzahlen könnte zunächst montan oder boreal lebende Arten betreffen. Die Bewertung potentiell denkbarer pflanzengeografischer Wandlungen sowie möglicher Auswirkungen für die Artenvielfalt spielen bei der Risikoanalyse im Naturschutz somit eine immer größere Rolle, denn durch die klimatische Veränderung seiner Umwelt kann sich:

- das Pflanzenareal von Pflanzen vergrößern,
- das Pflanzenareal verkleinern und damit das Aussterberisiko erhöht werden
- oder kaum verändern,
- bzw. sich das geographische Verbreitungsgebiet verschieben (z.B. Migration eigentlich gebietsfremder Arten).

Im Mittelpunkt der Forschung stehen deshalb klimatisch bedingte Veränderungen der Verbreitungsareale von Pflanzen. Seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts ist hierzu die Zahl der Studien, die Zusammenhänge zwischen Klima und der Verbreitung von Pflanzenarten analysieren, gestiegen (z. B. HUNTLEY *et al.* 1995; SALA *et al.* 2000; SYKES *et al.* 1996; THOMAS *et al.* 2004; THUILLER *et al.* 2006).

In einem für das Bundesamt für Naturschutz (BfN) durchgeführten Projekt werden klimatische und Umweltvariablen mit Verbreitungsdaten von Arten der deutschen Flora (aus der Datenbank FLORKART des BfN) korreliert. Dabei ist die klimatische Charakterisierung des Standorts der Ausgangspunkt der Untersuchungen (WOODWARD 1987). Geographische Regionen werden zunächst aufgrund der Ähnlichkeit ihrer Klimaparameter zusammengefasst. Mit Hilfe statistischer Methoden werden Arten anschließend ihren Klimaräumen zugeordnet. Mit Hilfe computergestützter Modelle wird das rezente Abbild von Umweltfaktoren und der Verbreitung einer Spezies genutzt, um die möglichen Grenzen ihres zukünftigen Arealen unter Klimawandel zu simulieren. Da der Klimaeinfluss allein nicht als maßgeblicher Faktor der Florenveränderung auf regionaler Ebene gilt, werden Landnutzungsdaten in Kombination mit edaphischen Informationen in die Modellbildung einbezogen. Mit dem Wissen zu projizierten neuen

Arealen kann eine Gefährdungsanalyse für die Flora, insbesondere für klimasensitive und seltene Pflanzen durchgeführt werden. Zusätzlich werden klimabedingte Veränderungen der geographischen Verbreitung an ausgewählten Zielarten durch Geländearbeit untersucht (LÜBBERT 2006). Als Grundlage dafür dienen historische Verbreitungsdaten, die mit aktuellen Informationen zum Pflanzenvorkommen verglichen werden.

Das Projekt „Modellierungen der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora Deutschlands“ wird gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ 805 81 001). Projektpartner sind das Umweltforschungszentrum (UFZ) Leipzig-Halle GmbH, das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und das Institut für Geobotanik der Leibniz Universität Hannover.

Weitere Informationen zum Projekt unter: [www.ufz.de/klimawandel-flora/](http://www.ufz.de/klimawandel-flora/)

Kontakt Projektleitung: Dr. Ingolf Kühn, UFZ (s. Teilnehmer- und Autorenliste)

### Literatur

- HUNTLEY B., BERRY P., CRAMER W., & McDONALD A. 1995: Modelling present and potential future ranges of some European higher plants using climate response. *Journal of Biogeography*, 22, 967-1001.
- LÜBBERT, J. 2006: Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora Deutschlands. Treffpunkt Biologische Vielfalt. Im Druck.
- SALA O.E., CHAPIN F.S., III, ARMESTO J.J., BERLOW E., BLOOMFIELD J., DIRZO R., HUBER-SANWALD E., HUENNEKE L.F., JACKSON R.B., KINZIG A., LEEMANS R., LODGE DM, MOONEY H.A., OESTERHELD M., POFF N.L., SYKES M.T., WALKER B.H., WALKER M. & WALL D.H. 2000: Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770-1774.
- SYKES M., PRENTICE I. & CRAMER W. 1996: A bioclimatic model for the potential distributions of north European tree species under present and future climates. *Journal of Biogeography*, 23, 203-233.
- THOMAS C.D., CAMERON A., GREEN R.E., BAKKENES M., BEAUMONT L.J., COLLINGHAM Y.C., ERASMUS B.F.N., DE SIQUEIRA M.F., GRAINGER A., HANNAH L., HUGHES L., HUNTLEY B., VAN JAARVELD A.S., MIDGLEY G.F., MILES L., ORTEGA-HUERTA M.A., TOWNSEND PETERSON A., PHILLIPS O.L. & WILLIAMS S.E. 2004: Extinction risk from climate change. *NATURE*, 427, 145-148.
- THUILLER W., LAVOREL S., SYKES M. & ARAUJO M. 2006: Using niche-based modeling to assess the impact of climate change on tree functional diversity in Europe, *Diversity and Distributions*. *Diversity and Distributions*, 12, 49-60.
- WOODWARD F.I. 1987: *Climate and plant distribution*. Cambridge.

## **Klimawandel und Biodiversität - eine Fallstudie zu *Geranium sylvaticum***

DOMINIK KATTERFELDT

Durch klimatologische Untersuchungen und Modelle wird der seit Jahren diskutierte Klimawandel konstatiert. Klimatologische Modelle, deren Genauigkeit und räumliche Auflösung stetig wächst, erlauben mittlerweile Prognosen bis zum Ende des Jahrhunderts. Aufgabe der Wissenschaft ist es, Angaben über den Einfluß von prognostizierten Klimaänderungen auf die Biodiversität zu machen. Es liegen für Europa Studien beispielsweise von BAKKENES *et al.* (2002, 2006) und THULLER *et al.* (2005) vor. Mittlerweile sind jedoch regionalisierte Studien gewünscht; politische Entscheidungsträger und naturschutzfachlicher Rat bedürfen oftmals gebietsbezogener Aussagen.

Eine Fallstudie mit hoher geografischer Auflösung wurde auf dem Workshop präsentiert. Es handelt sich dabei um eine Standortanalyse der montanen Art *Geranium sylvaticum*. Diese ist Kennart des nach FFH-Richtlinie ausgewiesenen Lebensraumtyps der montanen Goldhaferwiesen. Eine solche Untersuchung ist damit auch auf Vegetationsebene (Lebensraum-, Biotopschutz) relevant. Mit der Anpassung an Berglagen (Temperatur-Zeigerwert 4, ELLENBERG 2001) gehört die untersuchte Art zu den Pflanzen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit durch verschiedene Faktoren einem erhöhten Stress durch den Klimawandel ausgesetzt werden. Durch die Mittelgebirgslage ist ein Höhersteigen anstatt von Ausweichen in nördlichere Gebiete zu erwarten.

Bei der vorgestellten Arbeit wurde mittels Analyse verschiedener Standortfaktoren eine Prognose über das potentielle Verhalten der Bestände im Taunus unter Klimawandel erarbeitet. Dazu wurden bodenkundliche, pflanzensoziologische sowie geoökologische Einflussgrößen untersucht und dokumentiert. Mittels Analyse und Szenario im GIS (Geografisches Informationssystem) wurde eine Zusammenstellung der Ergebnisse angefertigt, die als Szenario einen Flächenschwund von rund 97% gegenüber der zum Untersuchungszeitpunkt durch *Geranium* besiedelten Flächen ergaben. Es wurde versucht, dabei auch die jeweilige Landnutzung als naturschutzrelevante Größe mit einzubringen.

Aus der Arbeit sowie aus anderen aktuellen Ergebnissen der Klimafolgenforschung ergibt sich weiterer Forschungsbedarf. Um konkrete Aussagen über die tatsächlichen Auswirkungen der Klimaänderungen machen zu können, sollte weiter überlegt werden, ob bzw. wie stark gerade die Nutzung in der heimischen Kulturlandschaft als Überprägung in Modellen herausgerechnet werden muss. Vergleichende Forschung müsste Aufschluss darüber geben, in welchen Fällen (v. a. in welchen Regionen, Lebensräumen und bei welchen Arten) ein regionalisierter Ansatz unbedingt erforderlich ist; der große Vorteil dabei liegt nicht nur bei der sehr viel höheren räumlichen Auflösung, sondern z. B. auch in der Aktualität der Daten (für die vorgestellte Untersuchung wurden sämtliche Fundorte im Untersuchungszeitraum aufgesucht und die Vorkommen inklusive der ökologischen Daten kartiert). Weiterer Forschungsbedarf liegt in der Ausbreitungsbiologie von Arten. Die meisten hierzu vorliegenden Angaben beziehen sich auf postglaziale Arealerweiterungen, deren Gültigkeit nicht ohne weiteres für heutige Gegebenheiten angenommen werden kann. Ferner muss überprüft werden, bei welchen Arten mit einer genügend hohen Adaptationsfähigkeit gerechnet werden kann, so dass eine gewisse Plastizität

gegenüber klimatischen Veränderungen wahrscheinlich ist und beispielsweise eine geringere Migrationsrate ausgleichen würde.

Am Naturkundemuseum in Stuttgart wird eine Studie vorbereitet, die am Beispiel von Klimafolgen hinsichtlich der Biodiversität auf solche Punkte eingehen soll. Dabei wird es darum gehen,

- geeignete Lebensräume mit entsprechendem Artinventar zu überprüfen;
- den Klimawandel überlagernde Faktoren quantitativ zu berücksichtigen; und
- Ergebnisse über mögliche Verhältnisse von Migrationsmöglichkeit zu Adaptationsfähigkeit zu präsentieren

Am Museum liegen dazu umfangreiche floristische Datenbanken zu höheren Pflanzen und Moosen vor. Es handelt sich um historische und aktuelle Angaben. Neben Rasterverbreitungskarten, die als Grundlage für die Modellierungen dienen sollen, sind in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) Flächen zum Langzeitmonitoring von Moosen in Buchenwäldern eingerichtet worden. Moose reagieren sowohl auf kurz- als auch auf langfristige Veränderungen; deshalb eignen sie sich gut als Bioindikatoren.

## 3.2 Anpassung an den Klimawandel - Maßnahmen und Strategien und deren Bedeutung für die biologische Vielfalt

### Klimaänderungen in Deutschland und die Notwendigkeit für eine nationale Strategie zur Anpassung

PETRA MAHRENHOLZ

Die Jahresmitteltemperatur stieg in Deutschland in den vergangenen 100 Jahren um etwa 0,8 °C. Dieser Erwärmungstrend beschleunigte sich im Laufe der vergangenen Jahrzehnte deutlich und ist nun mit 0,15 °C je Dekade auf fast das Doppelte gestiegen. Vor allem die Wintermonate wurden wärmer. In den vergangenen 100 Jahren nahmen insbesondere im Westen Deutschlands die Niederschläge deutlich zu. Am stärksten war diese Zunahme im Winter. Im Osten hingegen nahmen vor allem die sommerlichen Niederschläge ab. Klimaänderungen zeigten sich auch in ungewöhnlichen Ausmaßen extremer Wetterereignisse, wie Hitzeperioden und Starkniederschläge. Diese traten länger, häufiger oder intensiver auf. (SCHÖNWIESE *et al.*, 2005a; SCHÖNWIESE *et al.* 2005b; MÜLLER-WESTERMEIER & RIECKE 2005). Wegen des hohen Schadenspotentials solcher Extremereignisse sind sie auch volkswirtschaftlich besonders bedeutsam.

Im Auftrag des UBA erstellten das Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M), Hamburg, und die Firma Climate & Environment Consulting GmbH, Potsdam, unter der Leitung von Dr. Daniela Jacob und Dr. Wolfgang Enke Szenarien für mögliche Klimaänderungen in Deutschland bis zum Jahr 2100. Diese Szenarien simulieren mögliche Entwicklungen des Klimas, die auf der Grundlage plausibler, oft vereinfachter Annahmen über den künftigen demographischen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Wandel bestimmt werden. Die Klimaänderungsszenarien lassen sich somit als plausible, mögliche Darstellungen der Zukunft, jedoch nicht als Vorhersagen des Wetters für morgen oder übermorgen verstehen.

Beide Modelle zeigen eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur bis zum Jahr 2100, im Vergleich zum Zeitraum 1961 bis 1990, um 1,5 bis 3,7 °C. Sehr wahrscheinlich ist dabei eine Erwärmung um 2 bis 3 °C. Diese Erwärmung würde sich saisonal unterschiedlich stark ausprägen. Der größte Temperaturanstieg wäre im Winter zu erwarten, der regional mehr als 4°C erreichen könnte. Sommerliche Niederschläge könnten sich durchschnittlich um 30 Prozent verringern. Am stärksten wäre dieser Niederschlagsrückgang im Nordosten und Südwesten Deutschlands ausgeprägt. Hier könnten gegen Ende dieses Jahrhunderts nur noch etwa zwei Drittel oder sogar noch weniger Niederschläge fallen als bisher gewohnt. Sehr wahrscheinlich könnten Häufigkeit und Stärke von Extremereignissen zunehmen (SPEKAT *et al.* 2006; UBA 2006a; UBA 2006b)<sup>1</sup>. Hohe sommerliche Temperaturen könnten neben ungewohnt niedrigen Regenmengen dafür sorgen, dass sich – falls Wasser zur Verdunstung verfügbar ist – diese

---

<sup>1</sup> Für kostenfreie Datennutzung: Registrierung unter [remo-data@dkrz.de](mailto:remo-data@dkrz.de) oder [wettreg-data@dkrz.de](mailto:wettreg-data@dkrz.de), danach Zugang über <http://cera-www.dkrz.de/CERA/index.html>

Verdunstung deutlich erhöht. Diese Entwicklung könnte in Regionen, die schon heute Trockenheiten erleben – wie der Nordosten Deutschlands – ohne geeignete Anpassung zu Problemen führen: Beispielsweise müsste die Vegetation mit weniger Wasser auskommen.

Unter Einfluss dieser raschen Klimaänderung ist davon auszugehen, dass ein bedeutender Anteil der in Deutschland heimischen Flora und Fauna in den kommenden Jahrzehnten starke Veränderungen in Häufigkeit und Verbreitungsareal erfahren könnte, was auch zum Aussterben von Arten führen kann. Gleichzeitig erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich bislang gebietsfremde Arten durch natürliche Einwanderung oder durch menschliches Zutun ausbreiten. Bei den Arten, deren Populationsgrößen zurückgehen, verringert sich auch die genetische Variabilität, was zu erhöhter Anfälligkeit nicht nur der Art, sondern der gesamten Ökosysteme führen kann. Neue Lebensgemeinschaften könnten sich etablieren und ausbreiten. Angesichts der hohen Fragmentierung der Landschaft sowie des hohen Anteils bereits gefährdeter Arten ist insgesamt ein durch den Klimawandel verursachter Verlust von 5-30% aller Pflanzen- und Tierarten in den nächsten Jahrzehnten für das Gebiet Deutschlands möglich bis wahrscheinlich (ZEBISCH *et al.* 2005).

Klimaänderungen haben in Deutschland bereits heute spürbare volkswirtschaftliche Wirkungen. Die damit in Verbindung stehenden Schäden werden sich in Zukunft verstärken und könnten laut DIW in Deutschland bis zur Mitte des Jahrhunderts auf mehr als 100 Mrd. € jährlich anwachsen (KEMFERT 2004). Zukünftige Risiken des Klimawandels müssen für die einzelnen Regionen, Sektoren und Wirtschaftsbereiche in Deutschland erkannt sowie drohende Schäden beziffert und durch aktiven Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel begrenzt werden.

Angesichts des dringenden Handlungsbedarfes hat die Bundesregierung 2005 beschlossen, eine nationale Strategie zur Anpassung an den Klimawandel zu entwickeln, um Risiken für die Bevölkerung, volkswirtschaftliche Schäden und soziale Auswirkungen vorzubeugen (Klimaschutzprogramm 2005). Im Ergebnis soll diese Strategie prioritäre Handlungsfelder festlegen sowie Maßnahmen auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene identifizieren und koordinieren. Auf einer Veranstaltung am 17. Oktober 2006 gab Bundesumweltminister Sigmar Gabriel den Startschuss für die Entwicklung der nationalen Strategie zur Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland<sup>2</sup>.

Zur Unterstützung dieses Prozesses hat BMU am UBA ein Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) eingerichtet, das die Entwicklung der nationalen Strategie fachlich-konzeptionell unterstützen und die Risikowahrnehmung von Entscheidungsträgern schärfen soll<sup>3</sup>. KomPass soll als neutraler Koordinator für die Zusammenarbeit von Entscheidungsträgern auf und zwischen unterschiedlichen Niveaus agieren und die notwendige Infrastruktur zur Lösung dieser Aufgabe schaffen. Mittelfristig ist es Ziel von KomPass, Entscheidungsträgern zu helfen, ihre Anfälligkeit gegenüber Klimaänderungen besser einschätzen zu können, systematisch Risikovorsorge gegenüber dem Klimawandel zu treffen und so wetter- und klimainduzierte Schäden zu vermindern und Chancen zu erkennen.

---

2 <http://osiris.uba.de/gisdienste/Kompass/veroeffentlich/workshop.htm>

3 <http://osiris.uba.de/gisdienste/Kompass/index.htm>



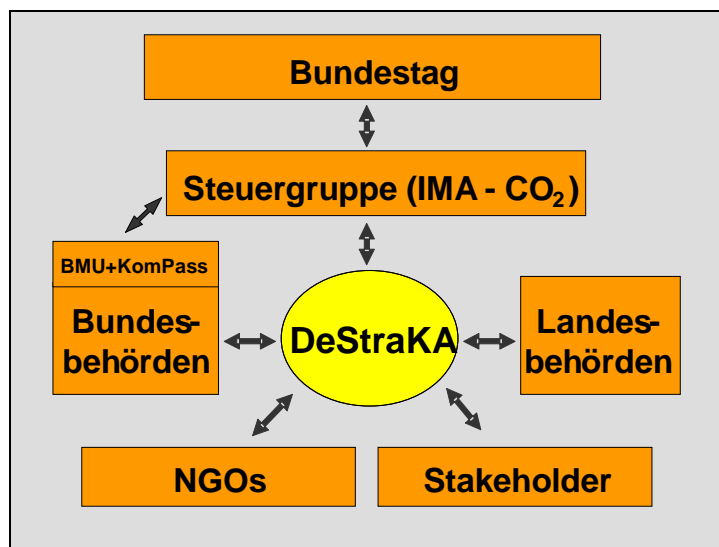


Abbildung 1: Organisationsstruktur zur Erarbeitung der nationalen Anpassungsstrategie (DeStrKA)

## Literatur

KEMFERT, C. 2004: Die ökonomischen Kosten des Klimawandels. In: DIW-Wochenbericht 42/2004, 615-622.

MÜLLER-WESTERMEIER G., RIECKE W. 2005: Die Witterung in Deutschland. In: Klimastatusbericht 2005. DWD, Offenbach. <http://www.dwd.de/de/Funde/Klima/KLIS/prod/KSB/ksb05/index.htm>

SCHÖNWIESE C.-D., JONAS M., STAEGER T. 2005a: Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen - Schwerpunkt Deutschland -. UBA Bericht FKZ 201 41 254, Berlin. <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/index.htm>

SCHÖNWIESE C.-D., JONAS M., STAEGER T. 2005b: Klimawandel und Extremereignisse in Deutschland. In: Klimastatusbericht 2005. DWD, Offenbach. <http://www.dwd.de/de/Funde/Klima/KLIS/prod/KSB/ksb05/index.htm>

SPEKAT A., ENKE W., KREIENKAMP F. 2006: Neuentwicklung von regional hochaufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. UBA Bericht FKZ 204 41 138 - Teil 1, Dessau. <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/index.htm>

UBA 2006: Hintergrundpapier "Künftige Klimaänderungen in Deutschland – Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert". Dessau. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Klimaaenderungsworkshop.pdf>

UBA 2006: Hintergrundpapier "Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland – Regionale Szenarien und nationale Aufgaben". Dessau. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Anpassung-Klimaaenderungen.pdf>

ZEBISCH, M., GROTHMANN T., SCHRÖTER D., HASSE C., FRITSCH U., CRAMER W. 2005: Klimawandel und Klimaanpassung in Deutschland - Vulnerabilität klimasensitiver Systeme, UBA Bericht FKZ 201 41 253, Berlin. <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/index.htm>

## **Stärkung des Naturschutzes reduziert den Ausstoß von Treibhausgasen: Synergien im Klima- und Biodiversitätsschutz**

ULRIKE DOYLE

### **1. Einleitung**

Der Klimawandel und der Verlust an Biodiversität sind zwei der zentralen Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts und werden seit mehr als zwei Jahrzehnten intensiv auf wissenschaftlicher und politischer Ebene diskutiert. So wurden mit der Klimarahmenkonvention und dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt bereits im Jahr 1992 zwei internationale Umweltabkommen ausgearbeitet, die den Schutz des globalen Klimas bzw. die Erhaltung der biologischen Vielfalt zum Ziel haben. Es bestehen wichtige konzeptionelle Verbindungen zwischen dem Ziel der Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen, „damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können“ (Art. 2 UNFCCC), und der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der Biodiversität.

Allgemein werden sich die negativen Folgen der Treibhausgasemissionen (Klimaschaden) proportional zur Klimaanfälligkeit der Systeme und zum tatsächlich eintretenden Klimawandel verhalten (RAHMSTORF & SCHELLNHUBER 2006):

$$\text{Klimaschaden} = \text{Klimaanfälligkeit} \times \text{Klimaänderung}$$

Andererseits wird die klimatische Verwundbarkeit (Vulnerabilität) von Ökosystemen und deren Komponenten (Biodiversität) nicht nur durch den Klimawandel beeinträchtigt, sondern Ökosysteme können durch falsches Management auch zu Quellen von Treibhausgasen werden. Sowohl die Klimaanfälligkeit der Ökosysteme als auch das Ausmaß der Klimaänderung durch Treibhausgase kann über Naturschutzmaßnahmen und naturnahe Wirtschaftsformen abgemildert werden (engl. *adaptation* bzw. *mitigation*). Um die Folgen des Klimawandels abzuschwächen, ist es daher wichtig, auf alle Systemkomponenten einzuwirken und den Komplex Klima und Biodiversität und damit auch die Folgen anthropogener Landnutzungsänderungen integriert zu beachten (MARLAND *et al.* 2003). Eine politische Stärkung des Biodiversitätsschutzes muss daher einen zentralen Ansatz in der Klimapolitik darstellen.

### **2. Der Kohlenstoffzyklus in terrestrischen Systemen**

Derzeit wird rund die Hälfte der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger durch Böden, Vegetation und Meere aufgenommen (IPCC 2001). Wälder machen fast die Hälfte des globalen terrestrischen Kohlenstoff-Pools aus, und die Vegetation (ohne die Böden) speichert 75% des in biotischen Systemen festgelegten Kohlenstoffs (UNFCCC-SECRETARIAT 2006). Die weltweite Abholzung ist für mehr als ein Fünftel der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich und wurde 2006 zunehmend Diskussionsthema der Klimarahmenkonvention.

Rund 80% der weltweiten Kohlenstoffvorräte, die aktiv am C-Kreislauf teilnehmen, sind in Böden gebunden. In stabilen Humusformen kann Kohlenstoff dort mehrere tausend Jahre gespeichert werden (KÖGEL-KNABNER & LÜTZOW 2005). Für Europa haben JANSSENS *et al.* (2005) die CO<sub>2</sub>-Bilanzen durch diese Sequestrierungsprozesse sowie Freisetzungen von CO<sub>2</sub> aus Böden und Vegetation ermittelt. Dabei sind Ackerland und genutzte Moore Netto-Emittenten, während Wälder und Weideland CO<sub>2</sub>-Senken darstellen. Die Kohlenstofffestlegung auf Ackerland, Grünland sowie Mooren findet überwiegend durch die Bildung organischer Substanz in den Böden statt, in Wäldern dominiert die Vegetation die C-Sequestrierung. Während der 1990er Jahre reduzierten die europäischen Wälder den Anstieg des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Gehaltes um immerhin 20% der fossilen Kohlenstoff-Emissionen der EU, was in etwa den Emissionen des Verkehrssektors entsprach. Allerdings liegt aufgrund der Emissionen aus Ackerböden und Mooren in Europa (EU-25) die Netto-C-Aufnahme von Böden und Vegetation dennoch um etwa eine Größenordnung unter den fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen ( JANSSENS *et al.* 2005).

Ohne bewusste Managementänderungen hin zu einer maximalen Kohlenstofffixierung werden die terrestrischen Kohlenstoffspeicher, die zurzeit in Europa um etwa 0,1 bis 0,2 Pg C (100-200 Mio t) pro Jahr zunehmen (Stand: 1990er Jahre), ausdünnen.

### 2.1 Minderung der Treibhausgasemissionen (*mitigation*)

#### Wälder

Aktuell sind die Wälder Deutschlands eine Kohlenstoffsенке, da mehr Holz nachwächst als eingeschlagen wird. Zwischen 1987 und 2003 wurden durch die Wälder in Deutschland ca. 75 Mt CO<sub>2</sub> fixiert, was ca. 3% der bundesdeutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesem Zeitraum entspricht (BMVEL 2005). Die heutige Senkenfunktion resultiert in erster Linie aus den reduzierten Erntezahlen und wird sich ohne Schutzregelungen nicht halten lassen. Sollten ökonomische Stimuli (z.B. verstärkte Biomassenutzung) kürzere Rotationsraten anregen, würden sich die aktuellen Boden- und Biomassepools gegenüber dem bisherigen Zustand verringern.

Die Belastung der Atmosphäre mit Treibhausgasen wird durch naturnahe Verjüngung und gemischte Bestände reduziert (FRITZ 2006, S. 203). Ein Kahlschlag erhöht das Treibhausgaspotential des betreffenden Waldökosystems gravierend, denn zum einen wird verstärkt klimarelevantes N<sub>2</sub>O aus dem Boden freigesetzt (z. B. fünf- bis zehnmal mehr am Standort Höglwald in Mittelschwaben), zum anderen verbleibt simultan mehr klimarelevantes CH<sub>4</sub> in der Atmosphäre. Im Unterschied dazu führt ein Femelschlag (schlagweise Verjüngung) nur zu einer 1,6fachen Erhöhung der N<sub>2</sub>O-Emissionen.

Die Quellstärke temperater Wälder für Treibhausgase ist keine konstante Größe, sondern unterliegt zeitlichen Parametern wie Änderungen des Klimas oder des Stickstoffeintrages. Die Höhe des Stickstoffeintrages hat zum Beispiel unmittelbare Auswirkungen auf die Menge der N<sub>2</sub>O-Emissionen (FRITZ 2006, S. 185). Die Einträge von Stickstoffverbindungen in die Wälder haben sich in den letzten Jahren kaum verändert. Durch Industrie, Verkehr und Landwirtschaft werden die kritischen Werte (*critical loads*) für Stickstoff- und Säureeinträge überschritten (BMELV 2006, S. 33). An solchen übersättigten Standorten wird vermehrt N<sub>2</sub>O produziert und freigesetzt.

### Böden

Mechanismen wie gute Aggregation, Komplexierung mit Metallionen, Ton-Humus-Kopplung, aber auch kaltes, saures oder anaerobes Milieu im Boden fördern die Festlegung von Kohlenstoff in Böden, während hohe mikrobielle Aktivität die Mobilisierung fördert (FREIBAUER & SCHRUMPF 2006). Jedoch sind die Wechselwirkungen zwischen Klimaänderungen und Bodenzustand komplex und noch nicht hinreichend untersucht (UMWELTBUNDESAMT 2006).

Die organische Substanz, insbesondere die schätzungsweise ca. 90% stabileren, sich nur langsam verändernden Kohlenstoffverbindungen in Böden, reagieren wesentlich sensibler auf Temperaturänderungen als bisher angenommen (SCHULZE & FREIBAUER 2005; POWLSON 2005; SCHEFFER *et al.* 2006). Inwieweit die Umwandlung organischer Substanz im Boden zu CO<sub>2</sub> durch ansteigende Temperaturen, die der Klimawandel verursacht, beschleunigt wird, ist wissenschaftlich noch umstritten (KIRSCHBAUM 2006). Weitere relevante Einflussfaktoren sind z.B. Bodenfeuchte und Nährstoffverfügbarkeit, die aber ebenfalls durch den Klimawandel beeinflusst werden können. Bei Messungen des Gehaltes an organischer Substanz in verschiedenen Böden unter unterschiedlichen Landnutzungen (6.000 Messpunkte) in England und Wales über einen Zeitraum von 25 Jahren wurde fast durchgängig eine Abnahme des Kohlenstoffgehaltes festgestellt. Die jährlichen Verluste beliefen sich auf rund 8% der derzeitigen jährlichen industriellen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Vereinigten Königreichs (BELLAMY *et al.* 2005). Böden könnten damit als Folge des Klimawandels ab Mitte des 21. Jahrhunderts in der globalen Bilanz nicht mehr eine C-Senke, sondern eine Netto-C-Quelle darstellen. Zur Stabilisierung des Klimas wären dann deutlich höhere Emissionsreduktionen erforderlich als bisher angenommen (JONES *et al.* 2005).

### Moore

Funktionsfähige Moore und die dort vorkommenden Arten sind wichtige Elemente der Biodiversität. Darüber hinaus wird in ihnen langfristig Kohlenstoff in Form von Torf akkumuliert, so dass sie Senken für Kohlendioxid darstellen. Hinsichtlich des Klimawandels ist außerdem von Bedeutung, dass in naturnahen Mooren bei den unter Luftabschluss stattfindenden Torfabbauprozessen Methan (CH<sub>4</sub>) entsteht. Nach CHRISTENSEN & FRIBORG (2004, S. 6) sind Feuchtgebiete und darunter im Wesentlichen die Moore die weltweit größte natürliche Emissionsquelle für Methan. Eine bilanzierende Betrachtung beider Treibhausgase (Aufrechnung der CH<sub>4</sub>-Emissionen in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) zeigt, dass die Methan-Emissionen schwerer wiegen als die Bindung von Kohlendioxid, so dass ungestörte, aber auch restaurierte Moore (Wiedervernässung) mit Emissionen zwischen 0,1 und 0,7 Mg CO<sub>2</sub>-C-Äquivalenten je Hektar und Jahr Netto-Emittenten von Treibhausgasen sind (CHRISTENSEN & FRIBORG 2004, Tab. 6).

Sofern Moore entwässert werden, setzen sie infolge der beginnenden Mineralisation des Torfs gespeicherten Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid wieder frei. Gleichzeitig sinken die Methan-Emissionen deutlich. Bei der Mineralisierung von Torf in entwässerten Moorkörpern wird außerdem ein drittes relevantes Treibhausgas, nämlich Lachgas (N<sub>2</sub>O), freigesetzt. Das genaue Ausmaß der Kohlendioxid-, Methan- und Lachgasemissionen hängt wesentlich von der Nutzungsweise ab. Eine besonders schlechte Bilanz ergibt sich für als Ackerland oder Grünland genutzte Moore. Deren Treibhausgas-Emissionen liegen mit Werten zwischen 2,4 und 5,6 Mg CO<sub>2</sub>-C-Äquivalenten je Hektar und Jahr um eine Größenordnung über denen funktionsfähiger Moore.

