

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

Biodiversität und Klima

- Vernetzung der Akteure in Deutschland V -

Ergebnisse und Dokumentation des 5. Workshops



Biodiversität und Klima

– Vernetzung der Akteure in Deutschland V –

**Ergebnisse und Dokumentation des 5. Workshops
an der Internationalen Naturschutzakademie des
Bundesamtes für Naturschutz, Insel Vilm
7. – 10.12.2008**

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



Titelbild:

Der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) wird als Wärme liebender Schmetterling von der Klimaerwärmung profitieren. Bereits in den letzten Jahren ist ein deutlicher Populationsanstieg zu verzeichnen. Ältere Raupen verfügen über spezielle Brennhaare mit dem Nesselgift Thaumetopoein, das Haut- und Augenreizungen bis hin zu schweren Allergien auslösen kann.

Großes Foto (H. Veit): Eiche nach Kahlfraß
Kleines Foto (E. Eisenbarth): Raupen des Eichenprozessionsspinners

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 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 2009

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	7
2 Themenschwerpunkte	
2.1 Beiträge zur Verhandlung eines Post-Kyoto-Regimes / REDD	
- REDD - Ein Finanzierungsmechanismus für die Erhaltung biologischer Vielfalt? LASSE LOFT	9
- Positionspapier zur Nachhaltigkeit des REDD-Mechanismus SUSANNE LEHMANN	14
- Biodiversität und Klimawandel: Synergien aus dem Moorschutz STEFAN SCHÄFFER	18
- Energiemix, Post-Petroleum und Post-Kyoto: Quo vadis? BERNHARD STRIBRNY	22
- Fairplay beim Klima und Biodiversitätsschutz - Katalysator für internationale Kooperation? CORNELIA OHL	27
2.2 Aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Biodiversität und Klimawandel	
- Indikatoren für die Anpassung an den Klimawandel auf europäischer und deutscher Ebene KATI MATTERN.....	29
- <i>Climatic Impact Indicator</i> – ein Indikator der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt RAINER DRÖSCHMEISTER	32
- Klimawandel und Lebensräume - wann wird aus Veränderung ein Risiko? KATRIN VOHLAND, FRANZ BADECK & WOLFGANG CRAMER	35
- <i>Climate Envelope Models</i> : welche Parameter sind relevant? STEFAN LÖTTERS & DENNIS RÖDDER	38
- Konzepte zur Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel PIERRE L. IBISCH & STEFAN KREFT	41

- Das Schutzgebietsnetz NATURA 2000 im Klimawandel - Risiken und Handlungsoptionen
GÖTZ ELLWANGER.....48
- Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie
Anpassungsstrategien des Naturschutzes
ROMAN HEIN, MANUEL STEINBAUER, HELMUT SCHLUMPRECHT, BJÖRN REINEKING,
ANKE JENTSCH, CARL BEIERKUHNLEIN54
- Die Vogelwelt von morgen - Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf
Vögel
SVEN TRAUTMANN58
- Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel des Brambacher Zipfels im Vogtland-
Möglichkeiten und Grenzen für die Entwicklung von Lebensräumen und ausgewählten
Arten
ANDREA SEIDEL.....61
- Banken, Börse, Biodiv - Biodiversitäts- und Klimaforschung in Frankfurt/Rhein-Main
VOLKER MOSBRUGGER, JULIA KROHMER, BERNHARD STRIBRNY63
- Internationaler Masterstudiengang *Global Change Ecology* in Bayreuth
ANNE SIMANG.....68

2.3 Aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Biodiversität und Desertifikation / Landdegradation

- Desertifikation - Forschung für die Umsetzung der Ziele der UNCCD für den nachhaltigen
Umgang mit Naturressourcen in Trockengebieten
MARIAM AKHTAR-SCHUSTER.....71
- BIOTA-Maroc: Ein Biodiversitätsmonitoringsystem zwischen dem Hohen Atlas und
der Sahara
ANNA AUGUSTIN74

2.4 Beispiele von Projekten aus den Bundesländern und von Verbänden

- Nordrhein-Westfalen - auf dem Weg zu einer Anpassungsstrategie
THOMAS HÜBNER75
- Untersuchungen zur Entwicklung von Waldtypen im Klimawandel am Beispiel Nationalpark
Eifel - Auswertungen auf Basis der forstlichen Standortklassifikation
NORBERT ASCHE.....78