Eine aktuelle Studie über die derzeitigen Kohlenstoffvorräte und die Treibhausgasbilanzen europäischer Mooregebiete (CHRISTENSEN & FRIBORG 2004) verdeutlicht, dass zwar die Mooregebiete einiger

europäischer Staaten CO<sub>2</sub>-Senken sind, dass aber bei einer Gesamtbetrachtung aller Treibhausgase die Mooregebiete sämtlicher Staaten mehr Treibhausgase emittieren als sie festlegen.

Bezüglich der Rückwirkungen eines sich ändernden Klimas auf die Prozesse und Stoffflüsse in Mooren bestehen große Wissenslücken. Höhere Temperaturen und die Verkürzung von Frostperioden dürften in Richtung einer Verringerung der Kohlenstoffakkumulation wirken, höhere Niederschläge könnten dagegen die Produktivität der Torfmoose erhöhen und somit gegenläufig wirken (CHRISTENSEN & FRIBORG 2004, S. 15).

### 2.2 Anpassung klimasensitiver Systeme (*adaptation*)

#### Biodiversitäts- und Naturschutz

Die systematische und bewusste Berücksichtigung des Klimawandels beim Schutz der Biodiversität ist bislang mangelhaft (ZEBISCH *et al.* 2005). Dies trifft sowohl auf europäischer Ebene (FFH-Richtlinie, WRRL) als auch auf nationaler Ebene (Bundesnaturschutzgesetz) zu, wogegen auf internationaler Ebene die beiden Themen Biodiversitätsschutz und Klimawandel im Rahmen von Arbeitsgruppen und Kooperationen der beiden Konventionen bereits verknüpft wurden.

Es bestehen Möglichkeiten, die Folgen des Klimawandels auf die Erhaltung der Biodiversität zu verringern. Dazu muss die Migration und Ausbreitung von Arten in für sie günstigere Lebensräume ermöglicht werden. Gleichzeitig ist die Pufferung von Ökosystemen so weit wie möglich auszubauen, um deren Belastbarkeit (*resilience*) zu stärken (vgl. DOYLE & RISTOW 2006):

- Ein Kernpunkt des künftigen Naturschutzes muss die Erhaltung einer qualitativ hohen genetischen Vielfalt sein. Damit wird eine große Bandbreite von "ökologischen Antworten" ermöglicht.
- In Schutzgebieten muss die Strukturvielfalt erhalten und teilweise erweitert werden, um die Chancen für die Überlebensfähigkeit von Arten im Gebiet zu erhöhen.
- Außerhalb der Schutzgebiete soll durch eine ökologisch nachhaltige Praxis in Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft ebenfalls eine möglichst hohe Überlebenschance gewährleistet werden.
- Schließlich sollte die Migration und Ausbreitung von Arten in für sie günstigere Lebensräume ermöglicht werden. Dies wird durch das Zusammenwirken von Biotopverbund und nachhaltiger Landnutzung möglich. Dabei muss auch die internationale Zusammenarbeit verstärkt werden.
- Ohne Verringerung der bestehenden Belastungen (vor allem Habitatzerstörung, -fragmentierung, -zerschneidung, stoffliche Belastungen) dürften die Folgen des Klimawandels weitaus gravierender sein.
- Ein Monitoring der Ausbreitung von Neobiota ermöglicht ggf. ein frühzeitiges Gegensteuern.

Eine Erweiterung des konservierenden Naturschutzes hin zu einem dynamischen integrativen Biodiversitätsschutz sollte mit einem Konzept für den Schutz und die nachhaltige Nutzung von Biodiversität außerhalb der Schutzgebiete verbunden sein. Schutz und nachhaltige Nutzung der biologischen Ressourcen sollten in allen nationalen Entscheidungen bedacht werden (*biodiversity mainstreaming*; Art. 10 a CBD).

### Küstenschutz

Der Klimawandel bedroht Ökosysteme in Küstengebieten wie z.B. das Wattenmeer in zweifacher Weise: Zum einen durch die ansteigenden Temperaturen, gleichzeitig durch das Ansteigen des Meeresspiegels. Bei einer Erwärmung um mehr als 2 Grad droht das Abschmelzen des gesamten Grönlandeises, und der Meeresspiegel würde langfristig – über mehrere Jahrhunderte – sogar um sieben Meter ansteigen. Ohne den derzeitigen Küstenschutz in Form von Deichen würde sich das Wattenmeer dadurch landeinwärts verlagern. Diese potentiellen Retentionsräume sind größtenteils besiedelt. Es stellt sich daher die brisante Abwägungsfrage, ob eine kostenintensive Deicherhöhung an Ort und Stelle oder eine Rückverlagerung von Deichen mit der dieser begleitenden räumlichen Neuplanung von Siedlungs- und Naturschutzflächen gesellschaftlich gewünscht wird (vgl. WBGU 2006, Kap. 3.4.1).

### Wasserwirtschaft

Da eine enge Kopplung von Klima und Wasserkreislauf besteht, werden sich Klimaänderungen immer auch auf alle Komponenten des Wasserkreislaufes auswirken. Ziel künftiger Wasserhaushaltskonzepte sollte es sein, sich so weit wie möglich an der natürlichen Dynamik des Wasserhaushaltes zu orientieren. Generell sollte der Wasserabfluss aus der Landschaft verlangsamt werden um so z. B. Austrocknung, Degradierung, Bodenversalzung und -erosion zu verhindern und Hochwasserfolgen zu dämpfen.

"Für die Aufrechterhaltung des Leistungsvermögens der Oberflächengewässer als Ökosysteme sollten diese naturnah bewirtschaftet und, wenn nötig, naturnah ausgebaut werden (z.B. durch die Schaffung von Retentionsflächen oder die Reaktivierung von Altarmen). Mit der Verbesserung der Wasserqualität und des ökologischen Zustands des Oberflächengewässers, wie sie bereits in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie gefordert wird, sinkt die Anfälligkeit der aquatischen Ökosysteme gegenüber Veränderungen durch den Klimawandel" (ZEBISCH *et al.* 2005). Grundlegend für das Wasserhaushaltskonzept einer Region ist aber auch die Baumartenwahl der Waldbaugebiete. So verdunsten z.B. Kiefern mehr als Eichen und sollten daher in durch Sommertrockenheit gefährdeten Gebieten nicht mehr nachgepflanzt werden (KRIEBITZSCH *et al.* 2005).

### Grundwasser

Die prognostizierten Veränderungen hinsichtlich der Grundwasserneubildung sollten Eingang in die Planung und Ausgestaltung von regionalen Bewirtschaftungsplänen finden. Diese orientieren sich zurzeit überwiegend an der Aufrechterhaltung einer bestimmten Grundwasserneubildungsrate innerhalb eines Gebietes, die durch Wasserentnahmen nicht unterschritten werden soll. Zukünftig sollte hierbei neben regionalem und saisonalem Grundwassermangel verstärkt der Aspekt von Vernässungen bzw. verstärkter Auswaschungsgefahr von Schadstoffen betrachtet werden (HLUG 2005). Insofern kommt einem ökologischen Landbau, der ohne gravierenden Düng- und Pflanzenschutzmitteleinsatz und intensive Tierhaltung auskommt, eine wichtige Rolle zu.

### Oberflächengewässer

Von den Ländern sind im Rahmen des Hochwasserschutzgesetzes bis zum Jahr 2009 Pläne aufzustellen, um einen abgestimmten Hochwasserschutz entlang der Flüsse zu erreichen. Die Pläne müssen auf ein so genanntes 100jähriges Hochwasser, also ein Ereignis, dass statistisch einmal in hundert Jahren zu erwarten ist, ausgelegt sein. Die Überschwemmungsgebiete und überschwemmungsgefährdeten Gebiete

könnten gleichzeitig für den Schutz von Feuchtbiotopen und Auwälder genutzt werden. Besonders dynamische Flussauensysteme können die erwarteten Veränderungen des Regenregimes abmildern. Sie sollten von Bebauung und intensiver Landwirtschaft frei gehalten werden. Mit der geplanten EU-Hochwasserrichtlinie könnte dieser natürliche, effektive und Kosten sparende Schutz - jeder Kilometer Deich kostet eine Million Euro - europaweit durchgesetzt werden.

### Landwirtschaft

Die Landwirtschaft ist Europas größter Emittent von N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> (JANSSENS *et al.* 2005). In Deutschland wurden für das Jahr 2004 Treibhausgasemissionen von rd. 980 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten ermittelt, davon rd. 89% CO<sub>2</sub>, 6% CH<sub>4</sub> und 5% N<sub>2</sub>O. Der überwiegende Teil der Emissionen stammte aus dem Energie-Sektor, die Landwirtschaft war an den Emissionen mit insgesamt rd. 128 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten bzw. 13% beteiligt (6% bei CO<sub>2</sub>, 48% bei CH<sub>4</sub>, 80% bei N<sub>2</sub>O) (BMELV 2006). Die Entwicklung der Emissionen aus der Landwirtschaft folgt im Wesentlichen dem Verlauf der Tierbestandsangaben. Eine Landwirtschaft, die Tierhaltung und Pflanzenbau integriert und auf den Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln weitgehend verzichtet, senkt sowohl die direkten als auch die indirekten energiebedingten Emissionen und die Stickstoffemissionen. Hier liefert die Vergrößerung des Flächenanteils des ökologischen Landbaus einen wesentlichen Beitrag (LÜCKEMEYER 2005).

Durch geeignete und ggf. auch an veränderte klimatische Bedingungen angepasste Bewirtschaftung land- und forstwirtschaftlicher Böden muss die Bodenerosion und der Verlust organischer Bodensubstanz weitgehend vermieden werden. Nach Berechnung von NEUFELDT (2005) für Ackerland in Baden-Württemberg könnten beispielsweise durch die Umstellung von 40% der Ackerfläche auf konservierende Bodenbearbeitung ca. 5-14% der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen reduziert werden. Die Erhaltung des standorttypischen Humusgehaltes ist bereits eine wichtige Anforderung der guten fachlichen Praxis der Bodenbewirtschaftung (§ 17 Bundesbodenschutzgesetz). Flächendeckende Daten zum Gehalt an organischer Substanz und zu Verlusten an organischer Substanz in den Böden Deutschlands liegen jedoch nicht vor (Bundestagsdrucksache 16/2411, 17.08.2006). Auch in Böden erleichtert eine hohe Biodiversität und die Möglichkeit für Arten zu wandern die ggf. erforderliche Anpassung an veränderte Klimabedingungen.

Eine wahrscheinliche Verknappung von Wasser und die Zunahme von extremen Wetterbedingungen könnten niedrigere Ernten und eine höhere Variabilität von Ernteerträgen verursachen sowie eine Abnahme geeigneter Anbaugelände für die herkömmlichen Feldfruchtarten (OLESEN & BINDI 2002). Dies bedeutet, dass die Landwirtschaft sich von Anbausystemen, welche die Effizienz auf Kosten von breiteren Umweltverträglichkeitszielen maximieren, wegbewegen muss (BINDI & HOWDEN 2004). Um möglichst vielen, mit Unsicherheiten behafteten Auswirkungen des Klimawandels zu begegnen, sind neben dem Anbau angepasster Sorten neue, angepasste Anbauverfahren zur Bodenschonung und Wassereinsparung zu fördern (vgl. MEYER 2005; ALTIERI 1999). Dazu gehören zeitliche und örtliche Mischkulturen, Mulchverfahren und die pfluglose Bodenbearbeitung. Durch solche Verfahren wird nicht nur der Wasserverbrauch durch Verdunstung verringert, sondern auch die Freisetzung von Kohlenstoff minimiert und die Erosionsgefahr gesenkt. Gleichzeitig wird die Bodenbiodiversität bewahrt und die Agrobiodiversität und die Biodiversität von Agrarräumen allgemein gefördert. Eine Diversifizierung des

Fruchtartenspektrums verringert die Gefahr von Ernteeinbußen durch Klimaextreme und Schäden durch Schädlingsbefall.

### Forstwirtschaft

Vielfältige Wälder mit naturnaher Artenzusammensetzung und breiter genetischer Amplitude bieten angesichts der für den konkreten Waldstandort kaum vorhersagbaren Folgen der Klimaänderung die beste Voraussetzung für anpassungsfähige und damit auch künftig stabile Waldökosysteme. Neben der Förderung der Artenvielfalt kommt der Förderung der genetischen Vielfalt eine wichtige Rolle zu. Anpassung auf genetischer Ebene schließt auch die Förderung von besonders angepassten, z.B. trockentoleranten Herkünften ein (KRIEBITZSCH *et al.* 2005). Das nationale Programm zur Erhaltung und Nutzung forstgenetischer Ressourcen bietet hier einen guten Ansatz.

Einer zusätzlichen Verringerung des Wasserangebots, v. a. durch ein Absinken des Grundwasserspiegels, ist entgegenzuwirken. Beispielsweise könnte das auch durch die Wiedervernässung von Auenwäldern geschehen, wodurch gleichzeitig Forderungen des Naturschutzes unterstützt würden.

Die Biodiversität und den Boden schonende Bewirtschaftungsformen schützen gleichzeitig die Funktion der Wälder als Kohlenstoffsene (s. o.). Insofern kommt insbesondere dem ökologischen Waldumbau in Deutschland eine wichtige Rolle zu (FRITZ 2006).

### Stadtplanung

Ein Bündel von Anpassungsmaßnahmen betrifft den Bereich der klimaorientierten Stadtplanung und angepassten Architektur. Durch die Bauleitplanung kann auf kommunaler Ebene die Siedlungsstruktur hinsichtlich des Klimaschutzes optimiert werden. Gerade in Ballungszentren werden in Zukunft eine ausreichende Frischluftzufuhr und Kälteinseln von Bedeutung sein. Der Rückhalt von Niederschlagswasser sollte gewährleistet sein und zur Verringerung des Überschwemmungsrisikos beitragen. Dach- und Fassadenbegrünung tragen sowohl zum Schutz der Biodiversität als auch zur Temperatursenkung in Gebäuden bei und haben somit ein Potenzial, die vermehrte Installation von Klimaanlage zu verringern.

## **3. Zusammenfassung**

Der Zusammenhang zwischen Klimawandel und Biodiversitätsschutz benötigt eine erhöhte politische und öffentliche Aufmerksamkeit und stellt ein zentrales Handlungsfeld für die nationale Klimaschutzstrategie dar (vgl. EPPLE 2006). Zukünftig müssen auf den Ebenen von Bund, Ländern und Kommunen systematische Strategien zur Anpassung klimasensitiver Systeme durch verstärkten Naturschutz und angepasste Wirtschaftsformen entwickelt werden, die gleichzeitig den Ausstoß klimarelevanter Gase reduzieren. Ein solches Treibhausgas-orientiertes Landmanagement sollte insbesondere drei Ebenen beachten:

- heutige Kohlenstoffsenken (Wälder, Grünland) erhalten und stärken
- angepasste landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen, um die Emissionen von Ackerböden zu reduzieren oder diese in Senken umzuwandeln
- strikter Schutz der heutigen großen Kohlenstoffspeicher Feucht- und Mooregebiete, Böden und alte Wälder, da ein Kohlenstoffverlust sehr viel schneller geschieht als eine Kohlenstofffestlegung.



Neben den positiven klimatischen Auswirkungen der Treibhausgasreduzierung (v. a. der Kohlenstoffspeicherung) werden durch Maßnahmen, die einen Kohlenstoffvorrat im Boden steigern, gleichzeitig die Biodiversität sowie der Wasserhaushalt und die Nährstoffzyklen terrestrischer Ökosysteme positiv beeinflusst. In den für Deutschland berechneten Klimaszenarien fehlen bislang die Folgen von Landnutzungsänderungen und müssen dringend ergänzt werden.

Grundbedingungen für die nationale Klimaschutzstrategie sollten daher sein, dass

- eine intensive Diskussion über Anforderungen und Lösungsmöglichkeiten zwischen den Ressorts sowie zwischen Bund, Ländern und Kommunen geführt wird und
- Synergieeffekte genutzt und zu einer *integrierten* Strategie zusammengeführt werden.

Ähnliche Forderungen gelten auch für die europäische Ebene, auf der die Europäische Kommission die Veröffentlichung eines Grünbuchs zu Anpassungsstrategien an den Klimawandel in der EU für den Beginn des Jahres 2007 geplant hat.

### Literatur

- ALTIERI, M. A. 1999: The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74 1999, S. 19-31.
- BELLAMY, P. H., LOVELAND, P. J., BRADLEY, R. I., LARK, R. M., KIRK, G. J. D. 2005: Carbon losses from all soils across England and Wales 1978-2003. *Nature* 7056, S. 245-248.
- BINDI, M., HOWDEN, M. 2004: Challenges and opportunities for cropping systems in an changing climate. In: Fischer, T. (Hrsg.): *New directions for a diverse planet. Proceedings for the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 September - 1 October 2004*. Gosford: Regional Institute, S. 1-13.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz) 2006: Bericht über den Zustand des Waldes 2005. Berlin: BMELV.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz) 2006: Nationaler Strategieplan der Bundesrepublik Deutschland für die Entwicklung ländlicher Räume 2007-2013. Berlin: BMELV.
- BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz Ernährung Landwirtschaft und Forsten) 2005: Bericht zum Klimaschutz im Bereich Land- und Forstwirtschaft. Berlin: BMVEL.
- CHRISTENSEN, T. R., FRIBORG, T. (Hrsg.) 2004: *EU Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes*. University of Lund. Carbo Europe Report SS4.
- DOYLE, U., RISTOW, M. 2006: Biodiversitäts- und Naturschutz vor dem Hintergrund des Klimawandels. Für einen dynamischen integrativen Schutz der biologischen Vielfalt. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 38 (4), S. 101-107.
- EPPLE, C. 2006: Naturschutz, Klimaschutz und Anpassungen an den Klimawandel. Globale Probleme müssen im Zusammenhang gesehen werden. *Natur und Landschaft* 81 (9/10), S. 493-497.
- FREIBAUER, A., SCHRUMPF, M. 2006: Ergebnisse aus dem EU-Projekt CarboEurope zu Fragen der standortgerechten Bodennutzung und des Klimaschutzes. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): UBA-

- Workshop: Klimaänderungen - Herausforderungen für den Bodenschutz am 28. und 29. September 2005. Dessau: UBA. UBA-Texte 06/06, S. 137-147.
- FRITZ, P. (Hrsg.) 2006: Ökologischer Waldumbau in Deutschland. München: oekom verlag.
- HLUG (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie) 2005: Projektbaustein II: Klimawandel und Klimafolgen in Hessen. Abschlussbericht. Wiesbaden: HLUG. Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen INKLIM 2012.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. <http://www.ipcc.ch>.
- JANSSENS, I. A., FREIBAUER, A., SCHLAMADINGER, B., CEULEMANS, R., CIAIS, P., DOLMAN, A. J., HEIMANN, M., NABUURS, G. J., SMITH, P., VALENTINI, R., SCHULZE, E. D. 2005: The carbon budget of terrestrial ecosystems at country-scale - a European case study. *Biogeosciences* 2005 (2), S. 15-26.
- JONES, C., COX, P., HUNTINGFORD, C. 2005: Impact of Climate-Carbon Cycle Feedbacks on Emission Scenarios to Achieve Stabilisation. Vortrag, Symposium, Avoiding Dangerous Climate Change, 1-3 February 2005, Exeter.
- KIRSCHBAUM, M. U. F. 2006: The temperature dependence of organic-matter decomposition - still a topic of debate. *Soil Biology and Biochemistry* 38 (9), S. 2510-2518.
- KÖGEL-KNABNER, I., LÜTZOW, M. v. 2005: Das Klima aus dem Untergrund. *Forschung* 2005 (3-4), S. 33-35.
- KRIEBITZSCH, W. U., SCHOLZ, F., ANDERS, S., MÜLLER, J. 2005: Anpassung von Wäldern an Klimaänderungen. *ForschungsReport* (1/2005), S. 22-25.
- LÜCKEMEYER, M. 2005: Das Kyoto-Protokoll: Implikationen für die Agrarpolitik. In: Weigel, H.-J., Dämmingen, U. (Hrsg.): *Biologische Senken für atmosphärischen Kohlenstoff in Deutschland - Tagungsband*. Braunschweig, S. 1-5.
- MARLAND, G., PIELKE, R. A., APPS, M., AVISSAR, R., BETTS, R. A., DAVIS, K. J., FRUMHOFF, P. C., JACKSON, S. T., JOYCE, L. A., KAUPPI, P., KATZENBERGER, J., MACDICKEN, K. G., NEILSON, R., NILES, J. O., DUTTA, D., NIYOGI, S., NORBY, R. J., PENA, N., SAMPSON, N., XUE, Y. 2003: The climatic impacts of land surface change and carbon management, and the implications for climate-change mitigation policy. *Climate Policy* 3 (2), S. 149-157.
- MEYER, R. 2005: *Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren*. Berlin: TAB. Arbeitsbericht 103.
- NEUFELDT, H. 2005: Carbon stocks and sequestration potentials of agricultural soils in the federal state of Baden-Württemberg, SW Germany. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168 (2), S. 202-211.
- OLESEN, J. E., BINDI, M. 2002: Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16 (4), S. 239-262.
- POWLSON, D. 2005: Climatology: Will soil amplify climate change? *Nature* 433 (7023), S. 204-205.
- RAHMSTORF, S., SCHELLNHUBER, H.-J. 2006: *Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie*. München: Beck.
- SCHEFFER, M., BROVKIN, V., COX, P. 2006: Positive feedback between global warming and atmospheric CO<sub>2</sub> concentration inferred from past climate change. *Geophysical Research Letters* 33 (10), S.?
- SCHULZE, E. D., FREIBAUER, A. 2005: Environmental science - Carbon unlocked from soils. *Nature* 437 (7056), S. 205-206.

- UMWELTBUNDESAMT 2006: Zusammenfassung und weiterer Handlungsbedarf. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): UBA-Workshop: Klimaänderungen - Herausforderungen für den Bodenschutz am 28. und 29. September 2005. Dessau: UBA. UBA-Texte 06/06, S. 245-250.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) - Secretariat 2006: Background paper for the workshop on reducing emissions from deforestation in developing countries. Part 1 - Scientific, socio-economic, technical and methodological issues related to deforestation in developing countries. Workshop on reducing emissions from deforestation in developing countries, 30 August - 1 September 2006, Rome, Italy.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) 2006: Die Zukunft der Meere - zu warm, zu hoch, zu sauer. Berlin: WBGU. Sondergutachten.
- ZEBISCH, M., GROTHMANN, T., SCHRÖTER, D., HASSE, C., FRITSCH, U., CRAMER, W. 2005: Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Berlin: Umweltbundesamt. Climate Change 08/05.

## **Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen**

WOLFGANG CRAMER, FRANZ BADECK, KATRIN VOHLAND , STEFAN KLOTZ, INGOLF KÜHN, JAN HANSPACH, STEFAN KREFT, PIERRE L. IBISCH, KATRIN BÖHNING-GAESE & IRINA LAUBE

Schutzgebiete in Deutschland werden in den kommenden Jahrzehnten durch den Klimawandel erhebliche Veränderungen ihres naturräumlichen Potenzials unterworfen werden – unabhängig von der Unsicherheit im regionalen Muster des Klimawandels. Dieses Problem stellt die nationale Naturschutzstrategie, einschließlich der Einhaltung internationaler Abkommen, vor neue Herausforderungen. In dem Projekt ‚Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen‘ soll eine umfassende und repräsentative Liste deutscher Schutzgebiete einer Risikoabschätzung mit neuesten Methoden der statistischen und prozessbasierten Simulation von Klimawirkungen unterworfen werden. Damit wird geprüft, mit welcher Wahrscheinlichkeit der jeweilige Schutzzweck auch in der näheren Zukunft erreicht werden kann. Aus der ökologischen Risikoabschätzung sollen Optionen für eine dynamisierte Naturschutzpolitik abgeleitet werden.

Das primäre Ziel des Projektes ist es also, für eine möglichst umfassende und repräsentative Liste der in Deutschland vorhandenen Schutzgebiete zu untersuchen, inwieweit der Klimawandel Risiken im Sinne der jeweiligen Schutzzwecke für das 21. Jahrhundert erwarten lässt.

Das zweite Ziel des Projektes ist es, konkrete Schritte in Richtung auf die erforderlichen Anpassungen zumindest auf nationaler Ebene in angemessenen Zeiträumen möglich zu machen.

Dieses vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) finanzierte Forschungsprojekt begann am 21.08.2006 und hat eine Laufzeit von drei Jahren. In einem ersten Schritt werden die insbesondere über die Natura-2000-Schutzgebiete zur Verfügung stehenden Daten analysiert und die repräsentativen Schutzgebiete ausgewählt, in denen Untersuchungsschwerpunkte liegen werden.

Von besonderer Wichtigkeit ist die projektbegleitende Arbeitsgruppe (PAG), in der sowohl MitarbeiterInnen des BfN und von Naturschutzverbänden als auch die Bundesländer vertreten sind.

Weitere Informationen: [www.pik-potsdam.de/ Schutzgebiete](http://www.pik-potsdam.de/Schutzgebiete)

## **Sachstandsbericht zum Thema „Bewertung der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung“**

MICHAELA SCHALLER & HANS-JOACHIM WEIGEL

Hauptziel der im Auftrag des BMELV durchgeführten Studie ist es, den Sachstand über mögliche Wirkungen des Klimawandels auf die deutsche Landwirtschaft zusammenzustellen und Maßnahmen zur Anpassung der deutschen Landwirtschaft an den Klimawandel aufzuzeigen. Die letzte für die deutsche Situation maßgebliche Zusammenstellung zum Thema Klimawandel und Landwirtschaft ist mehr als zehn Jahre alt. Zwischenzeitlich sind zahlreiche neue wissenschaftliche Daten sowohl zum zeitlichen und räumlichen Ausmaß der Klimaänderungen als auch zu möglichen Wirkungen der verschiedenen Klimaelemente auf die Landwirtschaft erarbeitet worden. Insbesondere sind hier die im Auftrag des UBA erstellten regionalisierten Klimamodelle für Deutschland sowie diverse Länderstudien zu Auswirkungen von Klimaveränderungen u. a. auf die Landwirtschaft zu nennen. Diese neuen Erkenntnisse sollen zusammengefasst und bewertet werden. Mit den Arbeiten zu dieser Studie, die über einen Zeitraum von zwei Jahren erstellt werden soll, wurde im November 2005 begonnen. Dabei werden - regional differenziert - die wichtigsten landwirtschaftlichen Produkte bzw. Produktionszweige im Vordergrund stehen. Berücksichtigt werden außerdem Studien aus dem europäischen und internationalen Raum mit ähnlichen standortkundlichen Voraussetzungen und Zielsetzungen.

## **Anpassung der Landnutzung an den Klimawandel - naturschutzfachliche Konsequenzen**

STEFAN KREFT & PIERRE L. IBISCH

Viele Naturschutzakteure scheinen den drastischen und sich fortwährend beschleunigenden globalen Umweltwandel bisher zu unterschätzen. Der Sektor selbst wird sich bezüglich seiner Zielkonzepte und Arbeitsweise in erheblichem Maße an die Folgen des unvermeidbaren schnellen Klimawandels anpassen müssen. Dabei geht es u. a. darum, den dynamischen Charakter von biologischen Systemen anzuerkennen und statische Naturideen zu verwerfen. Es bedarf einer eingehenden Reflektion des Selbstverständnisses und des wissenschaftlichen Fundaments des Naturschutzes. Wenn Naturschützer es vorziehen, ihre Managementmaßnahmen stets auf statistisch gesicherte Befunde zu gründen, kann deren Effektivität nicht sichergestellt werden. Vielmehr geht es unter Wahrung des Vorsorgeprinzips um die Annahme von Ansätzen des Risikomanagements. Entsprechend kommt es darauf an, Naturschutz wesentlich antizipierender und pro-aktiver zu gestalten. Damit steht der Naturschutz u. a. auch vor der großen Herausforderung, die realen oder potenziellen Anpassungen anderer Landnutzungssektoren an die erwarteten Klimaänderungen rechtzeitig zu verstehen und zu begleiten. Hinzu kommt, dass landnutzungsgebundene Sektoren wie etwa Forstwirtschaft und Landwirtschaft vermehrt Beiträge zum Klimaschutz leisten, welche mit naturschutzfachlichen Implikationen einhergehen.

Die Integration der vielfältigen Folgen des Klimawandels ins Naturschutzhandeln muss als eines der dringlichsten Querschnittsthemen verstanden werden. Eine Reihe von Beispielen von (möglichen) Anpassungen der Sektoren Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Tourismus und Siedlungswesen an den Klimawandel macht deutlich, dass die Antworten im Spannungsfeld der folgenden Fragen gefunden werden müssen:

- Intersektorielle Konflikte: Wo bestehen offensichtliche Konflikte mit Zielen/Instrumenten anderer Sektoren bzw. wo sind sie wahrscheinlich?
- Intersektorielle Synergien: Inwieweit ergeben sich für den Naturschutz Synergien mit anderen Sektoren?
- Intrasektorielle Konflikte: Inwiefern besteht Bedarf an Diskussion und konzeptioneller Weiterentwicklung hinsichtlich der Ziele und Managementansätze des Naturschutzes?

Der Bereich der **Forstwirtschaft** ist - vor dem Hintergrund des Nachhaltigkeitsgedankens und der erforderlichen Langfristigkeit der forstlichen Planung - bereits relativ stark gegenüber den Wirkungen der Klimaänderungen sensibilisiert. Unabhängig davon hat die Forstwirtschaft in den letzten Jahrzehnten, mit großer Zustimmung aus naturschutzfachlicher Sicht, strukturreiche Wälder mit hohem Laubbaumanteil, autochthone Arten und lokale/regionale Herkünfte gefördert, eine Verlängerung der Umtriebszeiten erreicht (incl. Toleranz/Förderung der „Biotopbäume“ etc.) und größere Kahlschläge weitgehend vermieden. Diese Entwicklung hat zur Formulierung von Vorschlägen zur Ausgestaltung einer guten fachlichen Praxis geführt. Andererseits werden nun auch in der Forstwirtschaft ansatzweise Anpassungsmaßnahmen wie die Verwendung von nicht standortheimischen Baumarten, von Saat- und Pflanzgut anderer Herkünfte und (im Ausland) von genmanipulierten Pflanzen diskutiert. Mögliche und

konkrete Klimaschutzmaßnahmen (als Folge der Nutzung von Holz als Energieträger) betreffen u. a. verkürzte Umtriebszeiten, Aufforstung und Pflege von Nieder- und Mittelwäldern, die Verwendung schnell wachsender Baumarten und eine Verringerung des Holzvorrates auch in Hochwäldern.

Das sich in jüngerer Vergangenheit abschwächende Konfliktpotential zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft wird damit unter Umständen wiederbelebt, allerdings unter den Vorzeichen einer erheblichen Schwächung der Naturschutzposition in Folge der Veränderung der Gesetzgebung (v. a. im Kontext der Föderalismusreform).

Es ist eine thematisch, regional und zeitlich differenzierte Reaktion gefordert. So wird der Naturschutz geschlossen und vermutlich in Synergie mit den meisten Akteuren in der Forstwirtschaft gegen eine Verwendung gentechnisch manipulierter Pflanzen votieren. Hingegen gibt z. B. die Reduktion des Holzvorrates für den Naturschutz Anlass zur Konfrontation mit der Forstwirtschaft. Zu anderen Aspekten der forstwirtschaftlichen Landnutzungsänderungen fällt es momentan schwerer, eine konsistente naturschutzfachliche Position zu formulieren, z.B. wo und unter welchen Bedingungen die „Rückkehr“ von Niederwäldern (in veränderter Form) gutzuheißen und in welchen Fällen sie abzulehnen ist. Ein wichtiger Aspekt wird in der Debatte auch die waldbauliche Anpassung an den Klimawandel sein – es ist durchaus denkbar, dass gegenwärtig gängige Praktiken zur Minderung der Klimawandel-Resistenz der Waldökosysteme führen.

Besonders schwerwiegende Zielkonflikte – sowohl intra- wie intersektoriell – deuten sich für den Naturschutz im Rahmen der Reaktionen der **Landwirtschaft** auf den Klimawandel an. Der zu erwartende Anbau von für Deutschland neuartigen Feldfrüchten (z.B. Soja) mag dabei als noch weniger problematisch zu beurteilen sein. Wichtige potenzielle Konflikte beziehen sich auf den Landschaftswasserhaushalt, der durch bestimmte landwirtschaftliche Praktiken beeinflusst wird (z. B. Bewässerung). Größere Probleme könnten sich nicht nur vor dem Hintergrund hydrologischer Aspekte im Rahmen von strukturell wirksamen Landnutzungsveränderungen ergeben, wie etwa der Aufforstung von „Energiewäldern“ auf ehemaligen landwirtschaftlichen Flächen. Gegenwärtig erfahren nachwachsende Energieträger (v. a. Ölpflanzen, Getreide und Holz) in Deutschland große Aufmerksamkeit als ‚emissionsneutrale‘ Brennstoffe. Die Gewinnung von Biokraftstoffen geht in Anbetracht der Tendenzen zu Umstellungen des Anbaus von ernährungsrelevanten Produkten auf energetisch nutzbare Feldfrüchte und zu Aufforstungen von Brachen und aufgegebenen Äckern mit Niederwäldern aus schnell wachsenden Bäumen, gemeinsam mit klimawandelbedingten Ernteeinbußen, stark zu Lasten der Nahrungsmittelproduktion.

Ungeachtet der Tatsache, dass Deutschland mögliche Nahrungsmitteldefizite durch Importe ausgleichen kann, vergrößert die geschilderte Entwicklung die globale Lücke in der Ernährungsversorgung. Hinzu kommt, dass Deutschland, wie auch viele andere Länder, auf den Import billiger Bioenergieträger setzt – die im Falle von Holz vielfach aus natürlichen oder naturnahen Wäldern stammen. Insgesamt wird die Erschließung von immer neuen Flächen in bisher von der menschlichen Nutzung (weitgehend) verschonten Ökosystemen erforderlich. Diese Wirkung ist im globalen Zusammenhang in zweierlei Hinsicht fatal: Zum einen werden hiermit Emissionen von Treibhausgasen durch Waldvernichtung

befördert, was die Klimaschutzbemühungen hinsichtlich nachwachsender Energieträger ad absurdum führt. Zum anderen verstärken sich zusätzlich die Schwierigkeiten, die Erhaltung der Biodiversität einschließlich funktionaler Ökosysteme zu bewerkstelligen.

Bezüglich der **Wasserwirtschaft** lassen sich zum einen Synergien mit Naturschutzinteressen identifizieren: z.B. Gräbenschließungen, Schaffung von Überflutungsflächen, wasserbaulicher Rückzug von Ufer bzw. Küste. Kritisch sind unter Umständen Maßnahmen wie Fahrrinnenvertiefung, Deicherhöhung oder Bewässerung zu beurteilen. Beim Anstauen von Fließgewässern zur Sicherung eines Mindestpegels sind nach dem gegenwärtigen Diskussionsstand differenzierte naturschutzfachliche Fallentscheidungen nötig.

Aus zu erwartenden Reaktionen des **Tourismus** auf den Klimawandel (z.B. Verlagerungen von Reisezielen und Touristenströmen) ergeben sich Chancen für den Naturschutz dort, wo der Druck auf wertvolle Flächen abnimmt. Weiter steigende Extremtemperaturen v. a. im Sommer lassen plausibel erscheinen, dass die Attraktivität des Mittelmeerraumes stark abnimmt, während deutsche Küsten auch von ausländischen Gästen stärker frequentiert werden könnten. Der beschleunigte Flächenverbrauch und eine Erschließung von unter Umständen noch weniger beeinträchtigten Gebieten könnte eine aufmerksame kritische Begleitung durch Naturschützer erforderlich machen.

Obwohl auch die potenziellen Reaktionen im **Siedlungswesen und Wohnverhalten** der Bevölkerung teilweise sehr komplex ausfallen dürften, sollten die Naturschutz-Akteure bemüht sein, diese zu antizipieren. Während z.B. eine vollständigere Bepflanzung von Dächern, Wänden, Straßenzügen und anderen Flächen Unterstützung durch den Naturschutz finden dürfte, wird erhöhter Wasserverbrauch zur Pflege von Grünflächen ein unerwünschter Nebeneffekt sein.

Das Verhältnis des Naturschutzes zu Strategien von Landnutzern zur Anpassung an Klimawandel bzw. auch zur Minderung desselben repräsentiert ein Mosaik sowohl von gemeinsamen Interessen als auch von Gegensätzen und Konflikten. Maßnahmen des Klimaschutzes und der Anpassung sind unbedingt ganzheitlich im größeren Zusammenhang zu betrachten. Dabei geht es gerade bezüglich der Ernährungs- und (Bio-) Energieproduktion um eine Analyse der globalen Einbettung der deutschen Systeme: Maßnahmen, die auf regionaler oder nationaler Ebene günstig erscheinen, müssen auch in der globalen Bilanz vorteilhaft für Klima und Biodiversität oder zumindest neutral ausfallen.

Weiterführende Schriften sind in Vorbereitung bzw. im Druck.



## **Klimaveränderungen und Natura 2000 - Grundlagen und Aktivitäten**

JÖRG PETERMANN

Die Meldung der Natura 2000-Gebiete ist in Deutschland mittlerweile größtenteils abgeschlossen. Bei den FFH-Gebieten kann sie als nahezu vollständig angesehen werden, während bei den Vogelschutzgebieten bis voraussichtlich 2008 noch weitere Gebietsmeldungen erfolgen werden. Insgesamt haben die Meldegebiete (Stand Februar 2006) einen Anteil von 13,5% an der terrestrischen Landesfläche der Bundesrepublik Deutschland. Die FFH-Meldung umfasst 4.617 Gebiete mit 3,3 Millionen ha, (= 9,3%) terrestrischer Fläche, die Meldung der Vogelschutzgebiete 558 Gebiete mit 3 Millionen ha (= 8,4%) terrestrischer Fläche. Hinzu kommt jeweils noch eine marine Fläche von 2 Millionen ha (FFH) bzw. 1,8 Millionen ha (Vogelschutzgebiete). Betrachtet man die FFH-Meldungen im europäischen Vergleich ist Deutschland zwar was die Gebietszahl angeht Spitzenreiter, hinsichtlich des Flächenanteils jedoch nur auf Platz 18 der EU 25. Detaillierte Angaben finden sich auf der BfN-Homepage ([http://www.bfn.de/0316\\_gebiete.html](http://www.bfn.de/0316_gebiete.html)) bzw. den Seiten der EU-Kommission ([http://ec.europa.eu/environment/nature/nature\\_conservation/useful\\_info/barometer/barometer.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/nature_conservation/useful_info/barometer/barometer.htm)) (EU-Barometer für die einzelnen Mitgliedsstaaten).

Schutzobjekte der Natura 2000-Gebiete im Sinne der FFH- und Vogelschutzrichtlinie sind die Lebensraumtypen des Anhangs I sowie die Arten der Anhänge II, IV und V der FFH-Richtlinie und die nach der Vogelschutzrichtlinie geschützten Vogelarten (Anhänge I bis VI).

Durch die Phänomene des Klimawandels wird es zu einer Veränderung von Klimazonen kommen, die sich v. a. in einer räumlichen Verschiebung ausdrücken wird. Nicht alle Arten werden dem schnell genug folgen können. Durch die Verinselung und Isolation ihrer Lebensräume herrscht zudem eine grundlegend andere landschaftsökologische Grundsituation als in früheren Wärmephasen (BLAB & SCHRÖDER in prep.). Dadurch und durch die zu erwartende Entmischung, Auflösung und Neubildung von Lebensgemeinschaften ist mit einer zunehmenden Bedrohung der Schutzobjekte und -ziele der Natura 2000-Gebiete zu rechnen.

Im Hinblick auf die Bedrohung von Schutzgebieten und -objekten der europäischen Naturschutzrichtlinien durch Klimaveränderungen gab und gibt es beim Bundesamt für Naturschutz bislang u. a. folgende Forschungsprojekte und -aktivitäten:

### F+E Vorstudie „Klimawandel und Naturschutz in Deutschland“ (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004)

Im Rahmen einer von November 2003 bis Mai 2004 laufenden Literaturstudie zu den Themenbereichen „Analyse aktueller Klimatrends“, „Klimawirkungsforschung“, „Veränderung von Verbreitungsarealen“ und „Sensitivitätsanalyse von Arten und Lebensgemeinschaften“ kommen die Autoren zu dem Schluss, dass „das bisher vorliegende Wissen für die Erarbeitung einer Gefährdungsanalyse und von konkreten Handlungsvorschlägen für einen zukünftigen Naturschutz in Deutschland nicht geeignet ist“.

### F+E „Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora“

Das Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH (UFZ) als federführendes Institut erarbeitet in diesem von November 2005 bis Dezember 2007 laufenden Projekt gemeinsam mit dem Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) sowie dem Institut für Geobotanik der Universität Hannover u. a. die Klimasensitivität der in Deutschland vorkommenden wild wachsenden Farn- und Blütenpflanzen auf der Basis von modellierten und beobachteten Arealverschiebungen

Weitergehende Informationen zum Projekt finden sich unter <http://www.ufz.de> → Projekte → Klimawandel bzw. im Beitrag von BADECK *et al.* in diesem Heft.

### F+E: „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“

Laufzeit: August 2006 bis August 2009

Dieses vor kurzem angelaufene Projekt wird federführend vom Potsdam Institut für Klimafolgenforschung mit Unterstützung der Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, des Fachbereichs Forstwissenschaften der Fachhochschule Eberswalde und dem Zoologischen Institut der Johannes Gutenberg Universität Mainz bearbeitet.

Ziele des Projektes, das als repräsentative Untersuchung über ganz Deutschland durchgeführt werden soll, sind u. a. eine Empfindlichkeitsanalyse für typische Arten und Lebensräume des Schutzgebietssystems, die Darstellung, wie sensitive Arten in bestimmten (Schutz-)Gebieten auf den Klimawandel reagieren und die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen.

Der Schwerpunkt der untersuchten Schutzgebiete wird auf den Natura 2000-Gebieten liegen, weil diese nicht nur den größten Teil aller anderen Schutzgebietskategorien enthalten und eine verhältnismäßig gute und einheitliche Datenbasis bieten, sondern für sie als wichtiges Instrument der EU zur Erhaltung der biologischen Vielfalt eine besonders große politische Verpflichtung.

### Tagung: „Klimaveränderungen und Natura 2000“

Vom 28. bis zum 31. August 2006 fand auf Vilm die Tagung „Klimaveränderungen und Natura 2000“ statt. Die Tagung hatte die Zusammenführung von Aktivitäten und den Austausch von Informationen zum diesem Thema auf nationaler Ebene zum Ziel. Teilnehmer waren Vertreter von Bund und Ländern, Naturschutzverbänden und verschiedenen wissenschaftlichen Institutionen. Die Vorträge und Diskussionen führten u. a. zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Notwendig ist eine verstärkte Forschung zu Klimaeffekten auf Lebensraumtypen und Arten – auch in Wechselwirkung mit anderen Faktoren
- Als Voraussetzung für guten Erhaltungszustand und damit bessere Anpassungsfähigkeit an Umweltveränderungen müssen eine Vernetzung von Schutzgebieten, die Sicherung und der Ausbau von Biotopverbundstrukturen sowie ein angepasstes Management der Gebiete erfolgen.
- Die genetische Diversität von Populationen der Arten muss als Voraussetzung für deren Adaption an Klimaveränderungen erhalten werden.

Die Beiträge der Tagung werden in der BfN-Schriftenreihe „Naturschutz und Biologische Vielfalt“ veröffentlicht.

## Literatur

- BLAB, J. & SCHRÖDER, E. in prep.: Naturschutz und Klimaänderung. In: Von lokalem Handeln und globaler Verantwortung – 100 Jahre staatlicher Naturschutz: 28. Deutscher Naturschutztag 2006. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 56
- LEUSCHNER, C. & SCHIPKA, F. 2004: Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. Abschlußbericht eines F+E-Vorhabens im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. BfN-Skripten 115, 33pp. (<http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript115.pdf>)

## **MACIS – ein wissenschaftliches Projekt zur Politikberatung im Bereich Biodiversität und Klimawandel**

INGOLF KÜHN, URSULA NIGMANN & JOSEF SETTELE

Da nicht alle Klima bedingten Auswirkungen auf die biologische Vielfalt durch gezielte Gegenmaßnahmen vermindert werden können, müssen zusätzlich auch Anpassungsstrategien an diese Veränderungen auf europäischer und nationaler Ebene entwickelt werden. Mit dem von der Europäischen Union geförderten Projekt MACIS (Minimisation of and Adaptation to Climate Change Impacts on Biodiversity), das am 1. November 2006 gestartet ist, sollen nun Wege zur Umsetzung der Erkenntnisse aus der Wissenschaft in konkretes politisches Handeln aufgezeigt werden.

Ziel dieses Projektes ist es, die bereits zu beobachtenden und die bis zum Jahr 2050 vorhersagbaren Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität für alle 25 EU-Mitgliedsstaaten wissenschaftlich fundiert zusammenzutragen und anhand einer Meta-Analyse gemeinsam auszuwerten. Unter Verwendung von aktuellsten Verbreitungsmodellen ausgewählter europäischer Tier- und Pflanzenarten sollen die Konsequenzen vertiefend dargestellt werden. Damit sollen auch die am stärksten betroffenen Artengruppen und Lebensräume ermittelt werden. Aus den Ergebnissen lassen sich dann diejenigen Maßnahmen identifizieren, die zur Verringerung des Einflusses des Klimawandels auf die Biodiversität führen oder eine Anpassung daran ermöglichen. Politischen Entscheidungsträgern sollen die notwendigen Handlungskonsequenzen und deren jeweiligen Prioritäten auf europäischer und nationaler Ebene anhand eines Leitfadens aufgezeigt werden.

Das MACIS-Konsortium umfasst zwölf Institute aus elf Ländern und wird vom UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle koordiniert. Das Projekt wird in enger Kooperation mit dem Schwesterprojekt COCONUT (Understanding Effects of Land Use Changes on Ecosystems to halt Loss of Biodiversity due to Habitat Destruction, Fragmentation and Degradation; Koordinator Dr. Riccardo Bommarco, Swedish University of Agricultural Sciences) und dem Integrierten Projekt ALARM (Assessing Large Scale Environmental Risks for Biodiversity with Tested Methods) durchgeführt, um die Integration der Ergebnisse auch zu und in diesen Projekten zu gewährleisten (siehe auch: <http://www.alarmproject.net>; SETTELE *et al.* 2005).

### **Literatur**

SETTELE, J., HAMMEN, V., HULME, P.E., KARLSON, U., KLOTZ, S., KOTARAC, M., KUNIN, W.E., MARION, G., O'CONNOR, M., PETANIDOU, T., PETERSEON, K., POTTS, S., PRITCHARD, H., PYŠEK, P., ROUNSEVELL, M., SPANGENBERG, J., STEFFAN-DEWENTER, I., SYKES, M.T., VIGHI, M., ZOBEL, M., & KÜHN, I. 2005: ALARM: Assessing Large scale environmental Risks for biodiversity with tested Methods. *GAIA - Ecological Perspectives in Science, Humanities, and Economics* **14**, 69-72.

### 3.3 Anpassung an den Klimawandel - Beispiele aus den Bundesländern und der Verbandsarbeit

#### **Anpassung an den Klimawandel – Klimawandel in Nordrhein-Westfalen: ein Situationsbericht**

KARSTEN FALK

Der Klimawandel ist eine Tatsache, die in NRW mittlerweile die Agenda zum landespolitischen Handeln erreicht hat. Der Klimaschutz und die Fragen nach den Auswirkungen des Klimawandels stehen mit an vorderer Stelle auf dem Arbeitsprogramm.

#### Fakten in NRW

Der Anteil NRWs an den jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland beträgt ca. 30%. Auf Grund seiner hohen Industrialisierung und Bevölkerungsgröße hat NRW damit eine besondere Verantwortung bei der Einhaltung der Reduzierungsvorgaben. Seit 1990 arbeitet die Energieagentur NRW. Sie wurde als neutrale und unabhängige, weil nicht-kommerzielle Institution für alle Fragen rund um das Thema Energie gegründet. Sie konzentriert sich auf die Beratung und Hilfestellung zur ökonomischen Energieverwendung, zum wirtschaftlichen Einsatz auch erneuerbarer Energiequellen. In den folgenden Jahren wurden zur Unterstützung die Effizienz-Agentur NRW und die Verbraucherzentralen mit einem ergänzenden Auftrag betreut. Der Ansatz im Energieland NRW war damit lange Zeit primär ökonomisch ausgerichtet. Umweltschutz, Klimaschutz oder namentlich die Verminderung der CO<sub>2</sub>-Treibhausgase wurden als Motiv höchstens nachrangig an die Verursacher/Verbraucher herangetragen.

Im Umsetzungsbericht 2005<sup>1</sup> als Beitrag zum Nationalen Klimaschutzprogramm, das ausdrücklich von NRW unterstützt wird, werden 31 Mio. t CO<sub>2</sub> Emissionen als jährliches Minderungspotential herausgearbeitet. Es könnte in unterschiedlichen Technologie- und Maßnahmenfeldern aktiviert werden, wenn die betroffenen Institutionen oder Personen, zumeist außerhalb der Landesverwaltung, mitwirken.

Der Klimawandel in NRW lässt sich aus drei verschiedenen Blickwinkeln verdeutlichen:

1. klimatologisch<sup>2,3</sup>: Analysiert man die Klimawerte der Lufttemperatur aus dem Zeitraum 1951 – 2000, so liegt dieser Zeitreihe der Jahrestemperaturen ein Trend zum Wärmeren zu Grunde, der regional unterschiedlich, zwischen +1° K und +1,9° K beträgt. Besonders im Raum Köln-Bonn, der Region Aachen und dem östlichen Westfalen sind die höheren Erwärmungstrends zu verzeichnen. Beim Jahresniederschlag ist der Zeitreihentrend nicht eindeutig. Es gibt regionale Erhöhungen von bis zu +100 mm Niederschlag und auch mehr, aber ebenso auch Gebiete in NRW, die keinen Niederschlag zusätzlich erhalten. Es gibt Anzeichen, dass die Tage mit Niederschlag insgesamt

---

1 Umsetzungsbericht 2005 zum Klimaschutzkonzept NRW, MWME NRW.

Download: [http://www.wirtschaft.nrw.de/500/200/300/524\\_Umsetzungsbericht2005.pdf](http://www.wirtschaft.nrw.de/500/200/300/524_Umsetzungsbericht2005.pdf)

2 Bruecke GbR (PIK) 2004: Erstellung regionaler Klimaszenarien für NRW, Potsdam im Auftrag der LÖBF NRW Download: [http://www.loebf.nrw.de/Bilder\\_und\\_Dokumente/PDF\\_Dokumente/Fachbeitraege\\_Abteilung\\_2/klimastudie\\_nrw.pdf](http://www.loebf.nrw.de/Bilder_und_Dokumente/PDF_Dokumente/Fachbeitraege_Abteilung_2/klimastudie_nrw.pdf)

3 Biodiversität und Klima - Vernetzung der Akteure in Deutschland II - , Falk K., 2006, Regionale Klimaszenarien für NRW, S.50 f Download: <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript180.pdf>

weniger werden und die Starkregentage zunehmen. Allerdings sind diese Tendenzen bisher eher lokal als flächendeckend für NRW zu verzeichnen.

2. phänologisch<sup>4</sup>: Werden die Pflanzen als Messinstrumente beobachtet, so sind die zeitlichen Trends bestimmter Entwicklungsphasen ein Hinweis auf die Reaktionen der Pflanzenwelt auf etwaige Klimaveränderungen. Der Beginn der Apfelblüte kennzeichnet den Frühlingsbeginn. Die Beobachtungsdaten aus NRW seit 1951 zeigen zunächst einen veränderlichen Frühlingsbeginn, der vor allem seit den 80er Jahren dann eine deutliche Verfrühung aufweist. Gegenüber der derzeitigen gültigen Referenzperiode (1961 – 90) ist dies im Mittel eine Verfrühung von ca. 9 Tagen. Nimmt man die Zeit zwischen dem Blühbeginn der Saalweide und der Laubverfärbung der Stieleiche (phänologische Vegetationsperiode), so ist im Mittel eine Verfrühung von 7 Tagen und eine Verlängerung der Vegetationsperiode um ca. 9 Tage für NRW zu beobachten.
3. ökologisch: Über das Rheintal sind im Süden von NRW einige Insektenarten eingewandert, die es vorher als Wärme liebende Arten in NRW nicht gab (z.B. Wespenspinne, Dornfingerspinne, Weinhähnchen, Ödlandschrecken). Ihre Anwesenheit ist ein Hinweis auf den Klimawandel, wobei hier vor allem die häufigeren warmen und trockenen Sommer ausschlaggebend waren. Bei Pflanzenarten ist die eindeutige Beziehung zum Klimawandel noch nicht nachzuvollziehen. Wärme liebende Pflanzen gibt es zwar häufig in den Städten und so geschützt vor intensiven Nachfrösten in Gärten, aber eine kausale Abhängigkeit zum Klimawandel ist noch offen. Ebenso kann zurzeit in NRW die Betroffenheit von Ökosystemen und Lebensräumen noch nicht eindeutig belegt werden. Die gleichfalls auf sie wirkenden Stressfaktoren, wie z.B. Landnutzung, Zerschneidung, Eutrophierung, Neobiota sind zurzeit noch gewichtiger, als die durch den Klimawandel induzierten Veränderungen.

### Szenarien

Ausgehend von einem mittleren, klimatologischen Szenario werden in NRW die Jahresmitteltemperaturen gegenüber dem Zeitraum 1951-2000 bis 2055 landesweit, mit einigen regionalen Unterschieden, um 2 °K ansteigen. Auch die Niederschlagsmengen steigen bis 2055 weiter an; allerdings mit stark regional beeinflusster Menge zwischen +5 bis +48 mm Niederschlag im Jahr. Lokale Niederschlagsvermindierungen sind ebenfalls nicht auszuschließen.

In einer weiteren Studie für NRW wird das PIK / CEC bis zum Ende des Jahres 2006 die bestehenden monatlichen und jahreszeitlichen Trends und so das regionale Klimaszenario für 2055 differenzieren.

Im UBA-Forschungsbericht<sup>5</sup> „Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme“ wird NRW im Gegensatz zu anderen Regionen Deutschlands zur Zeit nicht als unmittelbar vom Klimawandel bedroht eingestuft. Ausgenommen davon sind nur die mit einer Verstärkung von extremen Witterungserscheinungen verbundenen Risiken durch Hochwasser und Sturmschäden. Die Nähe zum Meer und die damit verbundene überwiegende atlantische Klimaprägung verhindern in NRW noch die negativ zu beurteilenden eindeutigen Klimafolgen. Diese derzeitige Situationseinschätzung darf nicht missverstanden werden: Die Intensität und die zeitliche Dynamik des

---

4 Deutscher Wetterdienst 2006: Datenservice des Phänologischen Dienstes; Daten 1951 – 2005 für NRW gemäß den Empfehlungen der Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI)

5 UBA-FB 000844, Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme 2005: Zebisch, M. et.al. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, im Auftrag des Umweltbundesamtes  
Download: [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=2947](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=2947)

Klimawandels wird auch für NRW Folgen verursachen, die vorausschauende Strategien und Maßnahmenüberlegungen schon jetzt erfordern.

### Anpassungen

Im Folgenden soll mit einige Stichworten der Stand von sektoralen Anpassungsüberlegungen in NRW zu den Folgen des Klimawandels für klimasensitive Bereiche zusammengefasst werden (Stand: September 2006):

1. Natur und Naturschutz: umfangreiches Bio-Monitoring, das Veränderungen bei Arten, Ökosystemen und in Landschaften wahrnimmt, die gegebenenfalls auch durch den Klimawandel verursacht sein können. Das Monitoring selbst fragt nicht nach möglichen Folgen in der Tier- und Pflanzenwelt durch den Klimawandel und hat hierfür auch explizit keine Indikatoren benannt.
2. Landwirtschaft: situative, kurzfristige Reaktionen auf Folgen der Witterung, nicht des Klimas. Klimafolgen für Landbau, Tiergesundheit und Pflanzenschutz werden in erste Überlegungen mit einbezogen.
3. Forstwirtschaft: für ganz NRW stehen mittlerweile standörtliche, räumliche Modellrechnungen auch für variable Klimaeingangsgrößen zur angepassten Baumartenwahl zur Verfügung. Eine Biomassestrategie zur Minderung des CO<sub>2</sub> durch land- und forstwirtschaftliche Energieprodukte ist in Arbeit.
4. Wasserwirtschaft: Vorbereitung auch auf Extremereignisse verbunden mit dem Klimawandel durch Analyse der Extremwertstatistiken zur Sicherung der (Trink-)Wasserversorgung und beim Hochwassermanagement. Ein Hochwasserschutzkonzept ist aufgestellt für den Zeitraum bis 2015.
5. Gesundheit, Tourismus, Verkehr: Anpassungsüberlegungen an den Klimawandel sind nicht bekannt.

### Fazit

- Im Energieland NRW stehen die CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen im Vordergrund und sind zurzeit mit Handlungskonzeptionen aktiver ausgerichtet als Anpassungsstrategien.
- Energieeffizienz und Energiesparen werden nur nachrangig als Maßnahmen zum Klimaschutz vermittelt.
- In NRW ist es nicht mehr entscheidend, den Klimawandel zu beweisen, sondern man muss sich mit seinen Wirkungen und Folgen auseinandersetzen.
- Es gibt klimasensible Bereiche (u. a. Natur, Landwirtschaft, Gesundheit, Tourismus, Verkehr), bei denen der Klimawandel (noch) nicht in aktive Handlungsstrategien erfasst ist.
- Für NRW wird ein abgestimmtes Klimaschutzprogramm benötigt, das nicht nur den Treibhauseffekt mindert, sondern auch in konkrete Vorgehensstrategien bei Anpassungsmaßnahmen einmündet<sup>6</sup>; ein aktives NRW – Klimaschutznetzwerk für koordinierte Handlungen.
- Zur Erhaltung der Biodiversität müssen realistische Handlungsmöglichkeiten geprüft und evaluiert, aber auch die Duldung von Veränderungen in den Lebensräumen akzeptiert werden.
- Die Vulnerabilitätsabschätzung von Lebensraumtypen und ihren Arten ist noch stärker zu regionalisieren - unterhalb des Maßstabs von Großlandschaften, wobei die individuellen, standörtlichen Bedingungen deutlicher hervor treten, d.h. vor allem eine stärkere Berücksichtigung von Relief-, Bodenwasserverhältnissen und Biotopverbundeigenschaften erfordern; Erstellung von Risikokarten.

---

6 Seit Oktober 2006 ist eine Strategie zum Klimaschutz für den Bereich des Umweltministeriums NRW in Arbeit

- Die Dynamik und Intensität des Klimawandels und der durch ihn veranlassten Wirkungen muss wissenschaftlich zuverlässig beobachtet und prognostiziert werden.
- Klimawandel macht nicht an Ländergrenzen halt: Für den Klimawandel und die durch ihn verursachten Folgen ist bundesweit die Umsetzung von einheitlichen Beobachtungs-, Qualitäts- und Dokumentationsstandards im Zuge eines Monitorings zu fordern
- Folgen extremer Witterungen werden eher dem Klimawandel zu gerechnet und münden schneller in Handlungsmaßnahmen. Eine begleitende Kommunikationsstrategie zur Information und zur Beteiligung der Bevölkerung ist erforderlich.



## **Klima – Wandel – Alpen: Tourismus und Raumplanung im Wetterstress**

NILS ZIERATH

### **Überblick**

Die prognostizierten Klimaänderungen wie das Ansteigen der Durchschnittstemperaturen, die Zunahme von Extremwetterereignissen und Sommertrockenheit oder das Abschmelzen der Gletscher treffen in den Alpen einen besonders sensiblen Raum. Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft zeigen sich bereits heute.

Auf der diesjährigen Jahresfachtagung der Internationalen Alpenschutzkommission (CIPRA) im bayerischen Bad Hindelang stand daher auch das Thema Klima im Mittelpunkt. In einer Resolution fordert die CIPRA, dass alle Klimaschutzanstrengungen intensiviert und zukunftsfähige Strategien für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels entwickelt werden.

### **Klimawandel im Alpenraum**

Die beiden zentralen Aspekte des Klimawandels im Alpenraum können mit den Schlagworten *Temperaturanstieg* und *Veränderung des Niederschlagsregimes* umrissen werden.

Die Erwärmung der unteren Luftschichten verlief im bayerischen Alpenraum mit 2K seit 1880 doppelt so schnell wie im globalen Mittel. Dieser Trend wird sich fortsetzen. Bis 2050 werden die Temperaturen in Bayern durchschnittlich um 1,5-2K steigen (KLIWA 2005), wobei die Zunahme im Winter mit 2K stärker ausfallen wird als im Sommer (1,4K). Die Temperaturzunahme beruht auf einem sich selbst verstärkenden Prozess: Geht die Schneebedeckung der Alpen durch Erwärmung zurück, führt die intensivere Absorption zu einem verstärkten Temperaturanstieg. Die Topographie verstärkt diesen Effekt, da Hanglagen größere Heizflächen für die bodennahen Luftmassen bieten.

Mit steigenden Temperaturen nimmt die Jahresniederschlagsmenge mit durchschnittlich etwa 7% pro 1K Erwärmung. Zukünftig wird die Niederschlagszunahme in zweifacher Hinsicht ungleichmäßig erfolgen. Tage mit geringen Niederschlagsmengen werden ab- und Tage mit großen Niederschlagsmengen, d.h. auch Extremereignisse werden zunehmen. Die Spätwinter- und Frühjahrsmonate werden überdurchschnittliche Niederschlagszuwächse erfahren und Tage mit hohen Niederschlagswerten ( $N > 25\text{mm}$ ) bayernweit im Winter um etwa 100% zunehmen (KLIWA 2005). Der Trend der saisonalen Niederschlagsumverteilung zugunsten der Spätwinter- und Frühjahrsmonate, der in den letzten 30 Jahren bei 20-30% lag, wird sich fortsetzen.