-	Forschung zu Biodiversität und Klimawandel im Rahmen des Projekts "KlimLandRP" zum Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz ULRICH MATTHES.....	85
-	Der Einfluss des Klima- und Landschaftswandels auf Arten und ihre Lebensräume in Rheinland-Pfalz JÖRN BUSE, EVA MARIA GRIEBELER und ALFRED SEITZ.....	90
-	Landespolitischer Maßnahmenkatalog Brandenburgs zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel PETRA VAN RÜTH	94
-	Klimawandelanpassung in der Forstwirtschaft: Von der Vision zur Implementierung - Klimaprogramm Bayern 2020 CHRISTIAN KÖLLING.....	98
-	Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt von Biotopen Baden-Württembergs PETER WATTENDORF	101
-	Naturschutz im Klimawandel - NABU-Projekt zu den Handlungsoptionen des Naturschutzes zwischen Klimafolgen, Anpassung und Klimaschutz NICOLAI SCHAAF	104
	Abkürzungsverzeichnis	107
	Liste der Teilnehmer/Innen und Autor/Innen.....	109
	Programm des Workshops.....	113

1 Einführung

An dem Workshop „Biodiversität und Klimawandel – Vernetzung der Akteure in Deutschland V“ vom 7. bis 10. Dezember 2008 nahmen 47 Expertinnen und Experten aus Deutschland teil, die zu den Themen Klima- und Biodiversitätsschutz sowie Bekämpfung der Wüstenbildung/Landdegradation arbeiten. Der Workshop wurde vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) an der Internationalen Naturschutzakademie (INA) auf der Insel Vilm durchgeführt.

Um den Verpflichtungen Deutschlands aus dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD) 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 notwendig. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens führt das Bundesamt für Naturschutz (BfN) zu diesem Zweck eine Reihe von Workshops mit deutschen Expert/Innen aus Wissenschaft, Politik/Verwaltung und Verbänden durch, die sich mit den verschiedenen Facetten des Themas „Biologische Vielfalt und Klimawandel“ befassen. Die Workshops dienen vorrangig dem fachwissenschaftlichen Informationsaustausch und der verstärkten Koordination laufender und zukünftiger Forschungsprojekte, der Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen möglicher Verhandlungspositionen im internationalen Bereich sowie der Sichtung von Informationen, die im Hinblick auf aktuelle Entwicklungen (u.a. die Erarbeitung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel auf Länder- und Bundesebene) in Deutschland von Bedeutung sind. Aufbauend auf den Ergebnissen der vorangegangenen Workshops werden konkrete Synergie- und Kooperationsmöglichkeiten erarbeitet, die auch zu einem verbesserten Wissenstransfer von der Forschung in die Umsetzung, bzw. Politikberatung führen sollen. Dies stand auch im Vordergrund des fünften Workshops, der unter dem Vorsitz von Dr. Horst Korn (BfN) an der Internationalen Naturschutzakademie auf der Insel Vilm als informelles wissenschaftliches Treffen durchgeführt wurde. Die hier veröffentlichten Beiträge sind als persönliche Meinungsäußerung der Teilnehmer/Innen in ihrer Funktion als Fachleute zu verstehen und müssen nicht die Meinung der Institutionen darstellen, denen sie angehören.

Der vorliegende Band beinhaltet die Kurzfassungen der Vorträge, mit denen die Teilnehmer/Innen ihre Aktivitäten, Erfahrungen und Standpunkte in Bezug auf die Wechselwirkungen zwischen Forschung und Politik in den Feldern Biodiversitätserhaltung, Klimaschutz und Desertifikationsbekämpfung austauschten. Ergänzend enthält der Band auch schriftliche Beiträge von Expertinnen und Experten, die keinen Vortrag während des Workshops halten konnten.

2 Themenschwerpunkte

2.1 Beiträge zur Verhandlung eines Post-Kyoto-Regimes / REDD

REDD - Ein Finanzierungsmechanismus für die Erhaltung biologischer Vielfalt?

LASSE LOFT

Finanzierung der Erhaltung biologischer Vielfalt

Die effektive Erhaltung biologischer Vielfalt setzt ein global repräsentatives Schutzgebietenetzwerk voraus. Dieses bis 2010 auf dem Land und bis 2012 in Meeresgebieten zu errichten, ist Gegenstand eines langjährigen Arbeitsprogramms des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD). Zwar hat die Anzahl der Schutzgebiete sowie die unter Schutz gestellte Fläche in den vergangenen Jahren zugenommen, doch muss dieser auf dem Papier bestehende Schutz auch überwacht und durchgesetzt werden. Dies verursacht hohe Kosten. Studien gehen davon aus (JAMES *et al.* 2001, BRUNER *et al.* 2003), dass für die Erhaltung biologischer Vielfalt weltweit jährlich 20-23 Mrd. US\$ aufgebracht werden müssen. Vor allem die artenreichen Entwicklungsländer können diese Kosten jedoch oftmals nicht aufbringen, so dass sich jährlich eine Finanzierungslücke von ca. 13-16 Mrd. US\$ auftut. Dieser Umstand hat die Vertragsstaatenkonferenz (COP) der CBD dazu veranlasst, die Entwicklung innovativer Finanzierungsmechanismen, u.a. sogenannter Marktmechanismen zu fordern.