### **Auswirkungen des Klimawandels**

Naturgefahren spielen im Alpenraum schon immer eine sehr große Rolle, z.B. Felsstürze, Lawinen, Muren und Hochwässer. Katastrophenschäden werden im Alpenraum zum überwiegenden Teil von Extremwetterereignissen verursacht.

Mit der zunehmenden Erwärmung steigt die Katastrophengefahr erheblich. Die verkürzte Winterperiode und die gleichzeitige Zunahme von Starkregenereignissen während der Schneeschmelze verringern die Zwischenlagerkapazität von Niederschlag als Schnee erheblich, was mittelfristig zu mehr Muren und Hochwässern in dieser Jahreszeit führen wird. Bereits gegenwärtig führen vermehrte Extremwetterlagen im Sommer zu einer erhöhten Murenaktivität und häufigeren Hochwässern. Winterstürme werden durch die Verlagerung regionaler Drucksysteme zunehmen und die sommerliche Trockenheit vermehrt Dürren und Waldbrände auslösen. Allgemeine Aussagen zur Entwicklung der Lawinengefahr sind derzeit unsicher. Gebiete in geringeren Höhenlagen (z.B. Siedlungen und Skigebiete in Bayern) sind durch saisonal kürzere und weniger mächtige Schneebedeckungen weniger gefährdet, während höhere Lagen durch Starkregenereignisse und daraus resultierende mächtigere und labilere Schneebedeckungen stärker von Lawinenabgängen betroffen sein werden.

Insbesondere für den Wintertourismus führt der Klimawandel zu großen Herausforderungen. Um Skigebiete wirtschaftlich betreiben zu können, muss der Betrieb in sieben von zehn Jahren an mindestens 100 Tagen pro Saison möglich sein. Dies ist ab einer Schneehöhe von 25cm gewährleistet. Jedoch nahm beispielsweise in Österreich die Dauer der Schneebedeckung zwischen 1961 und 1990 in Höhenlagen zwischen 1.100 und 1.950 m um ca. 19 Tage ab. Kunstschneeproduktion ist an Temperaturen unter dem Gefrierpunkt gebunden. Daher sinkt die Wirtschaftlichkeit von Beschneiungsanlagen dramatisch, wenn zukünftig die Anzahl der Frost- und Eistage selbst auf Höhen um 2.000 m schrumpfen und gleichzeitig Energiepreise steigen werden. Im deutschen Alpenraum werden, bei einem erwarteten Anstieg der Schneefallgrenze um 300-400 m in den nächsten 30 Jahren, nur noch zwei Skigebiete (Zugspitze und Oberstdorf) überleben können.

### **Maßnahmen**

Die zügige Umsetzung von Vermeidungs- und Anpassungsstrategien – global, regional, lokal – ist die notwendige Voraussetzung zur Bewältigung des Klimawandels. Regional sind im alpinen Naturgefahrenmanagement erste Ansätze erkennbar. Im Hochwasserschutz wird ein „Klimaänderungsfaktor“ von 15% bei der Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen berücksichtigt (KLIWA 2006). Darüber hinaus können Katastrophen durch integrierte Managementpläne, die sowohl die gezielte (Um)Leitung eines Hochwassers, als auch versicherungsrechtliche Aspekte umfassen „geplant“ werden. Der Ausbau von Hochwasserschutzanlagen kann nie absolute Sicherheit bieten. Zudem werden derzeit Flusstäler (z.B. obere Iller) aufgeweitet, Deiche zurückgesetzt und Retentionsflächen geschaffen, um Hochwasserspitzen abzufangen und auch Unterlieger zu schützen. Dies ist angesichts der geringen Flächenreserven, der Forderung nach einem angemessenen Schutz der Anlieger und dem weiter steigenden Wohnflächenbedarf

oft problematisch. Die Maßnahmen dämpfen jedoch nicht nur Hochwasserspitzen. Sie ermöglichen auch die Schaffung ökologisch wertvoller Auenwälder, stärken die Flussökologie und setzen den Flussraum als Ganzes ästhetisch und damit auch touristisch in Wert.

Der Umbau der Schutzwälder von Fichtenmonokulturen zu naturnahen Bergmischwäldern ist ein weiteres Instrument um dem Klimawandel zu begegnen. Letztere werden durch die Erwärmung nicht nur ökologisch begünstigt, sondern verringern als Wasser- und Geschiebespeicher Hochwasserspitzen und die Gefahr von Muren nach Starkniederschlägen. Gleichzeitig erhöhen sie die biologische und demographische Heterogenität und damit die Stabilität und Schutzfunktion der Bergwälder (BSELF 2000). Zudem werden Bergmischwälder gegenüber Fichtenforsten als deutlich attraktiver empfunden (GÜTHLER 2006) und unterstützen somit die zukünftig notwendige Umorientierung der Tourismusbranche.

Der Klimawandel beeinträchtigt insbesondere den Wintertourismus im deutschen Alpenraum. 16 der 19 großen Skigebiete sind aus klimatischer Sicht nicht überlebensfähig. Gleichzeitig nimmt die Konkurrenz durch den massiven Ausbau höher gelegener Regionen (z.B. Tirol) zu. Die Tourismusbranche muss daher:

1. das touristische Angebot aktiv diversifizieren, und sich als regionaler Trendsetter zu positionieren,
2. einen Bewusstseinswandel vollziehen und
3. Anpassungsstrategien nicht als Notfallprogramm für die schneelose Zeit betrachten und vermarkten.

Noch keine Tourismusgemeinde präsentiert sich explizit als schneeunabhängiges Ganzjahresreiseziel, obwohl dies mittelfristig nicht nur notwendig ist, sondern derzeit aufgrund des Alleinstellungsmerkmals wirtschaftlich hoch attraktiv wäre. Zudem sollte die Branche die Sommersaison stärken, und neue Zielgruppen, z.B. Südeuropäer auf der Flucht vor heißen Sommern, erschließen. Unterstützt werden muss dieser Wandel durch die Neuausrichtung der wirtschaftspolitischen Förderinstrumente, die in Bayern den Aus- und Neubau von Kunstschneeanlagen zukünftig mit 2,4 Mio. Euro aus Landesmitteln subventionieren (BL 2005).

### **Ausblick**

Die CIPRA fordert die Entwicklung und Umsetzung umfassender Vermeidungs- und Anpassungsstrategien an den Klimawandel und deren verbindlicher Verankerung auf allen Akteursebenen im Alpenraum, insbesondere der Alpenkonvention.

Die Alpen mit ihren Ressourcen an Holz, Wasser, Sonne, Wind und Geothermie haben das Potential, als Modellregion ihren Energiebedarf durch regenerative Energien zu decken, und damit die Vorgaben des Kyoto-Protokolls auf regionaler Ebene bei weitem zu übertreffen. Die konsequente Nutzung aller vorhandenen Energieeinsparpotenziale ermöglicht die Deckung des verbleibenden Energiebedarfs aus regenerativen Energiequellen, ohne weitere erhebliche Eingriffe in die Natur und das Landschaftsbild zu vollziehen.

Die CIPRA erachtet es als vordringlich

- die Ausgleichsfähigkeit der Natur zu fördern. Dazu gehören Schutz und Sanierung naturnaher Bergwälder, Sicherung und Ausweisung von Retentionsräumen an Flüssen und Bächen, Renaturierung von Fließgewässern und die Einschränkung der Flächenversiegelung. Darüber hinaus fordert sie die Neuerstellung bzw. Überprüfung von Naturgefahrenzonenkarten im Alpenraum unter dem Aspekt des Klimawandels, ihre verbindliche Berücksichtigung in der Raumplanung und, wo erforderlich, Rückwidmungen von Flächen.
- alle mittel- und langfristigen touristischen Investitionen unter dem Aspekt des Klimawandels zu überprüfen und bezweifelt, dass Maßnahmen zur kurzfristigen Symptombekämpfung, wie z.B. Beschneigungsanlagen, zukunftsfähige Anpassungsstrategien an den Klimawandel sind. Stattdessen sollten, begleitet vom Umbau der Förderinstrumente, landschaftsorientierte und naturverträgliche Alternativen v. a. für den Sommer- aber auch innerhalb des Wintertourismus entwickelt werden.

### Literatur

Die Tagungsbeiträge sind unter <http://www.cipra.de> verfügbar und werden in Kürze in einem Tagungsband erscheinen. Kontakt: [frej@cipra.de](mailto:frej@cipra.de).

Unter [www.landschaftswandel.com](http://www.landschaftswandel.com) können die Ergebnisse des zu Grunde liegenden Interreg-IIIa-Projekts Landschaftswandel im oberen Allgäu / Tannheimer Tal abgerufen und über thematische Karten und Bildvergleiche abgerufen werden.

BL (Bayerischer Landtag) 2005: Interpellation. Umsetzung der Alpenkonvention in Bayern. Drucksache 15/5263. Abrufbar unter: <http://www.bayern.landtag.de> (20. September 2006).

BSELF (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) 2000: Der Schutzwald in den bayerischen Alpen. Funktionen – Zustand – Sanierung. München.

GÜTHLER, A. 2006: Allgäu im Wandel. Eine fotografische Zeitreise durch die Landschaft im oberen Allgäu und im Tannheimer Tal. Eberl-Verlag, Immenstadt i. Allgäu.

KLIWA 2005: Der Klimawandel in Bayern für den Zeitraum 2021-2050. Kurzbericht. Abrufbar unter: <http://www.kliwa.de/de/ergebnisse/media/kliwazukunftsberby.pdf> (19. September 2006).

### **3.4 Auswirkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen auf globale Stoffkreisläufe – die Rolle der biologischen Vielfalt**

#### **Die Zukunft der Meere: zu warm, zu hoch, zu sauer – Vorstellung des neuen WBGU-Sondergutachtens**

CARSTEN LOOSE

*Der folgende Text zum Vortrag beruht auf der Zusammenfassung für Entscheidungsträger, die der WBGU dem Sondergutachten "Die Zukunft der Meere" (WBGU, 2006) beigelegt hat. Er beschränkt sich auf den Zusammenhang zwischen Klimawandel und Meeresökosystemen und gibt somit nur einen Teil der Aussagen des Gutachtens wieder.*

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse verdeutlichen, dass der Klimawandel große Veränderungen und Schäden für die Meeresumwelt und die Küsten verursachen wird, die erhebliche Folgen für den Menschen haben dürften. Die Oberflächenschichten erwärmen sich, der Meeresspiegel steigt immer rascher an, die Meere versauern zunehmend und die Meeresökosysteme sind bedroht. Die Menschheit ist dabei, Prozesse im Meer anzustoßen, die in den letzten Jahrmillionen ohne Beispiel sind, gleichzeitig aber wegen der erheblichen geophysikalischen Verzögerungseffekte den Zustand der Weltmeere für Jahrtausende bestimmen werden. Damit greift der Mensch an entscheidender Stelle in die Funktionsweise des Erdsystems ein, wobei viele Folgen noch nicht genau vorhersehbar sind. Entschlossenes und vorausschauendes Handeln ist jetzt notwendig, damit die Weltmeere kritische Systemgrenzen nicht überschreiten. Der Umgang des Menschen mit den Meeren wird eine entscheidende Bewährungsprobe auf dem Weg in eine nachhaltige Zukunft sein.

#### **Meeresumwelt durch Klimaschutz bewahren**

Die Erwärmung und Versauerung der Meere sowie ein deutlicher Anstieg des Meeresspiegels sind heute bereits messbar. Die Ursachen sind klar zu benennen: Die durch den Menschen verursachte Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre hat zu einer globalen Erwärmung geführt, die auch die Temperatur der obersten Schicht der Weltmeere erhöht hat. Als Folge steigt der Meeresspiegel, sowohl durch die thermische Ausdehnung des Wassers als auch durch schmelzende Eismassen. Gleichzeitig führt die stetig steigende CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft zu einem CO<sub>2</sub>-Eintrag in das Meer und verursacht dort über chemische Reaktionen eine Versauerung des Meerwassers. Diese Veränderungen können nur durch drastische Verringerungen der anthropogenen Treibhausgasemissionen begrenzt werden. Rasches Handeln ist daher erforderlich:

- Ehrgeiziger Klimaschutz ist notwendig, um die Folgen von Erwärmung, Versauerung und Meeresspiegelanstieg für die Meeresumwelt und den Menschen zu begrenzen. Der WBGU empfiehlt deshalb, die globalen anthropogenen Treibhausgasemissionen bis 2050 gegenüber 1990 in etwa zu

halbieren. Anpassungsmaßnahmen können nur dann erfolgreich sein, wenn die gegenwärtige Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs und die zunehmende Versauerung der Meere gestoppt werden können.

- Die vom WBGU bereits früher empfohlene Leitplanke zur Begrenzung des Anstiegs der bodennahen Lufttemperatur auf höchstens 2°C gegenüber dem vorindustriellen Wert und der Temperaturänderungsrate auf maximal 0,2°C pro Jahrzehnt ist nicht nur zur Vermeidung gefährlicher Klimaänderungen sondern auch für den Meeresschutz erforderlich.

### **Widerstandsfähigkeit der Meeresökosysteme nachhaltig stärken**

Marine Ökosysteme reagieren im Vergleich zu terrestrischen deutlich sensibler und schneller auf Klimaänderungen, z. B. durch räumliche Verschiebung von Populationen. Daher kann die vom Menschen verursachte Erwärmung der obersten Wasserschicht der Meere schwer vorhersagbare Änderungen der Nahrungsnetze und der Artenzusammensetzung zur Folge haben.

Eine der sichtbarsten Auswirkungen des Temperaturanstiegs ist der Rückgang des arktischen Meereises. Ohne Klimaschutz dürfte der Arktische Ozean gegen Ende des 21. Jahrhunderts im Sommer praktisch eisfrei sein, mit schwerwiegenden Folgen für Ökosysteme und Klimageschehen. Von der Klimaänderung akut bedroht sind die tropischen Korallenriffe, die bei weitem artenreichsten Ökosysteme im Meer. In 30–50 Jahren könnten die meisten Riffe zerstört sein, weil viele Korallen bei höheren Wassertemperaturen nicht überlebensfähig sind. Dies hat unabsehbare Folgen vor Ort, denn für den Küstenschutz und die Proteinversorgung von Millionen von Menschen sind die Riffe unverzichtbar.

Zu den ohnehin schon drastischen Folgen der Überfischung kommen für die Fischereiwirtschaft mit dem Klimawandel und der Versauerung künftig zwei weitere Gefährdungen hinzu. Alle diese anthropogenen Faktoren zusammen genommen werden große Auswirkungen auf die marinen Ökosysteme und auch für die Fischerei haben. Sie bedrohen angesichts einer weiter wachsenden Weltbevölkerung die ausreichende Nahrungsversorgung aus dem Meer.

- Zur Bewahrung der biologischen Vielfalt im Meer und zur Stärkung der Resilienz der Meeresökosysteme schlägt der WBGU folgende Leitplanke vor: Mindestens 20–30% der Fläche mariner Ökosysteme sollten für ein ökologisch repräsentatives und effektiv betriebenes Schutzgebietssystem ausgewiesen werden. Die bereits vereinbarten internationalen Ziele für Meeresschutzgebiete müssen umgesetzt und die entsprechenden Regelungslücken auf der Hohen See geschlossen werden.
- Die Bewirtschaftung der Meeresressourcen sollte dem „ökosystemaren Ansatz“ folgen. Insbesondere muss die öffentlich subventionierte Überfischung der Meere beendet werden. Dafür müssen nicht nur Fischereisubventionen, sondern auch Fangüberkapazitäten abgebaut und Maßnahmen gegen destruktive Fischereipraktiken sowie illegale bzw. unregulierte Fischerei ergriffen werden.

- Das Verständnis der Zusammenhänge zwischen anthropogenen Störungen, biologischer Vielfalt und Resilienz mariner Ökosysteme muss verbessert werden. Ein intensives Monitoring ist dabei eine Voraussetzung für die weitere Entwicklung gekoppelter Ökosystem-Klima-Modelle.

### **Meeresspiegelanstieg begrenzen und Strategien des Küstenzonenmanagements neu ausrichten**

Ursache für den Meeresspiegelanstieg ist der Klimawandel, vor allem der Anstieg der Meerestemperaturen sowie das Abschmelzen von Inlandgletschern und kontinentalen Eisschilden. Lag der Meeresspiegelanstieg im 20. Jahrhundert global noch bei 1,5– 2,0 cm pro Jahrzehnt, zeigen Satellitenmessungen im vergangenen Jahrzehnt bereits einen Anstieg von 3 cm. Bei weiterer Erwärmung droht eine zusätzliche Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs. Es gibt Anzeichen für einen beginnenden Zerfall der Kontinentaleismassen auf Grönland und in der Antarktis, der in den kommenden Jahrhunderten mehrere Meter Meeresspiegelanstieg verursachen könnte.

Neben dem Meeresspiegelanstieg bedroht auch die zunehmende Zerstörungskraft von Hurrikanen viele Küstengebiete der Welt. Theorie, Beobachtungsdaten und Modellrechnungen sprechen dafür, dass eine Klimaerwärmung zwar nicht die Anzahl von Hurrikanen, wohl aber ihre Zerstörungskraft erhöht. Bei einem Anstieg der tropischen Meerestemperaturen um lediglich 0,5°C wurde in den letzten Jahrzehnten bereits ein Ansteigen der Hurrikanenergie um 70% beobachtet.

Meeresspiegelanstieg und Extremereignisse wie Hurrikane und Sturmfluten bedrohen die Küsten. Küstenschutz wird damit zu einer großen gesellschaftlichen und ökonomischen Herausforderung.

- Leitplanke einhalten: Der absolute Meeresspiegelanstieg sollte dauerhaft nicht mehr als 1 m betragen, und die Anstiegsgeschwindigkeit sollte stets unter 5 cm pro Jahrzehnt bleiben. Ansonsten würden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr vertretbare Schäden und Verluste für Menschen und Ökosysteme eintreten.

### **Versauerung der Meere rechtzeitig stoppen**

Die Lösung von Kohlendioxid im Meerwasser führt zu einer erheblichen Versauerung (Absenkung des pH-Werts) und damit zu Veränderungen im biogeochemischen Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht. Die Meere haben bisher rund ein Drittel der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgenommen, was bereits zu einer signifikanten Versauerung des Meerwassers geführt hat. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen beeinflussen somit die Meeresumwelt auch direkt – ohne Umweg über den Klimawandel. Eine ungebremsste Fortsetzung des Trends wird zu einer Meeresversauerung führen, die in den letzten Jahrtausenden ohne Beispiel und über Jahrtausende unumkehrbar ist. Die Folgen für die marinen Ökosysteme lassen sich zwar noch nicht genau prognostizieren, aber besteht das Risiko einschneidender Veränderungen im Nahrungsnetz, da die Kalkbildung von Meeresorganismen behindert oder teilweise sogar unterbunden werden kann.

- Um zu verhindern, dass die Kalkbildung der Meeresorganismen gestört und dadurch das Risiko besteht, dass die marinen Nahrungsnetze umstrukturiert werden, sollte folgende Leitplanke eingehalten werden: Der pH-Wert der obersten Meeresschicht sollte in keinem größeren Ozeangebiet (d. h. auch nicht im globalen Mittel) um mehr als 0,2 Einheiten gegenüber dem vorindustriellen Wert absinken.
- Um diese Leitplanke einzuhalten, müssen die anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen unabhängig von der Reduktion anderer Treibhausgasemissionen begrenzt werden. Der WBGU schlägt daher vor, in den Verhandlungen über zukünftige Verpflichtungen zur Klimarahmenkonvention die besondere Rolle des CO<sub>2</sub> gegenüber anderen Treibhausgasen zu berücksichtigen.

Mit diesem Sondergutachten hat der WBGU ein bisher wenig beachtetes und auch in seiner Brisanz weitgehend unterschätztes Thema aufgegriffen. Für die Zukunft des blauen Planeten Erde ist der Zustand der Meeresumwelt von elementarer Bedeutung. Der Mensch hat durch Übernutzung und Verschmutzung bereits großen Schaden in den Meeren angerichtet. Mit dem globalen Klimawandel kommt eine weitere, völlig neue Dimension der Bedrohung hinzu. Das vorliegende Sondergutachten zeigt die Bedrohungen auf und benennt den Handlungsbedarf sowie die Handlungsoptionen, die sich im Spannungsfeld von Klimawandel und Meeren ergeben. Das Gutachten will politische Entscheidungsträger dazu ermutigen, notwendige Maßnahmen rechtzeitig und entschlossen in Angriff zu nehmen – damit die Meere nicht zu warm werden, nicht zu hoch steigen und nicht versauern.

### **Literatur**

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN – WBGU  
(2006): Die Zukunft der Meere – zu hoch, zu warm, zu sauer. Sondergutachten. Berlin: WBGU.

Das Gutachten ist auf Deutsch und Englisch erschienen, kann bei der Geschäftsstelle WBGU unentgeltlich bestellt und auf der Website des WBGU im Volltext heruntergeladen werden:

[http://www.wbgu.de/wbgu\\_sn2006.html](http://www.wbgu.de/wbgu_sn2006.html).



## **Einfluss anthropogener CO<sub>2</sub> Emissionen auf kalzifizierende marine Biota - ein Review**

MARKUS. GEISEN

Mit der Industriellen Revolution Ende des 19. Jahrhunderts wurden die aufstrebenden Industriestaaten immer abhängiger von der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle und Öl, um ihren Energiebedarf zu decken. Als Konsequenz werden bis heute gewaltige Mengen (250 Milliarden Tonnen) Kohlendioxidgas in die Atmosphäre freigesetzt (HOUGHTON *et al.* 2001). Dieses Treibhausgas ist mitverantwortlich für die globale Erwärmung - ein weiterer Aspekt ist jedoch seine leichte Löslichkeit in Wasser. Etwa die Hälfte der Gasemissionen seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurden von den Ozeanen aufgenommen und führen dort zu einer Erniedrigung des pH Wertes - der Ozean „versauert“ (SABINE *et al.* 2004). Weitere Information finden sich auch im Sondergutachten der WBGU (s. Beitrag von LOOSE in diesem Band).

Obwohl durch diesen Effekt die Menge an klimaschädlichem Kohlendioxidgas in der Atmosphäre verringert wird, bleibt die „Versauerung“ jedoch nicht ohne Folgen für marine Organismen. Labor- und Feldversuche mit kalkschaligen Mikroorganismen (Foraminiferen (BIJMA *et al.* 1999), Coccolithophoriden (LANGER *et al.* 2006; RIEBESELL *et al.* 2000)) belegen eine deutlich geringere Kalzitbildung. Noch dramatischer ist die Lage bei Flügelschnecken (ORR *et al.* 2005), Flachwasserkorallen (LANGDON *et al.* 2000) und Kaltwasserkorallen (RIEBESELL, unveröffentlichte Daten) - diese Organismen bauen ihre Skelette aus Aragonit, einer Mineralvarietät des Kalks auf, die erheblich anfälliger für Lösung ist. Modellrechnungen zeigen, dass es im Südozean bereits in 50 Jahren zu einer aktiven Lösung solcher Skelette kommen kann (ORR *et al.* 2005).

Die Konsequenzen sind enorm und reichen über das Aussterben von Organismengruppen und den Ausfall ganzer Nahrungsketten bis hin zu weiteren, daraus resultierenden globalen klimatischen Änderungen.

### **Literatur**

- BIJMA J, SPERO H J, LEA D W (1999) Reassessing foraminiferal stable isotope geochemistry: Impact of the oceanic carbonate system (Experimental results). In: Fischer G, Wefer G (eds) Use of proxies in pale-oceanography: Examples from the South Atlantic. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp 489-521
- HOUGHTON J T, DING Y, GRIGGS D J, NOGUER M, VAN DER LINDEN P J, DAI X, MASKELL K, JOHNSON C A (2001) Climate change 2001: The scientific basis: Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel of climate change. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK and New York, USA
- LANGDON C, TAKAHASHI K, SWEENEY C, CHIPMAN D, GODDARD J, MARUBINI F, ACEVES H, BARNETT H, ATKIN-SON M J (2000) Effect of calcium carbonate saturation state on the calcification rate of an experimental coral reef. *Global Biochemical Cycles* 14: 639-654

- LANGER G, GEISEN M, KLDS J, RIEBESELL U, BAUMANN K-H, YOUNG J R (2006) Coccolithophore calcification adapting to changes in oceanic CO<sub>2</sub> levels. *Geochemistry Geophysics Geosystems*
- ORR J C, FABRY V J, AUMONT O, BOPP L, DONEY S C, FEELY R A, GNANADESIKAN A, GRUBER N, ISHIDA A, JOOS F, KEY R M, LINDSAY K, MAIER-REIMER E, MATEAR R, MONFRAY, P., MOUCHET A, NAJJAR R G, PLATT-NER G-K, RODGERS K B, SABINE C L, SARMIENTO J L, SCHLITZER R, SLATER R D, TOTTERDELL I J, WEIRIG M-F, YAMANAKA Y, YOOL A (2005) Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature* 437: 681-686
- RIEBESELL U, ZONDERVAN I, ROST B, TORTELL P D, ZEEBE R E, MOREL F M M (2000) Reduced calcification of marine plankton in response to increased atmospheric CO<sub>2</sub>. *Nature* 407: 364-367
- SABINE C L, FEELY R A, GRUBER N, KEY R M, LEE K, BULLISTER J L, WANNINKHOF R, WONG C S, WALLACE D W R, TILBROOK B, MILLERO F J, PENG T-H, KOZYR A, ONO T, RIOS A F (2004) The Oceanic Sink for Anthropogenic CO<sub>2</sub>. *Science* 305: 367-371

## Welchen Einfluss haben Pflanzen auf die Emission von klimarelevanten Treibhausgasen?

STEFAN BLOBFELD & DIRK GANSERT

Der globale Anteil der biogenen Emission des Treibhausgases Methan (CH<sub>4</sub>) liegt zwischen 81% und 86% der Gesamtemissionen (entspricht 302 bis 665 Millionen Tonnen CH<sub>4</sub>), davon entfallen etwa 50% bis 62% auf Sumpf- und Reisanbaugebiete (MADIGAN *et al.* 2003).

Pflanzen, speziell Sumpfpflanzen (Helophyten), tragen durch mehrere Prozesse zur biogenen Produktion und Emission von klimarelevanten Treibhausgasen, z.B. Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) bei:

1. Helophyten besitzen ein ausgeprägtes Hohlräumssystem (Aerenchym), das Gase besonders leicht durch den gesamten Pflanzenkörper leiten kann. Dabei wird von den Wurzeln benötigter Sauerstoff (O<sub>2</sub>) aus der Atmosphäre durch das Aerenchym in die Wurzeln geleitet. Ein Teil davon gelangt dabei von den Wurzeln in den wasserüberstauten (sauerstoffarmen) Sumpfboden. Das von den Pflanzen in den Boden eingeleitete O<sub>2</sub> fördert das Wachstum von methanotrophen Bakterien, die sich bevorzugt im Bereich der Wurzeln aufhalten und einen Teil des im Sumpfboden gebildeten Methans reoxidieren. Gleichzeitig wird jedoch das mikrobiell im Boden produzierte CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O durch das Aerenchym der Helophyten in die Atmosphäre geleitet. Über diese „Schnorchel“ gelangen bis zu 90% der aus Sumpfböden emittierten Treibhausgase in die Atmosphäre.
2. Zusätzlich sind Pflanzen in der Lage, den pH-Wert, und dadurch die Bodenchemie, im durchwurzelten Bodenraum zu verändern, sodass unter bestimmten Voraussetzungen das Gleichgewicht im Sumpfboden von der bakteriellen Methankonsumption zur Methanproduktion gelenkt werden kann.

Die globalen „Hot Spots“ der biogenen Treibhausgasemission liegen einerseits in den äquatornahen Regionen der Erde (Reisanbau), andererseits in den Feuchtgebieten der hohen nördlichen Breiten (Hudson Bay Tiefland, bzw. Westsibirisches Tiefland). Das Westsibirische Tiefland und insbesondere die nördlich davon liegenden Tundren mit sporadischem oder kontinuierlichen Permafrost rücken derzeit verstärkt in den Fokus der Wissenschaft und bedürfen in der Zukunft besonderer Aufmerksamkeit. Denn speziell für diese Regionen der Erde wird eine Erwärmung bis zum Jahr 2050 von bis zu 4 °C prognostiziert (NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory). Diese Gebiete werden dadurch besonders sensibel auf die anhaltende Erwärmung reagieren. Dabei ist mit folgenden positiven Rückkopplungen zu rechnen:

- die metabolische Aktivität der im Boden lebenden methanogenen Bakterien wird durch die Temperaturerhöhung stark zunehmen
- durch das Abtauen des Permafrostes ist mit einer fortschreitenden Versumpfung der Tundren zu rechnen
- die Vegetationsperiode wird deutlich verlängert
- eine polwärts gerichtete Ausbreitung von Sumpfpflanzen (Helophyten) ausgehend von der Westsibirischen Tiefebene wird durch diese Prozesse begünstigt.

Pflanzen, insbesondere Sumpfpflanzen, haben also einen ambivalenten Einfluss auf die methanogenen und methanotrophen Mikroorganismen im Boden, und damit auf die Produktion und Emission von klimarelevanten Treibhausgasen. Eine präzise Abschätzung des Einflusses der höheren Pflanzen auf die resultierende biogene Treibhausgasproduktion steht erst am Anfang der prinzipiell hierzu gegebenen Möglichkeiten, die durch eine Vernetzung der Forschung zu Klima, Ökologie, Bodenbiologie, Vegetationskunde und Biogeochemie der subarktischen Lebensräume verbessert werden können.

### Literatur und Links

MADIGAN M.T., MARTINKO J.M. & PARKER J. (2003) *Brock Biology of Microorganisms* Tenth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River.

Verwendete Klimamodelle (NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory): <http://www.gfdl.gov/~fms/>

Ausführliche Informationen über Methan als Treibhausgas (U.S. Environmental Protection Agency): <http://epa.gov/methane/index.html>

Grafik der globalen Methanverteilung (NASA Earth Observatory): [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=16827](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16827)

### 3.5 Klimawandel und Internationale Konventionen – Umsetzung der Abkommen und Synergiebildung

#### Internationale klimapolitische Prozesse: aktuelle Entwicklungen und Tendenzen

GEROLD KIER

##### 1. Einführung: Klimarahmenkonvention, Kyoto-Protokoll und flexible Mechanismen

Die Klimarahmenkonvention hat in vielerlei Hinsicht große Ähnlichkeit mit dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD): Sie ist ein völkerrechtlicher Vertrag, den - im Gegensatz zur CBD - auch die USA ratifiziert haben, sie ist im Umfeld der Konferenz für Umwelt und Entwicklung von Rio de Janeiro 1992 entstanden und sie ist eine Rahmenkonvention, d.h. es war von Anfang an klar, dass ihre Bestimmungen durch weitere Vereinbarungen (Protokolle) zu konkretisieren sind. Abb. 2 illustriert einige Grundzüge der Struktur und Arbeitsweise der Klimarahmenkonvention.

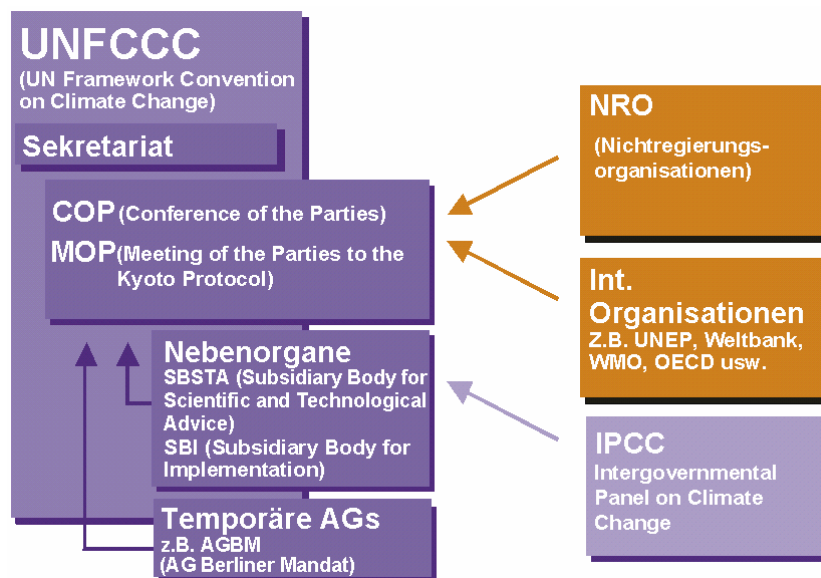


Abb. 2: Die Klimarahmenkonvention und ihre Arbeitsweise (verändert nach GEISBÜSCH et al. 2002)

Zentrales Ziel der Konvention ist laut Artikel 2, einen gefährlichen Klimawandel zu vermeiden. Um die Schritte zur Erreichung dieses Ziels zu konkretisieren, wurde 1997 das Kyoto-Protokoll mit Treibhausgas-Emissionszielen für Industrieländer in der Zielperiode 2008-12 verabschiedet. Das Protokoll trat im Februar 2005 in Kraft, nachdem mit Russland ausreichend Ratifikationen vorlagen.

Ihre Emissionsziele können die Kyoto-Vertragsstaaten (bzw. die innerstaatlichen Akteure, an die sie entsprechende Verpflichtungen weitergeben) auf zweierlei Weise erfüllen: Durch eigene Maßnahmen zur Emissionsreduktion und durch "flexible Mechanismen" (vgl. Abb. 3). Besonders relevant für die

Biodiversität ist hier der *Clean Development Mechanism* (CDM), in dessen Rahmen auch Aufforstungsmaßnahmen stattfinden können.

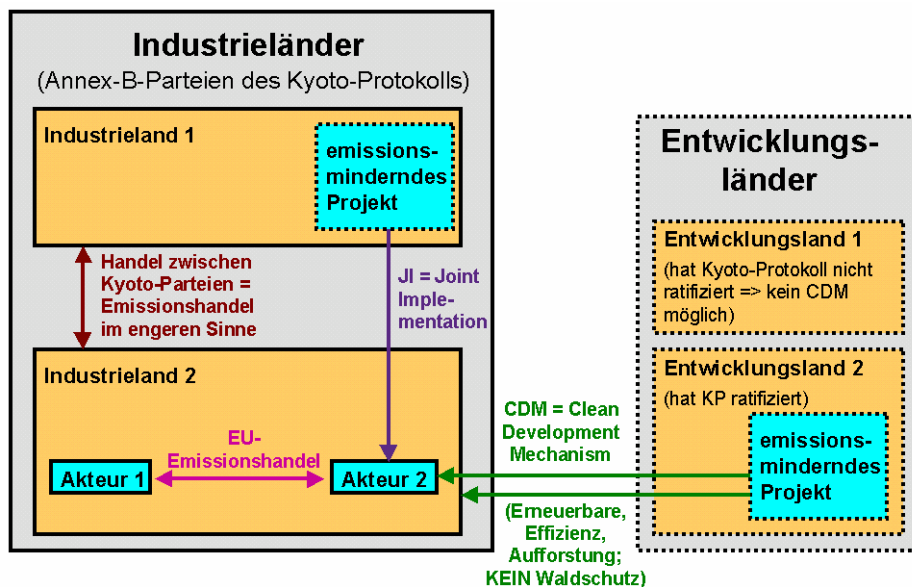


Abb. 3: Flexible Mechanismen im Rahmen des Kyoto-Protokolls (verändert nach KIER & BALS 2003)

## 2. Aktuelle Prozesse

Zu den wichtigsten internationalen klimapolitischen Prozessen gehören die Klimarahmenkonvention, der G8-Prozess und bilaterale Abkommen. Zentraler Punkt der Konventionsverhandlungen sind derzeit die Regelungen für die Zeit nach 2012. Im Rahmen der Konvention hat das Thema LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*) sehr unmittelbare Bedeutung für die Biodiversität - mittelbar ist natürlich der gesamte Erfolg von Klimaschutzbemühungen zentral für die biologische Vielfalt, da sie durch den Klimawandel einer großen Gefährdung unterliegt, ganz besonders bei globalen Temperaturerhöhungen von mehr als 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau (SCHELLNHUBER et al. 2006). Eine der Haupttriebkraft für die klimapolitische Debatte sind derzeit die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse über Auswirkungen des Klimawandels.

### Post-2012-Verhandlungen

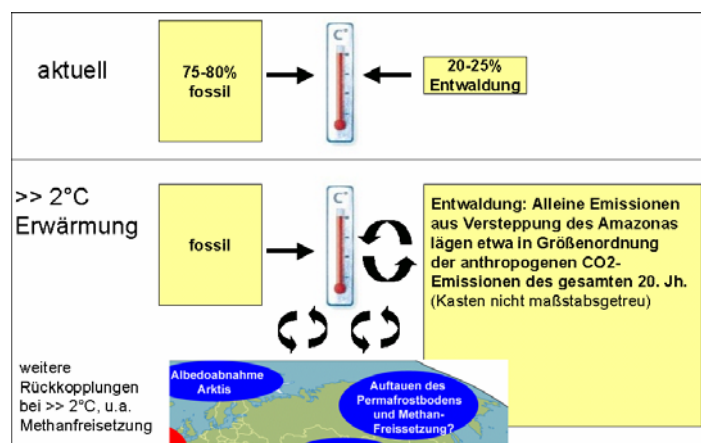
Die Verhandlungen für Regelungen nach 2012 finden in drei Themenblöcken statt:

1. Die Kyoto-Vertragsstaaten (d.h. ohne USA + AUS) diskutieren über Emissionsziele nach 2012,
2. Die Vertragsstaaten der Konvention (inkl. USA+AUS) diskutieren über a) diverse Instrumente und Langfristaktivitäten (z.B. Patente, Rolle der Exportkreditagenturen) und b) Anpassungsmaßnahmen,
3. Die Kyoto-Staaten diskutieren Art. 9 des Kyoto-Protokolls, der die Überprüfung der Angemessenheit des Kyoto-Protokolls regelt.

### Wälder / LULUCF

Aktuell trägt die Entwaldung rund 20-25% zum anthropogenen Treibhauseffekt bei, während die Verbrennung fossiler Energiequellen rund 75-80% Anteil daran hat. Da Wälder durch den Klimawandel

bedroht sind und ihre Zerstörung zugleich verstärkend auf den Klimawandel wirkt, entsteht ein positiver Rückkopplungsprozess. Die Versteppung des Amazonasgebietes - bei deutlich mehr als 2°C Erwärmung droht dieses Szenario im Laufe des 21. Jahrhunderts Realität zu werden - könnte eine CO<sub>2</sub>-Menge in die Atmosphäre befördern, die in der Größenordnung der gesamten anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des 20. Jahrhunderts liegt<sup>1</sup>. Auch andere positive Rückkopplungsprozesse drohen insbesondere jenseits von 2°C Erwärmung, z.B. Methanfreisetzung im großen Maßstab durch Auftauen des Permafrostbodens sowie die Albedoabnahme des arktischen Raums (vgl. Abb. 4).



**Abb. 4: Entwaldung und ihr Anteil an den anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen**

**Oben: aktueller Anteil; unten: bei einer globalen Temperaturerhöhung von mehr als 2°C droht der Anteil durch positive Rückkopplungsprozesse erheblich zu steigen (weitere Erläuterungen im Text).**

Das Thema Waldschutz wird im Rahmen der Konvention unter dem Themenkomplex LULUCF behandelt. Wichtige Stationen dieser Verhandlungen waren in jüngster Zeit der 11. Klimagipfel Ende 2005 in Montreal, wo Papua Neuguinea und Costa Rica das Thema offiziell auf die Tagesordnung brachten und eine Wald-AG gegründet wurde (CAN INTERNATIONAL 2006). Nach den Verhandlungen der Konventions-Nebenorgane in Bonn im Mai 2006 folgte im August/September 2006 ein Workshop speziell zum Thema Entwaldung in Rom (UNFCCC 2006). Der 12. Klimagipfel in Nairobi im November 2006 wird das Thema wieder aufgreifen.

Bei den Post-2012-Verhandlungen spielen für den Waldschutz in den Tropen vor allem zwei Optionen eine Rolle. Erstens könnte er in den CDM integriert und die Reduktionsziele der Industriestaaten entsprechend ehrgeiziger gestaltet werden. Hier wäre sehr viel Qualifizierung zu leisten, um die Teilnahme von Tropenwaldstaaten an entsprechenden Projekten zu ermöglichen. Zweitens muss über andere Anreizsysteme nachgedacht werden, da ein Schaffen der Voraussetzungen zur Teilnahme an o.g. Projekten in vielen Ländern derzeit auf absehbare Zeit unrealistisch erscheint (CAN INTERNATIONAL 2006).

### G8-Prozess

Der Klimaschutz war eines der Hauptthemen beim G8-Gipfel 2005 in Gleneagles (UK). Zu den wichtigsten Fortschritten zählte, dass US-Präsident George W. Bush dort erstmals - zumindest andeutungs-

<sup>1</sup> Modellen zufolge lagern ca. 120 Gt C in den Böden und 160 Gt C in der Vegetation Südamerikas (CHRIS D. JONES, pers. Mitt.). Ein erheblicher Teil hiervon liegt im Amazonas-Becken, hiervon wiederum würde bei Versteppung ein erheblicher Teil in die Atmosphäre emittiert.

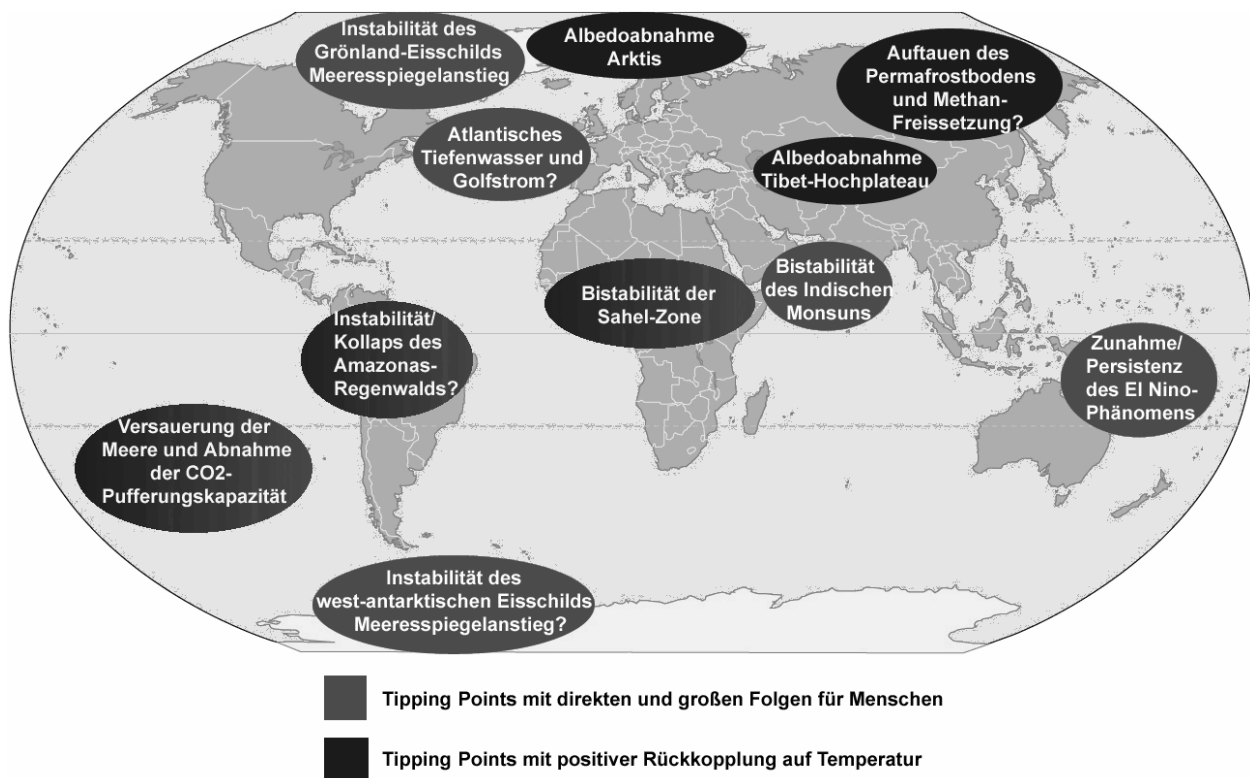
weise - den Klimawandel öffentlich als Problem bezeichnete (THE WHITE HOUSE 2005a, b). Es zeichnet sich ab, dass auch 2007 (Heiligendamm, D) Klimathemen eine zentrale Rolle spielen werden. Für den G8-Gipfel 2008 in Japan steht das Thema fest auf der Tagesordnung. U. a. wird dort die Weltbank eine "Strategie für klimafreundliche Investitionen" vorstellen.

### Bilaterale Klima- und Energieabkommen

Es gibt es viele Punkte, die sich aus prinzipiellen Gründen besser - oder nur - bilateral regeln lassen. Außerdem haben wichtige globale Akteure derzeit keine Verpflichtungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls, so dass hier kurzfristig nur auf bilateralem Wege Vereinbarungen möglich sind. Dies ist jedoch nur sinnvoll, wenn diese Abkommen in Ergänzung zur Klimakonvention und zum Kyoto-Protokoll wirken und diese Prozesse nicht torpedieren.

### Einfluss jüngster klimawissenschaftlicher Erkenntnisse / Tipping Points

Zu den Haupttriebkraften für die klimapolitische Debatte zählen derzeit die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse über Auswirkungen des Klimawandels, die bereits jetzt nicht mehr ganz zu verhindern sind, die spätestens bei mehr als 2°C Temperaturerhöhung jedoch aller Voraussicht nach zu Gefahren von globalem Ausmaß führen würden, die nur noch schwer - wenn überhaupt - zu kontrollieren wären (SCHELLNHUBER et al. 2006). Verhältnismäßig neu sind die wissenschaftlichen Erkenntnisse über nicht-lineare Veränderungen, d.h. über "Tipping Points" (Kipp-Punkte), bei denen ein System jenseits einer nur abschätzbaren, aber schwer exakt im Voraus definierbaren Temperaturgrenze seinen Zustand ändert (siehe Abb. 5, vgl. auch SCHELLNHUBER et al. 2006, BALS & HAMM 2006).



**Abb. 5: Mögliche Kipp-Punkte des Klimawandels (BALS 2006). Die Wahrscheinlichkeit für ein "Umkippen" dieser Systeme steigt bei deutlich mehr als 2°C Erwärmung stark an.**



Ein sowohl für das globale Klimasystem als auch unmittelbar für die globale Biodiversität bedeutsamer Kipp-Punkt ist mit der Instabilität des Amazonas-Regenwalds verknüpft (SILVEIRA SOARES-FILHO et al. 2006, BETTS et al. 2004, COX et al. 2004). Gegen Ende des 21. Jahrhunderts droht dieses Waldgebiet aufgrund von vier sich gegenseitig verstärkenden Faktoren in ein Steppengebiet umzukippen: 1.) Fehlende Eisen-Düngung von Sahel-Winden, 2.) Abholzung, 3.) lokale Klimaveränderung (Albedo-Veränderung) und 4.) globale Klimaveränderung.

## Literatur

- BALS, C. & HAMM, H. 2006: Klimawandel: Die Welt am Scheideweg. Natur & Kosmos, Nov./Dez. 2006, S. 20-26. <http://www.germanwatch.org/klima/kosmos06.htm>
- BALS, C. 2006: Kipp-Punkte im Klimasystem. Interview mit Hans Joachim Schellnhuber. Germanwatch, Bonn. <http://www.germanwatch.org/rio/hjsint06.pdf>
- BETTS, R.A., COX, P.M., COLLINS, M., HARRIS, P.P., HUNTINGFORD, C. & JONES, C.D. 2004: The role of ecosystem-atmosphere interactions in simulated Amazonian precipitation decrease and forest dieback under global climate warming. *Theor. Appl. Climatol.* 78, 157-175.
- CAN INTERNATIONAL 2006: Reducing emissions from tropical deforestation. Climate Action Network International, Bonn. [http://www.climnet.org/EUenergy/forests\\_and\\_climate\\_change/0506\\_briefingpaper\\_Deforestation.pdf](http://www.climnet.org/EUenergy/forests_and_climate_change/0506_briefingpaper_Deforestation.pdf)
- COX, P.M., BETTS, R.A., COLLINS, M., HARRIS, P.P., HUNTINGFORD, C. & JONES, C.D. 2004: Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. In: *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 78, Seite 137–156.
- GEISBÜSCH, S., KIER, G. & TREBER, M. 2002: Die internationalen Klimaverhandlungen und ihre Akteure. Eine Einführung. Germanwatch, Bonn. <http://www.germanwatch.org/fohlen/fccc.ppt>
- KIER, G. & BALS, C. 2003: Der Handel mit Treibhausgasreduktionen in der EU. Germanwatch, Bonn. <http://www.germanwatch.org/fohlen/eu-et/eu-et.pdf>
- SHELLNHUBER, H.J. ET AL. (Hrsg.) 2006. *Avoiding Dangerous Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. <http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/internat/dangerous-cc.htm>
- SILVEIRA SOARES-FILHO, B. et al. 2006: Modelling conservation in the Amazon basin. In: *Nature* 440: 520-523.
- THE WHITE HOUSE 2005a: President and Prime Minister Blair Discuss Africa, Trade, Climate Change. Press release, July 7, 2005. <http://www.whitehouse.gov/news/releases/2005/07/20050707.html>
- THE WHITE HOUSE 2005b: Fact Sheet: President Bush is Addressing Climate Change. Press release, June 30, 2005. <http://www.whitehouse.gov/news/releases/2005/06/20050630-16.html>
- UNFCCC 2006: Workshop on reducing emissions from deforestation in developing countries. Rome, Italy, 30 August - 1 September 2006. [http://unfccc.int/methods\\_and\\_science/lulucf/items/3757.php](http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/3757.php)

## Moor<sup>4</sup>: Synergien zwischen den Rio-Konventionen und der Ramsar-Konvention

JOHN COUWENBERG & HANS JOOSTEN

Mit Zuarbeiten von ALJOSJA HOOIJER (Delft Hydraulics), MARCEL SILVIUS (Wetlands International) & HERBERT DIEMONT (Alterra Wageningen)

Moore haben eine große Bedeutung in Bezug auf Klima, Bodenstabilität, Landschaftswasserhaushalt und Biodiversität und sie spielen eine wichtige Rolle bei Armut und Armutsbekämpfung.

### Moore und Klima

Moore umfassen ca. 4 Millionen km<sup>2</sup>, etwa zwei Drittel finden sich in den borealen und gemäßigten Bereichen, ein Drittel in den Tropen. Obwohl sie nur 3% der Landesfläche unserer Erde ausmachen, enthalten ihre Torfe etwa  $550 \times 10^9$  Tonnen Kohlenstoff. Das entspricht 30% des gesamten terrestrischen Kohlenstoffs und ist äquivalent zu 75% des atmosphärischen Kohlenstoffs; soviel wie in

aller terrestrischen Biomasse und zweimal soviel wie in aller Waldbiomasse der Welt. Pro Hektar findet sich in Mooren im Schnitt weit mehr Kohlenstoff als in anderen terrestrischen Ökosystemen (Tabelle 1).

Dieser Kohlenstoff wurde über Tausende von Jahren akkumuliert: Moore sind Kohlenstoffsenken. Allerdings stoßen sie auch Methan und Lachgas aus, aber weil dies schon über Jahrtausende stattfindet und diese Substanzen langfristig in der Atmosphäre abgebaut werden, tragen wachsende Moore nicht zu einer Zunahme der Treibhausgase Methan und Lachgas bei. Weil sie dauernd Kohlendioxid aus der Atmosphäre entziehen, verringern Moore langfristig substantiell den Treibhauseffekt.

Die Bedeutung der Moore für den Klimawandel liegt vor allem in ihrem gigantischen Kohlenstoffvorrat. Moore sind empfindliche Ökosysteme und menschliche Eingriffe haben oft verheerende Folgen. Entwässerung führt zu Torfoxidierung, wobei große Mengen subfossilen Kohlendioxid freigesetzt werden. Emissionszentren finden sich z.B. in Florida (USA) und in Ontario (Kanada), wo große Moorflächen landwirtschaftlich genutzt werden. Ähnliches findet man in Nordwest-Europa inklusive Nordostdeutschland sowie in Ost-Europa (Weißrussland, Ukraine, Russland). Auch in China wurden große Moorflächen für Land- und Viehwirtschaft entwässert (Nordost-China, Ruoergai-Hochebene). Auf Grund der tropischen Bedingungen sind die Probleme in Südostasien massiv. Dort werden aus über 7 Millionen ha entwässerten Moorflächen pro Jahr geschätzte 700 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert.

Weitaus mehr CO<sub>2</sub> wird bei Moorbränden freigesetzt. In der Trockensaison 1997/98 brannten 1,5-2,2 Millionen ha indonesische Moore, wobei 3.000 bis 9.400 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> freigesetzt wurden (PAGE et al 2002). Die Brände treten jedes Jahr auf. Im Oktober 2006 brannten über 260.000 ha Regenwaldmoor allein auf Borneo (pers. Komm. ANDREAS LANGNER & FLORIAN SIEGERT). Seit 1970 sind durch Entwässerung und Brände in Indonesien über 3,7 Million ha Moor verschwunden. Man schätzt, dass zwischen 1990 und 2002 im Schnitt pro Jahr etwa 1.500 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> aus indonesischen

Tab. 1: Kohlenstoffmengen in ausgewählten Ökosystemen

Ökosystem	Kohlenstoff (t C/ha)
arktische Tundra	108
arktische Moore	360
Boreale Wälder	289
Boreale Moore	1120
tropische Regenwälder	316
tropische Moor-Regenwälder	3166
Mammutbaum-Wälder	726
Moore (Mittelwert)	1375

Mooren in die Atmosphäre gelangten (SILVIUS 2006). Für gesamt Südostasien dürften dies 2.500 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> sein und weltweit wird eine jährliche Freisetzung von rund 3.500 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> geschätzt. Das entspricht etwa 20 km<sup>3</sup> Torf. Tendenz: steigend.

Eine alarmierende Entwicklung ist, dass der Markt für Biobrennstoffe wächst und Moore in Südostasien zunehmend für Ölpalmanbau entwässert werden. Mittlerweile stammt jeder dritte Liter ostasiatisches Palmöl von tief entwässerten Moorböden. Mit Erträgen von 3-5 Tonnen Palmöl pro ha werden bis zu 100 Tonnen CO<sub>2</sub> freigesetzt. (der Ausstoß durch Moorbrände, die für die Urbarmachung eingesetzt werden, ist dabei nicht berücksichtigt). Mit jeder Tonne Bioöl kann der Ausstoß von 3 Tonnen CO<sub>2</sub> aus Mineralöl vermieden werden. Mit jeder Tonne Palmöl werden aber 7 bis 11 Tonnen CO<sub>2</sub> aus Mooren freigesetzt. Jede Tonne Palmöl als Alternative zu Mineralöl führt also tatsächlich zu einer Zunahme des CO<sub>2</sub> Ausstoßes um 4 bis 7 Tonnen!

Moore sind Kohlenstoff-Bomben. Die UNFCCC sollte sich baldmöglichst mit ihnen befassen, wobei die höchste Priorität den tropischen Mooren gelten sollte.

### Moore, Wasser und Bodenstabilität

Moore sind Feuchtgebiete; etwa 10% des Süßwassers unserer Erde befindet sich in Mooren. Moore spielen eine wichtige Rolle in dem Landschaftswasserhaushalt, sie sind wie Schwämme, die Wasser speichern und es allmählich freilassen. Somit gleichen sie Wasserflüsse aus und entschärfen Dürren und Überflutungen. Viele große Flüsse wie der Yangtze, der Gelbe Fluss, Ob, Wolga, Pripyat und Mississippi werden von Mooren gespeist. Durch Verdunstung kühlen und befeuchten Moore die Luft und beeinflussen lokales und regionales Klima. Moore in Küstenlage bilden einen effektiven Schutz gegen Flut- und Sturmwellen. Diese Funktionen sind alle an einen intakten Moorwasserhaushalt gebunden.

In den zentralasiatischen Gebirgen werden Moore immer stärker als Weide genutzt. Überbeweidung und Entwässerung führen zur Degradierung und Erosion der Moore. Innerhalb von 20 Jahren kann ein einst feuchtes Moor zu einer trockenen Wüste werden. Ähnliches sehen wir in Zentral- und Osteuropa, wo große Moorflächen entwässert wurden, als der Bedarf nach landwirtschaftlichen Flächen groß war und auch die Grenzertragsstandorte genutzt wurden. Durch Moorsackung und Bodendegradierung ist die ursprünglich geplante, moorfremde Nutzung nicht mehr möglich und die Flächen werden verlassen, welches wiederum zu Leerlauf der ländlichen Regionen führt. Weltweit sind durch landwirtschaftliche Nutzung etwa 400.000 km<sup>2</sup> Moorfläche degradiert.

Moore schützen Boden und Wasser; hier liegt eine Aufgabe für die UNCCD, mit den Gebirgsmooren in Zentralasien als höchster Priorität.

### Moore und Biodiversität

Die biologische Vielfalt ist in Mooren besonders ausgeprägt auf der intra-spezifischen (genetischen) und auf der Ökosystemebene. Die Artenvielfalt ist dagegen gering im Vergleich zu benachbarten Ökosystemen, jedoch findet sich ein hoher Anteil stark spezialisierter Arten. Außerdem bieten Moore mit ihrer Unzugänglichkeit und Störungsfreiheit zunehmend letzte Refugien für Arten die nicht unbedingt an Moore gebunden sind (COUWENBERG & JOOSTEN 2006). In einem sich ändernden Klima bieten Moore mit ihrem kühlen Mikro- und Mesoklima wichtige Anpassungsräume für verdrängte Organismen.

Die Besonderheiten der Moor-Biodiversität finden bei der UN CBD und der Ramsar Konvention zunehmend Beachtung, jedoch werden Moore noch immer stiefmütterlich behandelt. So verbergen sie

sich in 20 Typen von Feuchtgebieten der Ramsar-Konvention, wo sie mit Nicht-Mooren zusammengewürfelt sind. Ähnliches trifft auf die EU-FFH-Richtlinie und die Bern-Konvention zu, wo Moore in 40 bzw. 60 Kategorien vertreten sind.

Biodiversitätsschutz von und in Mooren bedarf besondere Aufmerksamkeit, auch in Zusammenhang mit Klimaänderungen. Eine „moordimensionale“ Betrachtung ist notwendig.

### Moore und Armut

Durch Nutzung und fortschreitende Entwässerung degradieren Moore rasch und die Nutzung muss oft bald aufgegeben werden. Als solches sind sie Armutfallen, wo Degradation, Übernutzung und Armut einander gegenseitig verstärken. So werden in Indonesien illegal Bäume gefällt, die über Gräben abtransportiert werden. Diese Gräben führen zu Austrocknung gefolgt von Bränden. Die Brände treffen die arme Bevölkerung am härtesten. In den Jahren 1997/98 erkrankten hunderttausende Menschen am beißenden Rauch und Millionen von Arbeits- und Schultagen gingen verloren. Der Gesamtverlust an Natur-, Geschäfts- und Eigentumskapital wird auf über 9 Milliarden US\$ geschätzt. In Süd-Kalimantan leiden 30% der Kinder unter 5 Jahren an Erkrankungen der Atemwege und Wachstumsstörungen.

Es ist durchaus möglich, Moore nachhaltig zu nutzen, z.B. durch selektive Holzernte und Anbau von Sago und Jelutung in den Tropen oder durch Anbau von Schilf und Erle in den gemäßigten Bereichen.

Es ist unbedingt notwendig Moore und Armut zu entkoppeln indem alternative, nachhaltige Nutzungsformen entwickelt werden.

### Finanzielle Aspekte

Klimaschutz wird zunehmend zu einem Geschäft und Investitionen dürften 2008 mit Beginn der Evaluierungsperiode des Kyoto-Protokolls nur noch steigen. Allerdings bleiben solche Investitionen zwecklos, wenn Moordegradation nicht gestoppt und rückgängig gemacht wird. Weltweit wird durch Menschen bedingt pro Jahr 4-mal so viel CO<sub>2</sub> freigesetzt als die Annex I Länder bei erfolgreicher Kyoto-Umsetzung gegenüber 1990 einsparen würden. Auch wenn alle Länder dieser Erde das Kyoto-Protokoll ratifizieren und ihre Emissionen erfolgreich um 5% gegenüber 1990 reduzieren würden, wird dennoch aus Mooren jedes Jahr über 2 mal so viel CO<sub>2</sub> freigesetzt.

Dazu kommt, dass Wiedervernässung äußerst kosteneffektiv ist, umso mehr, da es sich mit nachhaltiger Nutzung und der Erhaltung lebenswichtiger Ökosystemfunktionen kombinieren lässt. Mit Schutz, Wiedervernässung und nachhaltiger Nutzung entsteht eine mehrfache Win-Win-Situation. Moore sind Paradebeispiele um die internationale Abkommen UNFCCC, CBD, Ramsar-Konvention, UNCCD, World Water Forum und CSD zu verknüpfen. Neben Klimaschutz, der ökonomisch sehr attraktiv ist, wird die biologische Vielfalt geschützt. Darüber hinaus können mit nachhaltigen Nutzungsformen Degradation, Erosion und Brand vorgebeugt und so die Moore als sichere Ertragsstandorte etabliert werden, die helfen Armut zu verringern.

Dazu bedarf es aber langfristige Investitionen damit ökonomische und soziale Sicherheit geboten werden können. Ein Multi-Donor-Treuhandfond kann die Interessen für alle Beteiligten abdecken. Die Errichtung eines solchen Fonds dürfte nicht schwierig sein, denn hier gilt: Eins bezahlen, drei gratis dazu!

## **Literatur**

- COUWENBERG, J. & JOOSTEN, H. (2006) Peatlands, Climate, Biodiversity. In: H. Korn, R. Schliep & J. Stadler (eds.): Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland II. BfN Skripten 180, pp. 35-37.
- PAGE, S.E., SIEGERT, F., RIELEY, J.O., BOEHM, H.D., JAYA, A. & LIMIN, S. (2002) The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature*, 420: 61-65
- SILVIUS, M., JOOSTEN, H. & HOOIJER, A. (2006) A Win4All through peatlands restoration. Presentation at the 5<sup>th</sup> European Conference on Ecological Restoration. 21-25 August 2006, Greifswald.  
<http://www.imcg.net>

## **Praktische Hilfsmittel zur kohärenten Umsetzung internationaler Umweltschutzverpflichtungen - Das Modul zu Biodiversität und Klimawandel des IUCN Umweltrechtszentrums im Rahmen des UNEP „Issue Based Modules“-Projekts**

DANIEL KLEIN

### **Ausgangslage**

Die Umsetzung internationaler Umweltschutzverpflichtungen ist eine komplexe Aufgabe. Zu den bereits zahlreichen Übereinkommen und Protokollen treten Entscheidungen und Resolutionen der Vertragsstaatenkonferenzen, die der innerstaatlichen Umsetzung bedürfen sowie Empfehlungen und Leitlinien, die bei dieser Umsetzung helfen und Anleitung geben sollen. Neben den multilateralen sind regionale Umweltschutzverpflichtungen und für die Staaten der EU die europarechtlichen Vorgaben zu beachten. Allein die Kenntnis aller für das eigene Land einschlägigen Verpflichtungen und Empfehlungen stellt in der Praxis eine Herausforderung dar, umso mehr die Sicherstellung einer kohärenten Umsetzung.

Eine Umsetzung, die auf Stimmigkeit bedacht ist und die Möglichkeiten von Synergien identifiziert und effektiv nutzt, ist wiederum angesichts der sich in vielen Umweltbereichen verschärfenden Problemlagen von enormer Wichtigkeit. Dies gilt in besonderem Maße für den Schutz der biologischen Vielfalt und seine Überschneidungen mit dem Klimaschutz.

### **Antwort des UNEP „Issue Based Modules“-Projekts**

Das Projekt der „*Issue Based Modules*“, welches seit 2005 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) in Kooperation mit der Weltnaturschutzunion (IUCN) und dem UNEP *World Conservation Monitoring Centre* (WCMC) durchgeführt wird, hat sich die Entwicklung eines Hilfsmittels zum Ziel gesetzt, das

- den Parteien den Überblick über ihre internationalen Verpflichtungen erleichtert sowie
- direkten Zugang zu den Quelltexten bietet.

In Abstimmung mit fünf Konventionssekretariaten sind zunächst vier Querschnittsfragen und sektorübergreifende Probleme des Biodiversitätsschutzes ausgewählt und so genannte Module erarbeitet worden.<sup>2</sup>

Diese sind:

- Biodiversität und Klimawandel (*Biodiversity and Climate Change*),
- Nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt (*Sustainable Use*)

---

2 Dies sind die Sekretariate von fünf globalen Übereinkommen zum Biodiversitäts-, Natur- und Artenschutz, nämlich des Ramsar-Übereinkommens über Feuchtgebiete, des UNESCO-Übereinkommens zum Schutz des Welterbes, des Übereinkommens über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Pflanzen (CITES), des Übereinkommens zur Erhaltung der wandernden wild lebenden Tierarten (CMS) und des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD).

- Binnengewässer und Feuchtgebiete (*Inland Waters*) und
- Invasive gebietsfremde Arten (*Invasive Alien Species*).

Ein fünftes Modul zum Thema Schutzgebiete wird im kommenden Jahr mit Unterstützung des BfN entwickelt werden.

### **Das Modul „Biodiversität und Klimawandel“**

Ähnlich wie die übrigen Module, gruppiert das vom IUCN-Umweltrechtszentrum erarbeitete Modul „Biodiversität und Klimawandel“ die relevanten internationalen Verpflichtungen und Empfehlungen in einzelne Bereiche (*sections*), die wiederum in einzelne Tätigkeitsfelder (*activities*) und ggf. weiter in spezifische Komponenten (*components*) heruntergebrochen werden. Durch Kurzfassungen sind die zu einer bestimmten Frage existierenden internationalen Vorgaben (Bsp.: Vorgaben zur Stärkung der Resilienz von Berg-Ökosystemen gegenüber dem Klimawandel) unmittelbar im Überblick ersichtlich. Verbindungen, Überschneidungen, aber auch potentielle Konflikte und Lücken lassen sich leichter identifizieren. Häufig weisen die von den Autoren der Module gegebenen Kommentare (*author commentaries*) gesondert auf existierende Verbindungen und Parallelen hin, geben Erläuterungen zum Kontext und andere weiterführende Informationen und Hinweise. Die entsprechenden links bieten den direkten Zugriff auf die Originaltexte.

In die Analyse werden neben den relevanten globalen Übereinkommen<sup>3</sup> seit der zweiten Projektphase auch einschlägige regionale Abkommen aus bisher zwei Regionen – Europa und Afrika – einbezogen. Eine Erweiterung um die wesentlichen Regionalabkommen des lateinamerikanischen und karibischen Raums ist für das Jahr 2007 geplant. Derzeit existieren die Module in drei der sechs UN-Sprachen (Englisch, Französisch, Russisch).

### **Einbeziehung der Nutzer und Publizität der Module**

Zielgruppen der Module sind insbesondere

- Mitarbeiter staatlicher Stellen, die mit der Umsetzung betraut sind (Entscheidungsträger in Legislative, Ministerien, Verwaltung, nationale *Focal Points* etc.)
  - Internationale Organisationen sowie Konventionssekretariate u. ihre Institutionen
  - Internationale und nationale Nichtregierungsorganisationen (NROs),
- aber auch
- Wissenschaft und Forschung sowie
  - die interessierte Öffentlichkeit.

---

3 Dazu zählen neben den fünf biodiversitätsbezogenen Übereinkommen (siehe Anm. 1) insbesondere das Klimarahmenübereinkommen und das Kyoto-Protokoll, das UN-Übereinkommen zur Bekämpfung der Wüstenbildung (UNCCD), aber auch das UN-Seerechtsübereinkommen, die Internationale Pflanzenschutzkonvention (IPPC) und das SPS-Übereinkommen zur WTO.

Um eine größtmögliche Praktikabilität zu erzielen, werden die potentiellen Nutzer der Module auf verschiedene Weise einbezogen. So sind acht Pilotländer aus den Regionen Afrika und Europa seit Beginn des Projekts an der Entwicklung und Umsetzung der Module beteiligt. Zudem wurde bislang in zwei Peer Review-Prozessen ein Kreis von 400 nationalen und internationalen Experten aus den Anwendungsbereichen der Übereinkommen um Kommentare, Kritik und Verbesserungsvorschläge gebeten, welche in der jeweiligen Folgephase des Projekts umgesetzt worden sind.

### **Zukünftige Schritte**

Die *Issue Based Modules* sind weiterhin Teil des UNEP Arbeitsprogramms 2006-07 und darüber hinaus. Ein "Handbuch" für die Entwicklung von zukünftigen Modulen ist derzeit in Arbeit, die Erarbeitung von Richtlinien und Fallstudien zur der Verwendung der Module geplant. Die Finanzierung der Erweiterung auf die Region Lateinamerika und Karibik ist für 2007 gesichert. Weitere Schritte, wie die Übersetzung in die übrigen UN-Sprachen oder die weitere Entwicklung neuer Module (z.B. zu den Themen Wald oder *Access and Benefit-Sharing*) hängen maßgeblich von der Verfügbarkeit neuer Finanzierungsmöglichkeiten ab.

Insbesondere die zukünftige Sicherung der Aktualisierung der Module sowie zur weiterer Verbreitung und Training in der Anwendung der Module ist für das gesamte Modul-Projekt von entscheidender Bedeutung. Schließlich erscheint eine Ergänzung durch anschlussfähige Module auf der nationalstaatlichen Ebene als wünschenswert.

### **Offener Prozess**

Insgesamt ist die Entwicklung der Module ist noch nicht abgeschlossen. Die Projekt-Webseite ist aber bereits in weiten Teilen funktionsfähig. Sie ist zugänglich unter der derzeitigen Adresse:

<http://svs-unepibmdb.net>

Die Weiterentwicklung und Verbesserung der Module ist ein offener Prozess. Kommentare und Anregungen sind stets willkommen unter: [comments@svs-unepibmdb.net](mailto:comments@svs-unepibmdb.net) .



## **3.6 Klimawandel und Wälder – Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und Anpassungsstrategien**

### **Freiheitsgrade in die Zukunft mit klimaplastischen Wäldern**

MARTIN JENSSEN

#### **Problemstellung**

Es besteht heute kein Zweifel daran, dass die anthropogen verursachte Zunahme von Treibhausgasen in der Atmosphäre einen vehementen Eingriff in das Klimasystem darstellt, der mit hoher Wahrscheinlichkeit in kommenden Jahrzehnten zu deutlichen und rasanten Veränderungen des Witterungsgeschehens führen wird. Welcher Art diese Auswirkungen sein werden, ist zumindest im regionalen Maßstab und über längere Zeiträume mit großen Unsicherheiten behaftet. Regionalisierte Aussagen über längere Zeiträume von wenigstens 100 bis 200 Jahren sind jedoch für forstliche Planungen zwingend erforderlich. Klimaexperten schätzen allerdings weitgehend übereinstimmend ein, dass die bereits für die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts nachgewiesene Zunahme von Witterungsextremen sich auch in die Zukunft hinein noch fortsetzen wird.

Wir müssen also Wälder in eine sich mit hoher Wahrscheinlichkeit schnell verändernde und extremer werdende Umwelt hinein entwickeln. Dabei sind die für Planungen relevanten Parameter der Veränderung vielfach unbekannt. Das Problem von Unvorhersagbarkeit und mangelndem Wissen betrifft jedoch keinesfalls nur das Klimasystem. Tatsächlich verändern sich neben den physikalischen auch chemische Klimaparameter wie Ozon- und CO<sub>2</sub>- Konzentrationen oder der Eintrag von N-Verbindungen in die Wälder. Welche Komplexwirkungen diese sich verändernden Umweltbedingungen auf Stabilität und Wachstum von Waldbäumen haben werden, ist selbst mit den fortgeschrittensten physiologischen Prozessmodellen derzeit kaum einzuschätzen.

#### **Das Konzept der Klimaplastizität**

Eine deutliche Senkung des Risikos angesichts einer schwer vorhersagbaren und wechselhaften Zukunft erreicht man häufig durch Diversifikation der Entwicklungsoptionen. Bezogen auf die Wälder der Zukunft kann dies heißen: wir sollten nicht einseitig auf bestimmte Baumarten setzen, sondern vielmehr auf baumartenreiche Waldgesellschaften, die möglichst viele Freiheitsgrade in die Zukunft hinein besitzen. Der Begriff der Waldgesellschaft impliziert bereits, dass es nicht um die Schaffung einer beliebigen Baumartenvielfalt geht, sondern um eine Vielfalt aus miteinander unter bestimmten ökologischen Bedingungen vergesellschafteten Baumarten. Die Vision sind Wälder, die eine größere Amplitude von Umweltbedingungen in unterschiedlicher Richtung abpuffern können und die sich einem

dauerhaft ausbildenden Trend aus sich heraus, weitgehend in Selbstorganisation oder zumindest mit einem geringen Aufwand an forstlicher Begleitung, anpassen können.

Diese besondere Eigenschaft von Ökosystemen, sich ohne längere Sukzessionsfolgen und bei gleichzeitiger Erhaltung ihrer Lebensfunktionen (Produktivität, geschlossene Kronendächer, Mikroklima etc.) bei veränderlichen Umweltbedingungen strukturell selbst zu organisieren, bezeichnen wir als *Plastizität*. Im Unterschied zu *Resilienz* oder *Elastizität* bezeichnet Plastizität die Fähigkeit einer gerichteten Strukturanpassung, bei dem das Ökosystem in der Regel nicht in seinen Ausgangszustand zurückkehrt.

Die Plastizität eines Baumes (Organismus) ist relativ begrenzt und nur im Rahmen seiner physiologischen Anpassungsfähigkeit gegeben. Auf der Ebene der Population von Waldbäumen ist die Plastizität bereits größer, wenn die Ausgangspopulation eine hinreichend hohe genetische Diversität besitzt. Auf der Ebene der Waldgesellschaften, also der miteinander vergesellschafteten Baumartenpopulationen ist die Plastizität besonders hoch, wenn die konstituierenden Baumarten selbst jeweils eine breite ökologische Amplitude abdecken.

### **Klimaplastische Waldentwicklungstypen nach natürlichem Vorbild: zentrale Projektidee des BMBF-Verbundprojektes NEWAL-NET**

Gemessen an mitteleuropäischen Verhältnissen zeigt sich im nordostdeutschen Tiefland bei der Analyse naturnaher Waldgesellschaften eine relativ hohe Diversität von knapp 40 Baumarten, die seit der letzten Eiszeit das Land erreicht haben. Bemerkenswert ist, dass diese Baumarten ein außerordentlich breites Spektrum unterschiedlicher geografischer Herkunft und damit auch eine breite Amplitude von klimatischen Verhältnissen abdecken. Das ist die entscheidende Grundlage, um die heimischen Baumarten als Strukturelemente klimaplastischer Waldaufbauformen einzusetzen.

Als natürliches Vorbild klimaplastischer Waldentwicklungstypen dient insbesondere ein Buchenmischwald, dessen natürliche Vorkommen unter heutigen klimatischen Verhältnissen z.B. am Südrand des baltischen Buchenwaldareals (Nordost-Brandenburg/Südost-Mecklenburg-Vorpommern, Nordwest-Polen), in Nordost-Bayern, am Rande des Thüringer Keuperbeckens, an den Bördenrändern Sachsens und Sachsen-Anhalts nachgewiesen wurden.

Bestandesbildende Baumarten der sich im klimatischen Übergangsbereich zwischen dem atlantisch getönten Buchenwaldklima und eher subkontinental getönten Klimaverhältnissen in Selbstorganisation ausbildenden Mischwäldern sind auf mittelmäßig nährstoffversorgten bis nährkräftigen und nährkräftigen Böden vor allem Buche, Hainbuche, die heimischen Eichenarten und Winterlinde. Im nährstoffreichen sowie im feuchteren Standortsbereich sind natürliche Beimischungen von Esche, Berg- und Spitzahorn, Flatter- und Bergulme sowie vereinzelt von Vogelkirsche, Elsbeere und Wildobstarten möglich. Diese natürlichen Waldtypen aus heimischen und im Zuge der nacheiszeitlichen Waldentwicklung ausgelesenen und angepassten Baumartenkombinationen, die sich veränderlichen Umweltbedingungen in ihrer

Bestandsentwicklung vor allem durch Veränderung der relativen Mengenanteile der Baumarten anpassen können, werden als Grundlage zur Ableitung klimaplastischer Waldentwicklungstypen genutzt. Durch künstliche Einbringung, Förderung oder Pflege von Baumarten, die zwar auf den jeweiligen Standorten - zumindest in bestimmten Entwicklungsstadien und häufig nur in geringen Mengenanteilen - auch natürlich vorkommen, unter heutigen Klimabedingungen jedoch keine Bestandesbildner der so genannten Hauptwald- oder Schlusswaldgesellschaften darstellen, kann eine gezielte Naturabweichung zur Erhöhung der Klimaplastizität organisiert werden.

Das BMBF fördert seit dem vergangenen Jahr das Verbundprojekt NEWAL-NET (Nachhaltige Entwicklung von Waldlandschaften im Nordostdeutschen Tiefland), das sich mit der Modellierung, Regionalisierung und Bewertung natürlicher, ökonomischer und sozialer Potenziale von Waldlandschaften beschäftigt. Neben der Untersuchung klimaplastischer Waldaufbauformen mit hohen Potentialen der Wertschöpfung bei geringen Risiken unter veränderlichen Umwelt- und Marktbedingungen werden im Rahmen des Projektes die Nachhaltigkeit der Waldentwicklung und die Multifunktionalität der Wälder im Kontext der Landschaft bewertet und entwickelt. Zentraler Projektbestandteil ist die partizipative Umsetzung eines Leitbildes nachhaltiger Waldwirtschaft in einer Modellregion des Nordostdeutschen Tieflands.

Weitere Informationen: [www.waldkunde-eberswalde.de](http://www.waldkunde-eberswalde.de), [www.zalf.de](http://www.zalf.de)

## Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Wälder

GERD KLÖTZER

### 1. Grundlagen

#### - Prognose des Wandels

Bayerischer Klimaforschungsverbund: + 4° C im Sommer und 2,5° C im Winter <sup>2</sup>; dies ist nur ein Faktor

⇒ Zweiter Faktor vor allem:

- Verstärkung von Klimaextremen: Windstärken über 10 (Früher 1x in 50 Jahren - in den letzten 20 Jahren 5 x über 10)
- Trockenperioden
- Starkniederschläge ⇒ oberirdischer Abfluss

#### - Klima und Schadstoffe:

Stickstoffeintrag:

ph-Wert – Veränderungen ⇒ Mykorrhiza stirbt ab ⇒ Wasserversorgung (in Fein- und Mittelporen, die Wasser speichern, kann nur die Mykorrhiza)

[N – Zunahme 1986 bis 2000 über Braunerden 235kg/ha (18kg/ha/a)<sup>3</sup>]

Nährstoffauswaschung – (Verringerung Speicherkapazität)

#### - Standortsbedingungen:

Die Änderung der derzeitigen Standortsbedingungen erfolgt aus forstliche/waldkundlicher Sicht kurzfristig (innerhalb von 50 Jahren)

Die Entwicklung erfolgt wohl zum Teil exponential und wir stehen erst am Anfang

Eine Änderung um durchschnittlich 1 Grad im Jahrhundert könnte ein intaktes Waldökosystem abpuffern.

#### - Standortsansprüche der Baumarten:

Langfristige Generationenfolge z. T. 40 Jahre bis zur Geschlechtsreife

Reagieren auf Standortveränderung durch Auslese oder Konkurrenz bedarf Zeit (Baumgenerationen)

Problem Oberboden anders als Stammeigenschaften der Böden - bei tieferer

Durchwurzelung – Sind die jetzigen „natürlichen“ Verjüngungsprozesse auf Dauer unsere Zukunftsbaumarten? (Stickstoffbelastung → Ahorn Konkurrenz Buche????)

### 2. Auswirkungen

#### - Ergebnisse Waldschäden:

- (Phänotypische Wirkungen, Wachstumsgang Vegetationszeit)

Kiefer: zwischen 10 und 15 Prozent Stufe 2-4 und 50% Stufe 1, relativ konstant (Änderung der Ansprache)

Buche: 15 –20% Stufe 2-4 und 50 – 60% Stufe 1, stärker schwankend

- Ansprache an den Probeflächen:
  - Nutzung vor Entwertung (die Toten fehlen und werden durch neue ersetzt)
  - Veränderung des Anspracheschlüssels (Kiefer 1992 unter den „Halbkranken“ ist der „Viertelranke“ das gesunde Beispiel)
  - Phänotyp: subjektives Anspracheverhalten – Maßstab ist der vorgefunden Wald – siehe „Halbkranke“!!!!
- Veränderung der Vegetationszeiten:
  - Trockenphasen - Stress im Sommer - Vermehrtes Auftreten von Schadinsekten
  - Nutzung der Winterfeuchte ⇒ Nadelgehölze? Wie weit sind sie in der Lage das fehlende Sommerwachstum zu kompensieren?
- Potentielle Natürliche Vegetation
  - Deutschland - Buchenland auch noch in Zukunft?
  - Buche Altersklassenverhältnisse – Buchenvoranbauten zur Zeit noch in diesem Umfang richtig?
  - Schadgeschehen der Buche – nur Ausleseprozess oder Grenze der Vegetationsbedingungen

### 3. Schlussfolgerungen

- Veränderung der Standortsamplitude der Baumarten:
  - Traditionelle Baumarten auf andere Standorte (verschiebung zum Nassbereich)
  - Frage: wer deckt die Trockenbereiche ab?
- Frage Klimaxbaumarten – Zwischenwaldarten:
  - Zwischenwaldbaumarten mit breiterer Standortsamplitude, sind in der Lage kurzfristiger zu reagieren (reagieren innerhalb einer Baumgeneration)
  - Aber:**
    - Problem: Holzmarkt Verbrauch Verarbeitung andererseits 70 Prozent wird kleingeraspelt verwendet – Zellstoff, Spanplatten usw.!!!!!!
- Einbringung anderer Baumarten (Mittelmeer) :
  - Biodiversität – Regal voll stellen - Beispiel Fichtelberg Rauchschatzone I
  - Möglichkeiten der Änderung – Vergleichsrechnung:
    - 6.000ha Landeswald
    - nachhaltige jährliche Verjüngungsfläche bei Umtriebszeit 150 Jahre = 45 ha
    - geschafft in 2006: 30 ha
    - davon 10 ha Neuaufforstung auf Acker (also nicht in den 6000 ha, sondern neu dazu ⇒6010 ha)
    - 10 ha Naturverjüngung
    - 10 ha echte Pflanzung
  - bei 5 Revieren sind das je Revier 2 ha
  - selbst bei einer Anweisung 10% (0,2 ha) mit fremdländischen Baumarten aufzuforsten ergibt das je Revier nur 2 Flächen mit 33 x 33m<sup>2</sup> (0,1ha)
  - Insgesamt jährlich 1 ha exotische (vielleicht mediterrane) Baumarten

in 150 Jahren sind das in einem Wald von 6000 ha lediglich 150 ha. Aber wir müssen wissen, welche Baumarten bei unseren Standorten diesen Klimawandel überleben und **alle Funktionen** unseres Waldes übernehmen können.

- PNV ⇒ ZV (Zielvegetation oder klimaplastische Waldtypen)

Weg von PNV - es ist nichts mehr potentiell natürlich

Die Standortsfaktoren sind auch im naturnächsten Ökosystem, dem Wald, ganz stark human überlagert.

**Quellen:**

- Ammer, Ch., et. al., Zur Zukunft der Buche in Mitteleuropa, Allg. Forst- u. J.-Ztg. 176,4: 60-76;
- Bayerischer Klimaforschungsverbund (1999): Klimaänderungen in Bayern und ihre Auswirkungen Abschlußbericht , 90 S;
- Der Dauerwald, Zeitschrift für naturgemäße Waldwirtschaft, (August 2006);
- Dieckmann, Olaf; Waldbodenbericht der Forstverwaltung Mecklenburg – Vorpommern in: Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg – Vorpommern (Heft 5/2004);
- Elling, W.; Dittmar, Ch.;(2003): Neuartige Zuwachsdepressionen bei Buchen (AFZ/Der Wald, 58, 1: 42 –45)
- Fabian, Peter; Leben im Treibhaus, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2002
- Waldzustandsbericht Mecklenburg – Vorpommern 2005

## **Ist das hessische Naturwaldreservate-Programm auch für das Monitoring bezüglich Klimawandel und Biodiversität nutzbar?**

VOLKER GRUNDMANN

### **Das hessische Naturwaldreservate-Programm**

Im hessischen Staatswald wurden auf Beschluss des Hessischen Landtags vom 20.09.1988 in den Folgejahren 31 Naturwaldreservate (NWR), überwiegend Buchenwälder, eingerichtet. Ziel ist, den Zustand der Wälder und ihre ungestörte Entwicklungsdynamik zu erforschen. Da seit 1989 für den hessischen Staatswald die naturnahe Waldwirtschaft verbindlich eingeführt worden war, sollten auch Fragen zu dieser Wirtschaftsweise gestellt und beantwortet werden.

Auf den Reservatsflächen findet keine bewirtschaftende Maßnahme mehr statt.

Für 26 NWR wurde eine gleichstrukturierte Vergleichsfläche in naturnaher Bewirtschaftung eingerichtet, die ebenso intensiv beforscht wird, wie die Reservatsfläche. Die regionale und die standörtliche Verteilung der Reservate repräsentieren - mit Vorrang Buche- die meisten hessischen Waldgesellschaften.

Der Forschungskatalog deckt im Wesentlichen folgende Bereiche ab:

- Waldkundliche Aufnahmen (Baumarten, Bestockung, räumliche Struktur, Vegetation, Verjüngung, Einfluss Wildverbiss, Totholz ...)
- Waldgeschichte soweit erfassbar, ggf. Vergleich mit Pollenanalyse aus dem Nahbereich
- Walddynamik durch Aufnahme-Periodik
- Vegetationskundliche Untersuchungen
- Zoologische Untersuchungen (Forschungsinstitut Senckenberg)
- Sonderinventuren (Windwurforschung, Pilze, Fledermäuse, ...)

Die wald- und vegetationskundlichen Aufnahmen erfolgen je nach vorliegender Dynamik im Turnus von 10, 15 oder 20 Jahren. Die sehr aufwändigen zoologischen Untersuchungen werden voraussichtlich nach ca. 40 Jahren wiederholt werden können.

### **Bisherige Ergebnisse**

Die Wald- und vegetationskundlichen Wiederholungsaufnahmen zeigen in unterschiedlicher Intensität geringe bis vergleichsweise sehr deutliche Unterschiede zwischen den Reservats- und den Vergleichsflächen. Die Unterschiede sind nicht immer gleich gerichtet.

Erstmals in Europa wurde auf einer Buchen-Windwurffläche die Pilzsukzession an den Buchenstämmen über mehrere Jahre mit unterjähriger Auflösung untersucht.

Das „Highlight“ der hessischen NWR-Forschung ist die faunistische Inventur durch das Forschungsinstitut Senckenberg sowie durch ehrenamtliche Mitarbeiter für bestimmte Tierartengruppen.

In drei von sieben bisher (überwiegend noch nicht abschließend) untersuchten Reservaten wurden drei Tierarten gänzlich neu entdeckt, fünf waren neu für Deutschland, 73 neu für Hessen und je Reservat deutlich über 100 Rote-Liste-Arten. Da es nicht für alle Tierartengruppen Rote Listen gibt, spricht Senckenberg von 400 bis 500 bemerkenswerten Arten je Reservat.

4.000 bis 6.000 Arten je Reservat/Vergleichsfläche werden von Senckenberg geschätzt, bis auf die Artenebene bestimmt sind in zwei Reservaten 30 – 40% davon. Somit sind auf Waldflächen von 40 bis 80 ha Flächengröße bisher jeweils rund 12 bis 15% der mitteleuropäischen landlebenden Tierarten gefunden worden, ein allerdings für alle überraschendes Ergebnis!

### **Sonderauswertungen**

Auf der Basis der erhobenen Artenlisten sind auch besondere Auswertungen vorgenommen worden, zum Beispiel:

- Wald- und Freilandarten (Vegetation)
- Schlagflorenarten auf Windwurfflächen
- Arten spezifischer Waldgesellschaften
- Populationsgröße einer Zunderschwamm-bewohnenden Käferart
- Populationsdynamik einiger Käferarten und ihr räumliches Vorkommensmuster
- Jahresabfolge verschiedener Käferarten im selben Nahrungsbereich.

### **Nutzbarkeit für das Monitoring für Biodiversität und Klimawandel**

Die hessische Naturwaldreservate-Forschung ist ein prominentes Beispiel für eine systematische Untersuchung der Biodiversität der hessischen (Buchen-)Wälder. Auch wenn es „nur“ 31 Reservate sind, ist es aufgrund der räumlichen Verteilung und der Repräsentanz für hessische Buchenwälder mehr als eine Reihe von Fallstudien. Zugleich wird sich bei der Wiederholung der vor allem faunistischen Aufnahmen auch der zu erwartende Unterschied zwischen bewirtschafteten und nicht mehr bewirtschafteten Wäldern zeigen; heute ist ein solcher Unterschied bei der Erstinventur noch nicht erkennbar.

Die erhobene Datenfülle in Verbindung mit der Periodizität der Wiederholungsaufnahmen ist sicher auch geeignet, Veränderungen des Artenspektrums und ggf. der Diversität aufgrund des Klimawandels herauszufiltern.



## **Veröffentlichungen**

Die bisherigen Ergebnisse sind in der Schriftenreihe „Wald in Hessen“ des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz erschienen:

Reihe „Naturwaldreservate in Hessen“ Bände:

- 1 Naturwaldreservate in Hessen – Ein Überblick (1991)
- 2 Waldkundliche Untersuchungen – Grundlagen und Konzept (1993)
- 3 Zoologische Untersuchungen – Konzept (1992)
- 4 Holzzersetzende Pilze – Aphylophorales und Heterobasidiomycetes – des Naturwaldreservates Karlsruh (1994)
- 5/1 Niddahänge östlich Rüdingshain – Waldkundliche Untersuchungen (1996)
- 5/2.1 Niddahänge östlich Rüdingshain – Zoologische Untersuchungen 1 (1999)
- 5/2.2 Niddahänge östlich Rüdingshain - Zoologische Untersuchungen 2 (2000)
- 6/1 Schönbuche - Waldkundliche Untersuchungen (1997)
- 6/2 Schönbuche - Zoologische Untersuchungen Kurzfassung
- 6/2.1 Schönbuche - Zoologische Untersuchungen 1 (2003)
- 6/2.2 Schönbuche - Zoologische Untersuchungen 2 (2004)
- 7/1 Hohestein - Waldkundliche Untersuchungen – Schwerpunkt Flora und Vegetation
- 8 Weiherkopf – Natürliche Entwicklung von Wäldern nach Sturmwurf (2002)

## **Beispiel für eine Kommunikations- und Informationsstrategie und deren Umsetzung aus dem Bereich Wald und Forstwirtschaft**

INGOLF PROFFT & MICHAEL SEILER

### **Einleitung**

Der Klimawandel ist mittlerweile fast täglich in den Medien präsent und Gegenstand verschiedenster Tagungen und Workshops. Trotz dieser Präsenz muss festgestellt werden, dass die Auswirkungen des sich ändernden Klimas in erster Linie jedoch nur von den Fachleuten wahrgenommen und diskutiert werden. In der Bevölkerung wird dem Thema nur sehr wenig Beachtung geschenkt. Dass aber die Folgen des Klimawandels jeden Einzelnen in seinem persönlichen Umfeld treffen können, zeigen in zunehmendem Maße sehr spürbar die auftretenden Extremereignisse. Trotzdem wird das Thema Klimawandel für viele Menschen von den Problemen des Alltags überlagert. Daher sind Kommunikations- und Informationsstrategien erforderlich, die zielgruppenorientiert zugeschnitten sind, um jeden Einzelnen direkt zu erreichen. Dabei ist eine objektive und fundierte Darstellung des gesamten Themenkomplexes erforderlich, um Ängste, Unsicherheit oder gar Ignoranz gegenüber diesem Thema abzubauen bzw. zu vermeiden und gleichzeitig verstärkt für das Thema sensibilisieren.

Wesentliche Voraussetzung hierfür ist die Bereitschaft der Institutionen, Vereine, Verbände und Personen, die sich mit dem Thema Klimawandel beschäftigen, zu Kooperation und Vernetzung. Dies kann zum einen die Dringlichkeit für ein aktives Handeln verdeutlichen und zusätzlich zu einer aktiven (Mit)Arbeit bei bisher noch passiven potentiellen Handlungspartnern führen. Zum anderen zeigt dies, dass sich die einzelnen Handlungspartner nicht aus reinem Eigeninteresse im Sinne einer Existenzberechtigung mit diesem Thema beschäftigen, sondern der Schutz des Klimas nur gemeinsam unter Ausnutzung aller zur Verfügung stehenden Mittel, Möglichkeiten und Ansätze zukunftsweisend und langfristig erreicht werden kann.

### **Ein Ansatz aus Thüringen für den Bereich Wald & Klimawandel**

Seit 2001 beschäftigt sich die Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (TLWJF) in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, intensiv mit dem Themenkomplex Klimawandel und Rolle der Wälder im Kohlenstoffhaushalt. Standen in den ersten Jahren der Arbeit Fragen zu Kohlenstoffbindung in den Wäldern Thüringens sowie in Holzprodukten im Mittelpunkt der Betrachtung, so erweiterte sich das Spektrum seit 2004 mit Beginn des europäischen Forschungsprojektes CarboEurope-IP um den zweiten Schwerpunkt<sup>1</sup>: Informations- und Wissensvermittlung zum Thema

---

1 Die Bearbeitung der Fragestellungen zum Komplex Kohlenstoff in Waldökosystemen und Holzprodukten sowie deren Dynamik wird parallel zu dem im Folgenden dargelegten Schwerpunkt Informations- und Wissensvermittlung fortgeführt. Einen kurzen Überblick hierzu finden Sie im BfN-Skript 185 (Höltermann, A. und Hiermer, J. D. (Red.) (2006): Wald, Naturschutz und Klimawandel – Ein Workshop zur Zukunft des Naturschutzes im Wald vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels. Bonn) sowie im Internetportal „Wald & Klima“ (Menüpunkt SERVICE) unter <http://www.waldundklima.net/service.php>

Klimawandel zur Sensibilisierung des Forstsektors selbst und aller an Wald und Forstwirtschaft interessierten oder auch davon lebenden Bevölkerungsgruppen und –schichten. Dabei wird bewusst vermieden, sich ausschließlich auf die Darstellung der Risiken und Gefahren der Klimaveränderungen mit Fokussierung auf die Wälder zu beschränken und die daraus resultierenden Folgen für den Menschen – z. B. Verlust einzelner oder mehrerer Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen – aufzuzeigen. Es werden gleichzeitig auch Möglichkeiten aufgezeigt, wie durch eine nachhaltige Waldbewirtschaftung und eine optimale Holzverwendung ein oftmals unterschätzter Beitrag zur Bewältigung des Problems Klimawandel geleistet werden kann. Dabei wird sowohl auf die ungebremst voranschreitende globale Waldvernichtung – auch zur Deckung hiesiger Bedürfnisse (z. B. Soja und Palmöl für die heimische Land- und Energiewirtschaft) – eingegangen, als auch der Bezug zum Holz- und Papierverbrauch und den damit verbundenen klimaökologischen Effekten hergestellt. Allgemeine Ansätze für einen bewussten Umgang mit Ressourcen, Energie und Materialien im Alltag als persönlicher Beitrag zum Klimaschutz runden diesen Bereich ab.

### **Umsetzung**

Die Strategie zur Informations- und Wissensvermittlung zum Thema Klimawandel und Wälder wird über zwei Ansätze verfolgt. Kern beider Wege ist die Kooperation mit Handlungspartnern aus verschiedenen Bereichen, da unserer Ansicht nach nur dann der gesamte Prozess vorangebracht werden kann.

Der erste Weg ist der direkte Kontakt. Über selbst ausgerichtete Informationsveranstaltungen und die aktive Teilnahme an Workshops und Tagungen wollen wir die Zusammenhänge zwischen Klima und Wald den Fachleuten und naturschutzfachlich bzw. allgemein Interessierten näher bringen. Auf der lokalen Ebene konzentriert sich die Arbeit dabei auf den Komplex Klimawandel allgemein mit Ausführungen zu Wald und Forstwirtschaft. Beispielhaft sind hier die Teilnahme an regionalen Energietagen und Schulprojekten sowie die Initiierung von Seminarfacharbeiten in Zusammenarbeit mit Gymnasien in der Region zu nennen. Gerade durch die Zusammenarbeit mit Schulen wollen wir versuchen, bereits die Schüler für das Thema anhand von praktischen Beispielen zu Energie- und Ressourceneinsatz und den Auswirkungen auf das Klima zu sensibilisieren. Dagegen steht bei überregionalen Aktivitäten der Wald im direkten Mittelpunkt, da die Zielgruppe verstärkt bei Fachleuten bzw. Interessierten mit Vorkenntnissen liegt, beispielsweise die Teilnahme an Klimaforen, Fachtagungen und Workshops zu Klimawandel und Forstwirtschaft.

Der zweite Weg versucht, über die Nutzung verschiedener Medien, das Themenfeld Wald und Klima stärker in das Bewusstsein der Menschen zu bringen. Wesentlichster Baustein in diesem Ansatz ist das Internetportal „Wald & Klima“ unter der Adresse <http://waldundklima.net>. Dieses Portal ist als offene und übergreifende Plattform konzipiert. Sie soll allen Institutionen, Verbänden und Vereinen die Gelegenheit geben, über ihre Arbeit zum Thema Treibhauseffekt, terrestrische Ökosysteme (Schwerpunkt Wald), Holz und Kohlenstoff zu berichten. Durch diese offene Gestaltung wollen wir erreichen, dass immer die Fachleute, die sich mit dem Thema beschäftigen, die Möglichkeit haben, ihre Arbeit einzubringen, und das Portal sich somit als unabhängige und neutrale Informationsquelle etabliert. Seit

mehr als einem Jahr ist das Portal online; mittlerweile unterstützen mehr als 20 Institutionen das Portal mit Beiträgen. Ein Glossar für die wichtigsten Fachbegriffe zum gesamten Themenkomplex Klimawandel, Wald und politischer Klimaschutzprozess sowie ein Veranstaltungskalender und speziell für Kinder bzw. Schüler der unteren Klassenstufen konzipierte Seiten runden das Portal ab. Ausgehend von der Tagung "Klimawandel und Biodiversität", die Grundlage für diesen Tagungsband ist, wurde das bisherige Menü um den Punkt „Biodiversität & Klimawandel“ erweitert. Die engen Verflechtungen zwischen Klimaschutz und Erhalt der biologischen Vielfalt werden gerade bei Waldökosystemen sehr deutlich und zeigen, wie beide Ziele miteinander kombiniert werden können.

Neben dem Internetportal bieten wir zusätzlich eine Posterserie an, die den Themenkomplex Kohlenstoffkreislauf, Klimawandel, Risiken für die Wälder sowie Rolle des Waldes für das Klima bzw. Klimaschutz durch Wald und Holz darstellt, und stellen auf einzelne Zielgruppen zugeschnittene Präsentationsfolien (z. B. Schulen, Waldbesitzer und Forstfachleute) zur Verfügung.

### **Fazit**

Der Klimawandel ist Realität und die bereits heute spürbaren Folgen werden in Zukunft in noch weitaus stärkerem Maße die natürlichen und gesellschaftlichen Systeme belasten bzw. vor große Herausforderungen stellen. Für die Erreichung des oftmals genannten 2°C-Zieles, so das Ergebnis der verschiedensten Diskussionen, Tagungen und Workshops, steht nur noch ein sehr kleines Zeitfenster zur Verfügung – und dies auch nur, wenn alle zur Verfügung stehenden Maßnahmen, Möglichkeiten und Ansätze zur Minderung der Treibhausgasemissionen genutzt werden. Eine ausschließliche Konzentration auf technische Maßnahmen zur Emissionsminderung blendet vollständig die immensen Emissionen an Treibhausgasen aus der weltweiten Wald- und Moorvernichtung sowie die Vermeidungspotentiale hinsichtlich der Treibhausgasemissionen von Holzprodukten anstelle von energieintensiv hergestellten Materialien und fossilen Energieträgern (Energie- und Materialsubstitution) aus.

Basis für ein Gelingen der verschiedensten Klimaschutzaktivitäten ist eine weitaus stärkere Sensibilisierung aller Bevölkerungsschichten und Gesellschaftsbereiche für den Klimawandel mit Hilfe gemeinsamer Informations- und Kommunikationsstrategien. Mit den hier aufgezeigten Ansätzen im Bereich Wissensvermittlung rund um den Sektor Wald und Klima wollen wir einen kleinen Beitrag hierzu leisten. Wir möchten Sie einladen, insbesondere das Internetportal „Wald & Klima“ für die Verbreitung Ihrer Aktivitäten, Informationen und Inhalte zu nutzen und auf diese Weise immer mehr Menschen auf die Gefahren des Klimawandels hinzuweisen, aber auch Möglichkeiten, im persönlichen Umfeld einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

### 3.7 Forschung und Lehre zu globalem Klimawandel

#### **Hochaufgelöste Erkenntnisse über Klimaänderungen in Deutschland**

STEFAN HAGEMANN & DANIELA JACOB

Geschwindigkeit und Ausmaß des Klimawandels beeinflussen, wie und in welchem Tempo wir uns anpassen müssen. Daher müssen Entscheidungsträger in Verwaltungen und Unternehmen wissen, wie stark ungefähr und wo etwa sich künftig das Klima ändert. Es geht um Antwort auf die Frage: Welche Regionen in Deutschland können in welchem Ausmaß vom Klimawandel betroffen sein?

Im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) hat das Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) unter der Leitung von Dr. Daniela Jacob Szenarien für mögliche Klimaänderungen in Deutschland bis zum Jahr 2100 erarbeitet. Es wurde darin vom Deutschen Klimarechenzentrum Hamburg unterstützt. Das hierfür eingesetzte regionale Klimamodell REMO (JACOB 2001) zeigt die Klimaentwicklung des vergangenen Jahrhunderts realitätsnah, wie der Vergleich zu Beobachtungen ergibt. Diese Überprüfung ist notwendig, um die Güte der Modellergebnisse zu bewerten. REMO liefert detaillierte Informationen, zum Beispiel für die deutschen Mittelgebirge. Gerade für diese ist etwa die Modellierung von Niederschlagsveränderungen besonders kompliziert, weil die Ergiebigkeit der lokalen Niederschläge stark von der Form der Erdoberfläche beeinflusst ist. Sie hängt auch davon ab, aus welcher Richtung die Luftmassen das Gebirge anströmen. REMO bildet diese so genannten Luv- und Lee-Effekte — jene Gebiete, an denen Wolken vor dem Gebirge abregnen, und den Regenschatten hinter dem Gebirge — sehr gut ab.

Die Klimasimulationen mit REMO wurden mit einer räumlichen Auflösung von 10 km durchgeführt. Hierbei liefern diese Simulationen Erkenntnisse, die es bislang noch nicht in dieser Detailliertheit gab. Sie lassen sich auf folgende Aussage verdichten: Je nach Anstieg der Treibhausgase könnten bis zum Ende des Jahrhunderts die Temperaturen in Deutschland — vor allem im Süden und Südosten — um mehr als 4°C im Vergleich zu den letzten 50 Jahren steigen. Im Sommer kann es in weiten Teilen Deutschlands weniger Niederschläge geben. Im Winter könnten im Süden und Südosten mehr Niederschläge fallen, wobei allerdings wegen der gestiegenen Temperaturen weniger Schnee fallen wird.

Die Ergebnisse im Detail: Mehr Treibhausgase führen in Deutschland zu einer mittleren Erwärmung, die im Jahr 2100 — abhängig von der Höhe zukünftiger Treibhausgasemissionen — zwischen 2,5°C und 3,5°C liegt. Diese Erwärmung wird sich saisonal und regional unterschiedlich stark ausprägen. Am stärksten dürften sich der Süden und Südosten Deutschlands im Winter erwärmen. Bis zum Jahr 2100 könnten die Winter hier um mehr als 4°C wärmer werden als im Zeitraum 1961 bis 1990.

Gleichzeitig könnten in Zukunft — im Vergleich zum Zeitraum 1961 bis 1990 — die sommerlichen Niederschläge großflächig abnehmen. Besonders stark gehen die Sommerniederschläge in Süd- und Südwest-Deutschland sowie in Nordost-Deutschland zurück. Hier könnte es bis zum Ende dieses Jahrhunderts im Vergleich zu heute ein Minus von bis zu 30 Prozent bei den Sommerniederschlägen

geben. Im Gegensatz hierzu könnte im Winter ganz Deutschland feuchter werden. Vor allem in den Mittelgebirgen Süd- und Südwest-Deutschlands ist dann über ein Drittel mehr Niederschlag zu erwarten als heute. Wegen gleichzeitig steigender Wintertemperaturen in den Alpen — bis zum Ende des Jahrhunderts könnten es mehr als 4°C sein — wird der Niederschlag häufiger als Regen denn als Schnee fallen. Fiel in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts dort etwa ein Drittel des Gesamtniederschlags im Jahr als Schnee, könnte es bis Ende des 21. Jahrhunderts nur noch ein Sechstel sein.

An der Westseite des Schwarzwalds könnten die Niederschläge etwas abnehmen. Im Schwarzwald und an dessen Ostseite hingegen gibt es tendenziell mehr Niederschlag. Möglicher Grund für die geänderten Niederschläge im Schwarzwald könnte sein, dass Wetterlagen mit Ostwind zukünftig mehr Regen bringen, da die mitgeführte Luft wärmer ist und deswegen mehr Feuchtigkeit enthalten kann. Diese Erklärung ist aber noch relativ unsicher und wird in künftigen Studien noch genauer untersucht werden.

Blickt man zum deutschen Küstenraum, so fällt auf, dass bis zum Jahr 2100 die Erwärmung der Ostseeküste mit 2,8°C etwas stärker sein könnte als die der Nordseeküste (2,5°C). Obwohl sich an beiden Küsten die jährliche Niederschlagsmenge nicht ändert, dürfte den Touristen gefallen, dass es im Sommer bis zu 25 Prozent weniger regnen könnte. Im Winter gibt es jedoch bis zu 30 Prozent mehr Niederschlag.

Diese schnellen und tief greifenden Veränderungen des Klimas in Deutschland können gravierende Folgen für die Menschen und die Umwelt haben. Die Schadenspotentiale extremer Wetterereignisse wie Hitzewellen, Starkniederschläge und Stürme sind oftmals noch wesentlich größer als jene der schleichenden Klimaänderungen. Deswegen sind zurzeit am MPI-M detaillierte Analysen der Klimaszenarien in Arbeit, um Aussagen zur Häufigkeit und Stärke künftiger Extremereignisse machen zu können. Hierbei wird auch untersucht werden, ob und wie sich Ergebnisse früherer Studien regional unterschiedlich verhalten. Dies betrifft u. a. die hierin prognostizierte Zunahme der Zahl heißer Tage und der Perioden mit Temperaturen über 25 °C, das häufigere und heftigere Auftreten von sommerlichen Starkniederschlägen sowie die Erhöhung der Zahl der Niedrigwasserperioden (bis 20 Tage).

Die erzeugten 10km-Klimadaten stehen der Allgemeinheit zur Verfügung, und können kostenfrei genutzt werden. Die Daten werden nach Registrierung und Unterzeichnung einer Nutzervereinbarung zugänglich gemacht. Dafür schicken Sie bitte eine email mit Ihren Kontaktinformationen sowie einer kurzen Information zur voraussichtlichen Nutzung der Daten an [remo-daten@dkrz.de](mailto:remo-daten@dkrz.de). Weitere Informationen zu den Daten sind unter folgender Internetadresse erhältlich:

<http://www.mpimet.mpg.de/wissenschaft/ueberblick/atmosphaere-im-erdsystem/regionale-klimamodellierung/remo-uba.html>.

## Literatur

JACOB, D. 2001: A note to the simulation of the annual and inter-annual variability of the water budget over the Baltic Sea drainage basin, *Meteorol Atmos Phys* **77**, 61-73.

## **Der ReviTec-Ansatz zur Bekämpfung von Bodendegradation und Desertifikation: Konzept und Projekte**

HARTMUT H. KOEHLER

### **Motivation**

Auf Grund von Misswirtschaft und fehlgeleiteter Landschaftsplanung degradiert Boden weltweit in dramatischem Ausmaß. Die lebenserhaltenden Dienstleistungen des Bodens werden beeinträchtigt, Wüsten breiten sich aus, fruchtbarer Boden geht gänzlich verloren. Dieser Prozess wird zunehmend verstärkt durch den Klimawandel.

Am meisten betroffen sind die Trockengebiete, die ca. 40% der Landfläche der Erde ausmachen. Laut UNEP sind 70% dieser Trockengebiete von Desertifikation bedroht und somit die Lebensgrundlage von mehr als 1 Milliarde Menschen. Die zu befürchtende Destabilisierung der Sozialsysteme wird von der Politik mittlerweile als hochrangiges Sicherheitsrisiko eingestuft (vgl. Deutscher Bundestag, Drucksachen 15/2395, 15/3795: Wüstenbildung wirksam bekämpfen – Armut überwinden, Ernährung sichern, Konflikte verhindern – Beschlussfassung 148. Sitzung des Deutschen Bundestages 16.12.2004).

### **ReviTec<sup>®</sup>**

ReviTec<sup>®</sup> ist konzipiert zur Wiederherstellung und zum Schutz standorttypischer Biodiversität und damit zusammenhängender ökosystemarer Prozesse und Dienstleistungen. Der Ansatz wurde entwickelt von der KeKo- Partnerschaftsgesellschaft Bremen und dem Zentrum für Umweltforschung und Umwelttechnologie der Universität Bremen. Unsere Technologie und unser know-how kommen dort zum Einsatz, wo konventionelle Methoden z.B. zur Begrünung oder Wiederherstellung von Waldökosystemen nicht eingesetzt werden können bzw. versagen, wie an Steilhängen und auf felsigem Untergrund. Die Technologie kann sinnvoll mit konventionellen Maßnahmen kombiniert werden.

ReviTec<sup>®</sup> baut auf langjährigen Erfahrungen in den Bereichen der Ökosystementwicklung und der Phyto-remediation auf (BIOLOG Projekt bioDiveman, KOEHLER & MÜLLER 2003, KOEHLER 2003, WEIDEMANN & KOEHLER 2004, WARRELMANN et al. 2000). Der Soft-Tech-Charakter unterstützt Partizipation und erleichtert Akzeptanz. Sozioökonomische Aspekte werden berücksichtigt. Der ReviTec<sup>®</sup>-Ansatz ist eine Umsetzung des Ecosystem Approaches der CBD und der 2004 von IUCN und SER formulierten „principles for ecological restoration“.

Für ReviTec<sup>®</sup> finden Säcke aus abbaubarem Material (z.B. gebrauchte Kaffeesäcke aus Jute) Verwendung, die mit einer Mischung aus Boden, Komposten sowie strukturgebenden und wasserspeichernden Zusätzen gefüllt sind. Das verwendete Bodenmaterial (z. B. Tiefenaushub) ist ohne die Zusätze wenig

geeignet, ein Pflanzenwachstum zu ermöglichen. Wesentlich ist weiterhin die Bioaktivierung des Substrates durch Einbringen heimischer, standorttypischer Pflanzen und Bodenorganismen.

Die Säcke bieten zunächst Schutz vor Erosion. Die aus ihnen zusammengestellten Strukturen stellen An siedlungsmöglichkeiten für Organismen dar (*safe sites*), wodurch die Biodiversität und die Ausbildung von Wechselwirkungen gefördert wird. Die Folge: eine Beschleunigung der Sukzession und des Aufbaus einer schützenden und nutzbaren Pflanzendecke. Mit den Säcken (Module) können darüber hinaus lineare Strukturen in Form von flachen Wällen oder Halbmonden gebildet werden, die dem Sammeln von Oberflächenwasser nach Starkregenfällen dienen, wie sie für Trockengebiete typisch sind. Größere Wasserströme und damit verbundene Erosion können somit erst gar nicht entstehen und die Feldfrucht wird gegebenenfalls bewässert.

Jeder Einsatz von ReviTec® ist auch von wissenschaftlichem Interesse, da die Methode an die jeweiligen Standortbedingungen angepasst werden muss. Mit einer Anwendung von ReviTec® können vielfältige Forschungsvorhaben verbunden werden, z.B. in Bezug auf ökologische Auswirkungen von Bodenzuschlagstoffen, *below-ground* / *above-ground* Interaktionen, Biodiversität.

### Projekte

Seit 1997 wird auf einem Waldbrandareal der Gemeinde Calvià (Mallorca) die Pilotstudie MedOak zur Wiederherstellung eines Steineichen-Ökosystems durchgeführt. Die mit Hilfe von ReviTec® erzielten hohen Überlebensraten von ca. 80% belegen die große Bedeutung der Bioaktivierung des Substrates und der Mykorrhizierung der Eichensetzlinge. Auch wurde eine rasche Entwicklung der Biodiversität beobachtet (KOEHLER et al. 2004).

Im Herbst 2005 wurde mit der Unterstützung des Landes Bremen und der Universität Bremen sowie in Kooperation mit regionalen Firmen eine Forschungs-, Lehr- und Demonstrationsfläche eingerichtet. In dem Projekt werden vielfältige Variationsmöglichkeiten von ReviTec® gezeigt und im direkten Vergleich untersucht. Unterschiedliche aus den Säcken zusammengesetzte Strukturen - Besiedlungsinseln, Wälle, Halbmondstrukturen und Gitter - sind von Boden schützenden und Wasser sammelnden Maßnahmen in China und Afrika abgeleitet. Erste Ergebnisse zeigen die Bedeutung komplex zusammengestellter Bodenzuschlagstoffe für das Pflanzenwachstum und die Entwicklung der Bodenfauna. Die verwendeten gebrauchten Kaffeesäcke fördern die Entwicklung der Bodenfauna, wirken jedoch durch die relativ enge Maschenweite behindernd auf das Auflaufen der eingesäten Kräuter.

Ein wesentlicher Aspekt von Degradationsbekämpfung ist die Integration eingebrachter Technologie in die Lebensumstände der Betroffenen. Eine gender-orientierte Studie mit einem von Frauen durchgeführten Gartenbauprojekt in Hentjes Bay (Namibia) zeigt die große Bedeutung der intensiven Auseinandersetzung mit den sozio-ökonomischen Verhältnisse vor Ort, um eine Annahme von ReviTec® nachhaltig zu gewährleisten (RADKE & FISCHER 2006). Durch den Soft-Tech-Charakter der Technologie wird dies erleichtert.



## Web-links

ReviTec® und MedOak: <http://www.revitec.de>

Projekt Revitalisierung: <http://www.uft.uni-bremen.de/Revitalisierung/profil.htm>

UNCBD CoP V 2000, CoP VII, 2004: <http://www.biodiv.org/>.

## Literatur

- KOEHLER, H. & J. MÜLLER 2003: Entwicklung der Biodiversität während einer 20 jährigen Sukzession als Grundlage für Managementmaßnahmen (BMBF), viii + 241 pp, Anhang
- KOEHLER, H. 2005: Application of Ecological Knowledge to Habitat Restoration, in: Barthlott, W., Linsenmair, K.E., Porembski, S. (eds.): Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). UNESCO & EOLSS Publisher.
- KOEHLER, H., KESEL, R., HEYSER, W. 2004: Field experiments to accelerate succession and to improve *Quercus ilex* establishment with a renaturation technique (ReviTec®), MEDECOS 2004, Millpress, 13 pp.
- RADKE, K. & K. FISCHER 2006: Analyse von Gender Aspekten beim Einsatz und Transfer der ökologischen Renaturierungstechnologie ReviTec®, Abschlussbericht Teilprojekt im Rahmen des AUF-Gender-Fonds zum Forschungsvorhaben FV172 (Revitalisierung), Bremen.
- WARRELMANN, J., KOEHLER, H., FRISCHE, T., DOBNER, I., WALTER, U., HEYSER, W. 2000: Erprobung und Erfolgskontrolle eines Phytoremediationsverfahrens zur Sanierung Sprengstoff-kontaminierter Böden: I. Konzeption und Einrichtung eines Freilandexperimentes. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 12: 351-357.
- WEIDEMANN, G., KOEHLER, H. 2004: III-2.1 Sukzession. In: Fränzle, O., Müller, F., Schröder, W., Handbuch der Umweltwissenschaften, 12. Erg. Lfg 6/04, 3-49. Landsberg, EcoMed.

## **Global Change Management: ein neuer internationaler Master-Studiengang**

PIERRE L. IBISCH

Ziel des Studiengangs ist die Ausbildung von Naturressourcen-Managern, die befähigt sind, die Prozesse des globalen Wandels sowie ihre potentiellen und realen Auswirkungen auf die Umwelt kritisch zu interpretieren und daraus pro-aktive Strategien für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung von Ökosystemleistungen bzw. –gütern zu entwerfen und umzusetzen.

### Grundlagen

Die stete Veränderung der Geo- sowie der Biosphäre ist ein Charakteristikum unseres Planeten. Neben extraterrestrischen Einflüssen sind es auch abiotische und biotische Prozesse und Ereignisse auf der Erde, die den permanenten globalen Umweltwandel verursachen. In der geologisch allerjüngsten Epoche ist es erstmals eine einzelne Art, der Mensch, welche innerhalb kürzester Zeit bedeutende und sehr rasche Veränderungen der globalen Ökosysteme herbeiführt. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) „versteht unter globalen Veränderungen der Umwelt solche, die den Charakter des Systems Erde zum Teil irreversibel modifizieren und deshalb direkt oder indirekt die natürlichen Lebensgrundlagen für einen Großteil der Menschheit spürbar beeinflussen. Globale Veränderungen der Umwelt können sowohl natürliche als auch anthropogene Ursachen haben. Um diesen Gesamtzusammenhang zu kennzeichnen, wird der Begriff des *globalen Wandels* verwendet“ (WBGU 1993).

Die Kernprobleme des globalen Wandels bzw. *global change* haben eine globale Reichweite und umfassen unterschiedlichste, miteinander systemisch in Verbindung stehende Prozesse und Faktoren. Dazu gehören sozioökonomische, wie z.B.

- Bevölkerungsentwicklung und Migration,
- Gesundheitsgefährdung,
- Gefährdung der Ernährungssicherheit,
- wachsende globale Entwicklungsdisparitäten,
- Ausbreitung nicht-nachhaltiger Lebensstile;

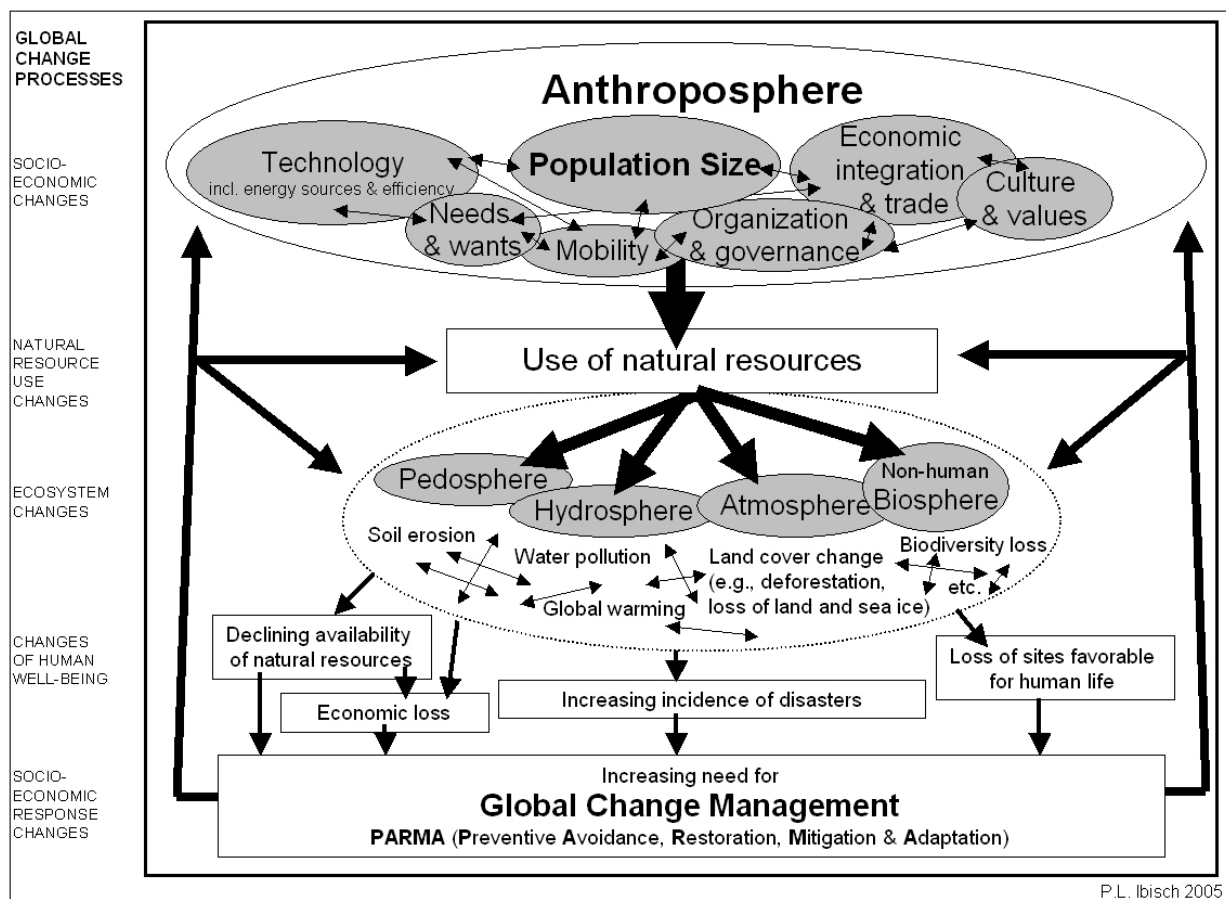
als auch vom Menschen beeinflusste physikalisch-chemische und ökologische Aspekte, wie v. a.

- Klimawandel,
- Verlust von biologischer Vielfalt,
- Bodendegradation,
- Süßwasserverknappung und -verschmutzung,
- Verschmutzung der Weltmeere,
- vom Menschen verursachte Naturkatastrophen.

Der jüngst vorgelegte Bericht des *Millenium Ecosystem Assessment* quantifiziert, in welcher beschleunigten, mannigfaltigen und umfassender Weise die Ökosysteme der Erde vor allem ab der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts vom Menschen beeinflusst und verändert werden (MA 2005). Gerade der anthropogene Klimawandel dürfte einen der für das Leben auf der Erde relevantesten Prozesse des globalen Umweltwandels darstellen. Je nach Szenario und verwendeten Modellen ergibt sich die Möglichkeit des Anstiegs der globalen Mitteltemperatur um 2 bis über 6°C bis zum Jahr 2100 (IPCC 2001,

STAINFORTH et al. 2005). Vermutlich hat es in der Erdgeschichte für die biologischen Systeme wie Arten und Ökosystemen kaum vergleichbare Herausforderungen gegeben. Der unter bestimmten Bedingungen erwartete sehr schnelle Klimawandel trifft eine in Funktion und Struktur erheblich beeinträchtigte Biosphäre. Inzwischen sind wichtige Daten und Übersichtsartikel publiziert worden, welche die unterschiedlichsten Folgewirkungen allein des Klimawandels auf die biologische Vielfalt bestätigen und quantifizieren (HUGHES 2000, PARMESAN & YOHE 2003; ROOT et al. 2003, PARMESAN & GALBRAITH 2004, THOMAS et al. 2004, NRMCC 2004, LOVEJOY & HANNAH 2005). Angesichts dieser neuartigen globalisierten Bedrohungsfaktoren stellt sich die Frage, ob das traditionelle Naturressourcenmanagement mit den überkommenen Zielfindungskonzepten und Planungsinstrumenten ausreichend gewappnet ist, ihnen entgegenzutreten. Entsprechend wird eine neuartige Disziplin *Global Change Management* vorgeschlagen (IBISCH et al. 2005).

*Global Change Management* soll entsprechend als die strategische Gestaltung von Vorhaben bzw. Institutionen verstanden werden, um effektiv zum Ziel der Verhinderung oder Minderung von für die Naturressourcenverfügbarkeit bedrohlichen Auswirkungen des *global change* beizutragen. Wichtigstes Element von naturressourcenbezogenen *Global-Change-Management-Strategien* sind vorbeugende Vermeidung und Wiederherstellung, sowie vor allem Minderung und Anpassung.



Der Ansatz der Fachhochschule Eberswalde

Durch die Ausbildung von entsprechend qualifizierten Fachleuten soll langfristig zu einem nachhaltigen Management der globalen Ökosysteme beigetragen werden. Zum einen erfordert ein Management, welches den Anforderungen des globalen Wandels gerecht wird, eine möglichst effiziente und effektive

Anpassung an dessen Auswirkungen und zum anderen die bestmögliche Beeinflussung und Steuerung der entsprechenden Prozesse selbst. Die Notwendigkeit der Anpassung betrifft alle Bereiche der Nutzung und der Erhaltung von natürlichen Ressourcen.

Möglichkeiten der Beeinflussung der Prozesse des globalen Umweltwandels durch ein zielorientiertes Naturressourcen-Management ergeben sich z.B. im Rahmen von Maßnahmen zur Steigerung und Erhaltung der Kohlenstoffreservoirs in den Ökosystemen der Erde. Entsprechende Maßnahmen können synergetische Effekte auch in Bezug auf andere Prozesse des globalen Umweltwandels erzielen (z.B. Minderung des Biodiversitätsverlustes und der Desertifikation).

Der Studiengang wird gemeinsam mit renommierten Forschungseinrichtungen und anderen Institutionen angeboten.

Die Studierenden sollen:

- ein kritisches Verständnis der wichtigsten Prozesse des globalen Wandels erlangen,
- die relevanten Konzepte und Methoden zu deren Beobachtung, Vorhersage bzw. Modellierung kennen lernen,
- in der Lage sein, die entsprechenden Kenntnisse anzuwenden, um ggf. die Ursachen der *global change*-Prozesse zu beeinflussen, sowie
- die Folgewirkungen der *global change*-Prozesse auf Ökosysteme und natürliche Ressourcen zu mindern sowie entsprechende Anpassungsstrategien für das Naturressourcenmanagement zu entwickeln und in unterschiedlichen sozioökonomischen Zusammenhängen umzusetzen.

Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Erhaltung und Inwertsetzung der Funktionen und Leistungen von Waldökosystemen zu.

Entsprechend handelt es sich um ein interdisziplinäres Ausbildungsangebot mit Schwerpunkten in den Bereichen der naturwissenschaftlichen und sozioökonomischen bzw. politischen Grundlagen des globalen Wandels sowie des Naturschutzes und der Forstwirtschaft.

### Alleinstellungsmerkmale und Arbeitsmarktchancen

Der Globale Wandel gewinnt seit Ende der 1980er Jahre an wissenschaftlicher und politischer Bedeutung. Die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) 1992 in Rio de Janeiro war der Beginn eines bedeutsamen weltpolitischen Prozesses. Mit dem Beschluss von Aktionsprogrammen (v. a. AGENDA 21) und der Verabschiedung mehrerer UN-Konventionen (Klimarahmenkonvention, Biodiversitätskonvention, Desertifikationskonvention) erfolgte eine erhebliche Stärkung der internationalen Umwelt- und Entwicklungspolitik sowie eine bedeutende Ausweitung der Erforschung des globalen Wandels.

In die akademische Ausbildung hält die Thematik dennoch nur langsam Einzug. Nur sehr wenige Studiengänge weltweit widmen sich dem Naturressourcenmanagement und beziehen die Dimension des globalen Wandels explizit ein (v. a. im englischsprachigen Raum: z.B. Universitäten Brunel, Liverpool, Oxford, Plymouth, Yale). Wissenschaftliche Master-Studiengänge zum globalen Umweltwandel mit starkem Praxisbezug sind noch seltener. Insofern ist der neue Studiengang *Global Change Management* innovativ und zukunftsorientiert.

Der Studiengang zeichnet sich durch die Partnerschaft der Hochschule mit Unternehmen und Verbänden die in engem Praxisbezug stehen, sowie international renommierten Forschungsinstituten aus. Partner sind: Germanwatch e.V., die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, die

Münchener Rückversicherung, der Naturschutzbund Deutschland (NABU), sowie das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Im Rahmen ihrer Arbeitsschwerpunkte bieten die Partner Lehrveranstaltungen und Forschungsprojekte an. Diese Partnerschaft trägt dazu bei, dass die Studierenden sowohl fachlich versiert und praxisorientiert ausgebildet werden als auch frühzeitig ein realistisches Bild von den Arbeitsbedingungen und Ansätzen wichtiger Akteure und Entscheidungsträger gewinnen.

Die beteiligten Dozenten der Fachhochschule Eberswalde repräsentieren u. a. die Fachgebiete Angewandte Ökologie, Naturschutz, Bodenkunde, Botanik, Forstwirtschaft (inkl. Fernerkundung, Waldwachstumskunde, Waldschutz), Informatik/Mathematik, Umweltinformationstechnologien und Geografische Informationssysteme, Sozioökonomie, Wirtschaft und Recht.

Es wird erwartet, dass der Abschluss als *M.Sc. in Global Change Management* den Zugang zum Arbeitsmarkt sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene erleichtert (z.B. Behörden, NGO, Unternehmen). Bedarf an entsprechend ausgebildeten Fachkräften existiert z.B. in der Forstwirtschaft, im Naturschutz und in der Landnutzungsplanung sowie verwandten Disziplinen. Große Bedeutung kommt der Thematik im Zusammenhang mit der Entwicklungszusammenarbeit zu. Es ist wahrscheinlich, dass im Rahmen des Studiums auch Geschäftsideen für die Gründung von Unternehmen entwickelt werden. Eine konkrete Erwartung ist, dass sich die Absolventen in unterschiedlichsten Positionen an der Umsetzung der UN-Konventionen zum globalen Wandel beteiligen können. Bedeutsam ist auch die Weiterentwicklung und Umsetzung von nationalen bzw. regionalen Strategien (z.B. europäische und deutsche Nachhaltigkeitsstrategien).

Besondere Chancen werden im Zusammenhang mit der Durchführung von Projekten zur Minderung des Klimawandels identifiziert (z.B. Aufforstungsprojekte, Bioenergie), nachdem das Kyoto-Protokoll der Klimarahmenkonvention in Kraft getreten ist und weltweit an dessen Umsetzung gearbeitet wird. Im Rahmen der UN-Studie „Millennium Ecosystem Assessment“ wird auf die Bedeutung des schnell wachsenden ‚Kohlenstoff-Marktes‘ verwiesen.

Die Vielfalt der individuellen Qualifikationsprofile, welche sich aus der Summe der Eingangsqualifikation (grundständiger Studiengang) in der Kombination mit der Ausbildung als *Global-Change-Manager* ergeben, ist sehr groß. Lokale, nationale und internationale Arbeitgeber unterschiedlichster Sektoren erkennen zusehends die Bedeutung des globalen Wandels und die Notwendigkeit der pro-aktiven Anpassung (z.B. Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Versicherungen). Es ist zu erwarten, dass der entsprechende Beratungsbedarf rasch zunehmen wird.

## **Merkmale und Struktur des Studiengangs**

### Aufbau des Studienganges

- 1. und 2. Semester:
  - Prozesse des Globalen Wandels und ihre Ursachen
  - Auswirkungen der Prozesse des Globalen Wandels auf biologische Systeme und die Landnutzung
  - Sozioökonomische und politische Rahmenbedingungen
  - Entwicklung und Umsetzung von Management-Strategien
- 3. Semester: Eigenständiges Forschungsprojekt (an der Hochschule bzw. Partnerinstitutionen im In- und Ausland)

- 4. Semester: Integrales Modul „Designing climate change mitigation projects“, Anfertigung der Master-Arbeit und Abschluss mit dem *Master of Science (M.Sc.)* (120 ECTS Credits)

### Inhalte und Lernziele

#### 1. Prozesse des Globalen Wandels und ihre Ursachen

Erwerb eines wissenschaftlich fundierten Verständnisses des Ursprungs, der Dimension, der Mechanismen und der aktuellen Entwicklung der für das Naturressourcenmanagement relevanten Prozesse des globalen Wandels.

- *Naturwissenschaftliche Grundlagen der Prozesse des Globalen Wandels*
- *Informationstechnologie und ihre Anwendung in der Erforschung der Prozesse des Globalen Wandels*
- *Modellierung des Globalen Wandels*
- *Sozioökonomische Ursachen des Globalen Wandels*

#### 2. Auswirkungen der Prozesse des Globalen Wandels auf biologische Systeme und die Landnutzung

Bewertung der Reaktionen von biologischen Systemen der verschiedenen Hierarchieebenen (Zelle bis Ökosystem) auf Wirkungen der Prozesse des Globalen Wandels

- *Biologie und Ökologie des Globalen Wandels: Wirkungen auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen der Biodiversität (Zelle, Organismen, Populationen, Arten, Ökosysteme, Biosphäre)*
- *Walddynamik und Waldnutzung unter den Bedingungen des Globalen Wandels*
- *Baumwachstum und Globaler Wandel*

#### 3. Sozioökonomischer und politischer Rahmen

Entwicklung von Fähigkeiten, welche für das Verstehen und das Analysieren von menschlichen Gesellschaften und ihren Konflikten mit der Umwelt sowie für die strategische Kommunikation von identifizierten Problemen und Lösungsansätzen erforderlich sind.

- *Globaler Wandel und der politisch-gesetzgeberische Rahmen (Konventionen, internationale Institutionen, politische Weltordnung)*
- *Umweltökonomie und ökonomische Risiken des Globalen Wandels*
- *Stakeholder-Analyse, zielorientierte Kommunikation und partizipative Projektplanung*
- *Leistungs-, Management-, Verhandlungs-, Beratungs- und Moderationstechniken*
- *Soziale Forschungsmethoden und Globaler Wandel*
- *Sozioökonomische und soziopolitische Konflikte und Naturressourcen-Management*

#### 4. Entwicklung und Umsetzung von Management-Strategien

Anwendung von wissenschaftlichen bzw. planerischen Kenntnissen und Methoden zur Entwicklung von Ansätzen zur Minimierung der Risiken, welche mit der Wirkung von *Global change*-Prozessen auf Naturressourcen und Ökosysteme verbunden sind (Anpassung, Minderung und Prävention).

- *Großräumige und langfristige Naturschutzplanung*
- *Erhaltung der biologischen Vielfalt und nachhaltige Entwicklung – auf lokaler und globaler Ebene*
- *Proaktives Naturschutzmanagement und Anpassung an den Klimawandel*
- *Klimaschutz und Naturressourcen-Management (Umsetzung des Kyoto-Protokolls: z.B. Kohlenstoff-Fixierung, Aufforstung, Wiederaufforstung, Qualitätsstandards, Zertifizierung)*

- *Nachhaltige Forstwirtschaft unter den Bedingungen des Globalen Umweltwandels (inkl. waldbauliche Anpassungen, Bioenergie)*

Der Abschluss Master of Science qualifiziert zur Promotion an einer Universität.

#### Zugangsvoraussetzungen und Bewerbung

- Abschluss eines grundständigen Studiums (Bachelor bzw. Diplom) der Biologie, Ökologie, Ökosystemmanagement, Landschaftsplanung und -nutzung, Naturschutz, Forstwirtschaft und Landwirtschaft an einer in- oder ausländischen Hochschule (20% der Studienplätze können an Quereinsteiger ohne Abschluss in den genannten Studiengängen vergeben werden, wenn diese im Rahmen der Berufserfahrung oder wissenschaftlichen Tätigkeit ausreichende Vorbereitung auf die Inhalte des Studiengangs vorweisen)
- Gute Fremdsprachenkenntnisse Englisch (TOEFL mit 450 Punkten für den regulären oder 200 Punkten für den computergestützten Test, vergleichbare Qualifikationen oder Muttersprache bzw. Amtssprache Englisch im Heimatland); für ausländische Bewerber/innen gilt zusätzlich der Nachweis guter Kenntnisse der deutschen Sprache: Deutsche Sprachprüfung „Europaratsnorm B1“ mit mindestens der Note 2 bewertet oder vergleichbare Qualifikationen
- Bewerbungsfristen: vom 1. Juni bis zum 15. Juli des jeweiligen Jahres für deutsche Bewerber/innen (Zeugnisse können bis zum 31.08. nachgereicht werden) und bis zum 1. Mai des jeweiligen Jahres für internationale Bewerber/innen. Bewerbungen für Nachrücker können noch bis zum 30. August 2006 angenommen werden. Die Immatrikulation ist nur zum Wintersemester eines jeweiligen Jahres möglich.

#### **Information und Bewerbung**

[www.fh-eberswalde.de/gcm](http://www.fh-eberswalde.de/gcm)

Astrid Schilling: Tel. (03334) 65417; Fax.: (03334) 65428 - E-Mail: [aschilling@fh-eberswalde.de](mailto:aschilling@fh-eberswalde.de)

#### **Literatur**

- HUGHES, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecol. & Evol.* 15: 56-61.
- IBISCH, P.L., M. JENNINGS & S. KREFT 2005. Biodiversity needs the help of global change managers, not museum-keepers. *Nature* 438: 156.
- IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change ] 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press. Cambridge, U.K., New York.
- LOVEJOY, T.E. & L. HANNAH 2005. *Climate change and biodiversity.* Yale University Press, New Haven.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment) 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis.* Island Press, Washington, DC.

- NRMMC (Natural Resource Management Ministerial Council, Department of the Environment and Heritage) 2004. National Biodiversity and Climate Change Action Plan 2004 – 2007. Commonwealth of Australia.
- PARMESAN, C. & GALBRAITH, H. 2004. Observed impacts of global climate change in the U.S. Pew Center on Global Climate Change, Arlington, VA.
- PARMESAN, C., & YOHE, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37–42.
- ROOT, T.L., PRICE, J.T., HALL, K.R., SCHNEIDER, S.H., ROSENZWEIG, C. & POUNDS, J.A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.
- THOMAS, C.D., CAMERON, A., GREEN, R.E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L.J., COLLINGHAM, Y.C., ERASMUS, B.F.N., DE SIQUIERA, M.F., GRAINGER, A., HANNAH, L., HUGHES, L., HUNTLEY, B., VAN JAARSVELD, A.S., MIDGLEY, G.F., MILES, L., ORTEGA- HUERTA, M.A., PETERSON, A.T., PHILLIPS, O. & WILLIAMS, S.E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- STAINFORTH, D. A., AINA, T., CHRISTENSEN, C., COLLINS, M., FAULL, N., FRAME, D.J., KETTLEBOROUGH, J. A., KNIGHT, S., MARTIN, A., MURPHY, J.M., PIANI, C., SEXTON, D., SMITH, L.A., SPICER, R.A., THORPE, A.J. & ALLEN, M.R. 2005. Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases. *Nature* 433: 403-406.
- WBGU [Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen] 1993. Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen. Hauptgutachten 1993. Economica-Verlag, Bonn.



## Abkürzungsverzeichnis

BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbrauchersicherheit
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CBD	Convention on Biological Diversity (Übereinkommen über die biologische Vielfalt)
CDM	Clean Development Mechanism
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
EU	European Union
FAO	United Nations Food and Agriculture Organization
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (EU)
GIS	Geografisches Informationssystem
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IUCN	The International Union for Conservation of Nature
LTER	Long Term Ecological Research
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
MACIS	Minimisation of and Adaptation to Climate Change Impacts on Biodiversity
MDG	Millennium Development Goal
NGO	Non-Governmental Organisation (Nicht-Regierungsorganisation)
PAG	projektbegleitende Arbeitsgruppe
PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
PNV	Potentiell Natürliche Vegetation
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification (Wüstenkonvention)
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Klimarahmenkonvention)
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WRRL	Wasserrahmen-Richtlinie (EU)



## Teilnehmer- und Autorenliste

Name	Institution	Adresse
Badeck, Franz	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung	PF 601203 14412 Potsdam Tel. 0331-2882675 Fax 0331-2882695 email badeck@pik-potsdam.de
Baessler, Claus	Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald	Freyunger Str. 2 94481 Grafenau Tel. 0175-2622710 Fax 08552-9600-100 email claus.baessler@npv-bw.bayern.de
Bloßfeld, Stephan	Universität Düsseldorf Abt. Geobotanik	Geb. 26.13 u1.70 Universitätsstr. 1 40225 Düsseldorf email stephan.blossfeld@uni-duesseldorf.de
Böhning-Gaese, Katrin Prof. Dr.	Johannes Gutenberg Universität	Johann-Joachim Becherweg 13 55099 Mainz email boehning@uni-mainz.de
Couwenberg, John	Universität Greifswald Institut für Botanik und Landschaftsökologie	Grimmerstr. 88 17487 Greifswald Tel. 03834 86-4128 Fax 03834 86-4114 Email couw@gmx.net
Cramer, Wolfgang	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung	Telegrafenberg A31 14412 Potsdam Tel. 0331 2882521 Fax 0331 2882600 email wolfgang.cramer@pik-potsdam.de
Doyle, Ulrike Dr.	Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) Geschäftsstelle	Reichpietschufer 60 D-10785 Berlin Tel. 030-263696123 Fax 030-263696109 email ulrike.doyle@uba.de
Falk, Karsten	Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW	Castroper Str. 30 45665 Recklinghausen Tel. 02361 305707 Fax 02361 305786 email karsten.falk@loebf.nrw.de
Gansert, Dirk Dr.	Universität Göttingen Zentrum für Biodiversitätsforschung und Ökologie	email dganser@gwdg.de
Gebhardt, Harald Dr.	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg	Griesbachstr. 1 76185 Karlsruhe Tel. 0721-56001222 email harald.gebhardt@lubw.bwl.de
Geisen, Markus Dr.	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung	Am Handelshafen 12 27570 Bremerhaven Tel. 0471-48311889 email mgeisen@awi-bremerhaven.de
Grundmann, Volker Dr.		Nordstr. 10a 37127 Dransfeld Tel. 0561-3167147 Fax 0561-3167101 email grundmannv@forst.hessen.de
Hagemann, Stefan	Max-Planck-Institut für Meteorologie	Hamburg email stefan.hagemann@zmaw.de

## Teilnehmer- und Autorenliste

Name	Institution	Adresse
Hanspach, Jan	UFZ-Umweltforschungszentrum	Theodor-Lieser-Str.4 06120 Halle (Saale)
Hirschnitz, Martin		Solmsstr. 19 10961 Berlin Tel. 030-61209494 email martin.hirschnitz@gmx.de
Ibisch, Pierre L. Dr.	Fachhochschule Eberswalde FB Forstwirtschaft	Alfred-Möller-Str. 1 16225 Eberswalde Tel. 03334 65479 Fax 03334 65428 email pibisch@fh-eberswalde.de
Jacob, Daniela Dr.	Max-Planck-Institut für Meteorologie	Hamburg email daniela.jacob@zmaw.de
Jenssen, Martin Dr.	Waldkunde-Institut Eberswalde GmbH	Dorfstr. 27 16248 Hohensaaten Tel. 033368-72987 Fax 033368-70398 email jenssen@waldkunde-eberswalde.de
Joosten, Hans	Universität Greifswald Institut für Botanik und Landschaftsökologie	Grimmerstr. 88 17487 Greifswald Tel. 03834 86-4128 Fax 03834 86-4114 email joosten@uni-greifswald.de
Katterfeldt, Dominik	Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart	Rosenstein 1 70191 Stuttgart email katterfeldt.smns@naturkundemuseum- bw.de
Kier, Gerold	Germanwatch e.V.	Kaiserstr. 201 53113 Bonn Tel. 0228-6049212 Fax 0228-6049219 email kier@germanwatch.org
Kinzelbach, Ragnar Prof. Dr.	Universität Rostock Institut für Biowissenschaften	Universitätsplatz 2 18055 Rostock Tel. 0381-4986260 Fax 0381-4986262 email ragnar.kinzelbach@uni-rostock.de
Klein, Daniel	IUCN - Environmental Law Centre	Godesberger Allee 108-112 53175 Bonn Tel. 0228-2692-243 Fax 0228-2692-250 email daniel.klein@iucn.org
Klotz, Stefan Dr.	Umweltforschungszentrum Leipzig- Halle GmbH	Theodor-Lieser-Str.4 06120 Halle (Saale) email klotz@oesa.ufz.de
Klötzer, Gerd	Forstamt Rügen	Werder 3 18546 Sassnitz Tel. 0173-2472111 Fax 038392-36275 email gerd.kloetzer@lfoa-mv.de
Koehler, Hartmut	Universität Bremen UFT	Leobenerstr. 26359 Bremen Tel. 0421-2184179 Fax 0421-2187654 email a13r@uni-bremen.de

<b>Name</b>	<b>Institution</b>	<b>Adresse</b>
Korn, Horst Dr.	Bundesamt für Naturschutz	Insel Vilm 18581 Putbus Tel. 038301 86130 Fax 038301 86150 email horst.korn@bfn-vilm.de
Kreft, Stefan	Fachhochschule Eberswalde FB Forstwirtschaft	Am Zainhammer 5 16225 Eberswalde Tel. 03334-65568 Fax 03334-65567 email skreft@fh-eberswalde.de
Kühn, Ingolf Dr.	UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH Dept. Biozönoseforschung	Theodor-Lieser-Str.4 06120 Halle (Saale) Tel. 0345 558-5302 Fax 0345 558-5329 email ingolf.kuehn@ufz.de
Laube, Irina	Johannes Gutenberg Universität	Johann-Joachim Becherweg 13 55099 Mainz email irina.laube@uni-mainz.de
Loft, Lasse	Europa Universität Viadrina Lehrstuhl für öffentliches Recht, Umweltrecht	Schliemannstr. 6 10437 Berlin Tel. 030-13898582 email LasseLoft@web.de
Loose, Carsten	WBGU Geschäftsstelle	Reichpietschufer 60-62 10785 Berlin Tel. 030-26394811 Fax 030-26394850 email cloose@wbgu.de
Lübbert, Anja	Leibniz Universität Hannover Institut für Geobotanik	Nienburger Str. 17 30167 Hannover email luebbert@geobotanik.uni-hannover.de
Mahrenholz, Petra	Umweltbundesamt Dessau	email petra.mahrenholz@uba.de
Nigmann, Ursula Dr.	Umweltforschungszentrum Leipzig- Halle GmbH	Theodor-Lieser-Str.4 06120 Halle (Saale)
Peck, Anja	Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Ref. 52 Forstpolitik	Kernerplatz 10 70182 Stuttgart Tel. 0711-1262119 Fax 0711-1262904 email anja.peck@mlr.bwl.de
Petermann, Jörg Dr.	Bundesamt für Naturschutz FG I 2.2	Konstantinstr. 110 53179 Bonn Tel. 0228-84911543 Fax 0228-84911519 email joerg.petermann@bfn.de
Pompe, Sven	Umweltforschungszentrum	Theodor-Lieser-Str. 4 06120 Halle Tel. 0345-5585322 Fax 0345-5585329 email sven.pompe@ufz.de
Profft, Ingolf	Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei	Jägerstr. 1 99867 Gotha Tel. 03621-225152 Fax 03621-225222 email profft.ingolf@forst.thueringen.de
Schaller, Michaela Dr.	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Institut für Agrarökologie	Bundesallee 50 38116 Braunschweig Tel. 0531-5962540 Fax 0531-5962599 email michaela.schaller@fal.de

## Teilnehmer- und Autorenliste

Name	Institution	Adresse
Schliep, Rainer	Einvironmental Information & Communication Services (EICS)	Offenbacher Str. 17a 14197 Berlin Tel. 030 89733164 email schliep@biodiv.de
Schnick, Hilmar	Amt für das Biosphärenreservat Südost-Rügen	Blieschow 7a 18586 Lancken-Granitz Tel. 038303-88514 Fax 038303-88588 email h.schnick@suedostrueegen.mvnet.de
Schweer, Rüdiger	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz Ref. Klimaschutz und energiebedingte Umweltpolitik (II 6)	Mainzer Straße 80 65189 Wiesbaden Tel. 0611-815-1260 Fax 0611-815-1288 email ruediger.schweer@hmulv.hessen.de
Seiler, Michael	Thüringische Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei	Jägerstr. 1 99867 Gotha Tel. 03621-225151 Fax 03621-225222 email seiler.michael@forst.thueringen.de
Settele, Josef Dr.	Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH	Theodor-Lieser-Str.4 06120 Halle (Saale)
Stadler, Jutta	Bundesamt für Naturschutz	Insel Vilm 18581 Putbus Tel. 038301 86134 Fax 038301 86150 email jutta.stadler@bfm-vilm.de
Süsser, Marc	NABU Bundesgeschäftsstelle	Invalidenstr. 112 10115 Berlin Tel. 030-28498429 Fax 030-28498484 email marc.suesser@nabu.de
Vohland, Katrin Dr.	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung	Telegrafenberg C4 14473 Potsdam Tel. 0331-2882518 email katrin.vohland@pik-potsdam.de
Waldheim, M.	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Göschwitzer Str. 41 07745 Jena-Göschwitz Tel. 03641-684236 Fax 03641-684444 email m.waldheim@tlugjena.thueringen.de
Walther, Gian-Reto	Leibniz Universität Hannover Institut für Geobotanik	
Weigel, Hans-Joachim	Institut für Agrarökologie (BFAL)	Bundesallee 50 38116 Braunschweig Tel. 0531 5962501 Fax 0531 5962599 email hans.weigel@fal.de
Werner, Jürgen Dr.	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Göschwitzer Str. 41 07745 Jena-Göschwitz Tel. 03641-684200 Fax 03641-684222 email j.werner@tlugjena.thueringen.de
Zander, Ute	Lernprozesse für Nachhaltige Entwicklung	Emilienstr. 40 42287 Wuppertal Tel. 0202 254-3736 Email zander@lernprozesse.com

---

<b>Name</b>	<b>Institution</b>	<b>Adresse</b>
Zierath, Nils	CIPRA Deutschland e.V.	Heinrichgasse 8 87435 Kempten Tel. 0831-5209503 Fax 0831-18024 email cipra@cipra.de





## Workshop-Programm

**Sonntag, 24.09.2006**

Anreise

18.30 *Abendessen*

20.30 **DR. HORST KORN, INSEL VILM**

Begrüßung der Teilnehmer/innen, Einführung in das Thema, Ziele des Workshops, Ablauf und erwartete Ergebnisse

Kurze Vorstellungsrunde der Teilnehmer/innen

**Montag, 25.09.2006**

08.00 *Frühstück*

### **I: Klimawandel - Auswirkungen auf die biologische Vielfalt**

09.00 **R. KINZELBACH, UNIVERSITÄT ROSTOCK**

Klimawandel und Tierwelt in Mitteleuropa

09.30 **F. BADECK, PIK**

Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf Flora und Vegetation

10.00 **D. KATTERFELDT, UNIVERSITÄT FRANKFURT**

*Geranium sylvaticum* - eine Fallstudie aus Hessen

10.30 *Kaffee/Tee*

### **II: Anpassung an den Klimawandel - Maßnahmen und Strategien und deren Bedeutung für die biologische Vielfalt**

11.00 **U. DOYLE, SRU**

Anpassung klimasensitiver Systeme durch Stärkung des Naturschutzes

11.30 **S. KREFT, FACHHOCHSCHULE EBERSWALDE**

Anpassung der Landnutzung an den Klimawandel - naturschutzfachliche Konsequenzen

12.00 **J. PETERMANN, BFN**

Klimaveränderungen und Natura 2000 - Grundlagen und Aktivitäten

12.30 *Mittagessen*

**III: Anpassung an den Klimawandel - Beispiele aus den Bundesländern und der Verbandsarbeit**

14.00 **K. FALK, LÖBF NRW**  
Klimawandel in NRW

14.30 **R. SCHWEER, MULV HESSEN**  
INKLIM 2012 – Ein integraler Ansatz für regionale Anpassungs- und CO2 Vermeidungsstrategien in Hessen

15.00 **N. ZIERATH, CIPRA DEUTSCHLAND E.V.**  
Auswirkungen des Klimawandels im Alpenraum auf Naturgefahren, Raumplanung und Tourismus

15.30 *Kaffee/Tee*

**IV: Auswirkung von CO2-Emissionen auf globale Stoffkreisläufe – die Rolle der biologische Vielfalt**

16.00 **C. LOOSE, WBGU**  
Die Zukunft der Meere: zu warm, zu hoch, zu sauer – Vorstellung des neuen WBGU-Sondergutachtens

16.30 **M. GEISEN, AWI**  
Einfluss anthropogener CO2 Emissionen auf kalzifizierende marine Biota - ein Review

17.00 *Kaffee/Tee*

17.15 **S. BLOEFELD, UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**  
Welchen Einfluss haben Pflanzen auf die Emission von klima-relevanten Treibhausgasen?

**IV: Klimawandel und Internationale Konventionen – Umsetzung der Abkommen und Synergiebildung (Teil 1)**

17.45 **G. KIER, GERMANWATCH**  
Die Klimarahmenkonvention nach Montreal – neue Entwicklungen und Tendenzen

18.15 **HORST KORN, BFN**  
Aktivitäten im Rahmen der Biodiversitätskonvention

18.30 *Abendessen*

**Dienstag, 26.09.2006**

08.00 *Frühstück*

**IV: Klimawandel und Internationale Konventionen – Umsetzung der Abkommen und Synergiebildung (Teil 1)**

09.00 **H. JOOSTEN / J. COUWENBERG, UNIVERSITÄT GREIFSWALD**

Moor4: Synergien zwischen der Ramsar- und den Rio-Konventionen

09.30 **H. KOEHLER, UNIVERSITÄT BREMEN**

Der ReviTec-Ansatz zur Bekämpfung von Bodendegradation und Desertifikation: Konzept, Projekte, Ergebnisse

10.00 **D. KLEIN, IUCN ENVIRONMENTAL LAW CENTRE**

Biodiversität und Klimawandel: Einführung in das UNEP Projekt "Issue based Modules for coherent implementation of biodiversity conventions"

10.30 *Kaffee/Tee*

**V: Klimawandel und Wälder – Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und Anpassungsstrategien**

11.00 **M. JENSSEN, WALDKUNDE-INSTITUT EBERSWALDE**

Freiheitsgrade in die Zukunft mit klimaplastischen Wäldern - das BMBF-Verbundprojekt NEWAL-NET

11.30 **G. KLÖTZER, FORSTAMT RÜGEN**

Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Wälder (insb. auf Deutschlands größter Insel)

12.00 **V. GRUNDMANN, HESSEN-FORST**

Monitoring im Hessischen Naturwaldreservate-Programm

12.30 *Mittagessen*

14.00 Rundgang um das Naturschutzgebiet Insel Vilm

15.30 *Kaffeepause*

16.00 Gemeinsame Erarbeitung konkreter Vorschläge zu den o.g. Themenfeldern

Abschlussdiskussion und Workshopbericht

18.00 *Abendessen*

20.00 Falls erforderlich Weiterarbeit am Workshopbericht,  
ansonsten: Abendprogramm

**Mittwoch, 27.09.2006**

08.00 *Frühstück*

09.20 Abreise

---