Ökonomische Analyse biologischer Vielfalt

Eine wirtschaftswissenschaftliche Analyse biologischer Vielfalt ergibt, dass diese in ihrer Gesamtheit als „ökonomisches Gut“ bezeichnet werden kann (LOFT 2009). Lediglich ein geringer Anteil der Produkte und Leistungen biologischer Vielfalt wird jedoch auf Märkten gehandelt, überwiegend zu Preisen, die deren tatsächlichen Wert nicht widerspiegeln. Entscheidungen im Ressourcenmanagement berücksichtigen in der Regel nur diejenigen Veränderungen von Gütern und Leistungen biologischer Vielfalt, die bereits marktfähig und handelbar sind. Das hat zur Folge, dass ökosystemare Versorgungsleistungen über Marktprozesse relativ gut, kulturelle Leistungen nur teilweise, Regulations- und Basisdienstleistungen aber praktisch überhaupt nicht erfasst werden. Der ökonomische Gesamtwert eines nachhaltig genutzten Ökosystems ist damit oftmals höher als der ökonomische Wert, der z.B. einer Entscheidung für eine Landnutzungsänderung in der Praxis zugrunde gelegt wird. Die Verfügungsrechteinhaber erzielen daher nach wie vor Gewinne durch Aktivitäten, deren Gesamtkosten in Form des Verlustes von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen bei anderen Personen oder Gruppen bzw. der Gesellschaft insgesamt anfallen. Einen Ansatz dem entgegen zu wirken stellt die Inwertsetzung ökosystemarer Leistungen wie z.B. Wasserfiltrierung, Bereitstellung genetischer Ressourcen sowie Kohlenstoffaufnahme und –

speicherung dar (EMERTON *et al.* 2006). Da es derzeit noch nicht möglich ist, allen Ökosystemleistungen einen monetären Wert beizumessen und erst wenige auf Märkten gehandelt werden, kommt einer Preissetzung der Kohlenstoffaufnahme und –speicherung im Rahmen des Klimaschutzes hohe Bedeutung zu.

Synergien zwischen Biodiversitätserhaltung und Klimaschutz

Der Schutz der natürlichen Wälder hat sowohl aus Gründen des Biodiversitätsschutzes wie auch aus Klimaschutzgründen höchste Priorität. Mehr als die Hälfte der bekannten Tier- und Pflanzenarten befinden sich in den tropischen Urwäldern, überwiegend auf den Territorien von Staaten, denen es schwer fällt, ausreichende finanzielle Mittel für die Erhaltung biologischer Vielfalt aufzubringen.

Der Kohlenstoffspeicherfunktion von Waldökosystemen kommt aufgrund der globalen Anstrengungen zur Verminderung des anthropogen bedingten Klimawandels derzeit eine herausragende Stellung zu. Der *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) bezifferte in seinem 2007 veröffentlichten vierten Sachstandsbericht den Anteil der durch Entwaldung entstehenden anthropogen bedingten Emissionen auf knapp 20% der Gesamtemissionen und verschaffte der Diskussion um eine Einbeziehung vermiedener Entwaldung vor dem Klimagipfel von Bali höchste Aufmerksamkeit. Bisher wurde die Bedeutung natürlicher Ökosysteme in Art. 4 lit. (d) der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) zwar anerkannt, im Kyoto-Protokoll (KP) wurden die im Rahmen des Art. 12 KP in Entwicklungsländern zulässigen Maßnahmen zur Erhöhung der Kohlenstoffaufnahme terrestrischer Ökosysteme jedoch aufgrund verhandlungstechnischer Erwägungen und großer methodischer Unsicherheiten auf Aufforstung und Wiederaufforstung beschränkt.

Vermiedene Entwaldung

Aufgrund veränderter Verhandlungspositionen und einer Verbesserung der Methodik zur Bestimmung der durch Entwaldung entstehenden Emissionen wurde die Vermeidung von Entwaldung unter der Formel *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation* (REDD) als ein möglicher wichtiger Baustein für ein Kyoto-Folgeabkommen ab dem Jahr 2012 in die sog. *Bali-Roadmap* aufgenommen. Bis zum kommenden Klimagipfel in Kopenhagen im Dezember 2009 wird nun darüber verhandelt, ob - und wenn ja, in welcher Ausgestaltung ein REDD-Mechanismus Gegenstand eines Klimaschutzregimes nach 2012 werden könnte. Die derzeitigen internationalen Verhandlungen erstrecken sich u.a. auf den Anwendungsbereich, also die Frage, welche Aktivitäten und welche Staaten ein REDD-Mechanismus umfassen sollte. Weiterhin werden methodische Fragen behandelt, etwa wie sogenannte Referenzemissionen und die danach zu bestimmenden Emissionsreduzierungen ermittelt und das Monitoring gestaltet werden sollten. Darüber hinaus gilt es, eine Entscheidung darüber zu treffen, wie ein Mechanismus ausgestaltet werden soll, mit dessen Hilfe die Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen kompensiert werden.

REDD-Finanzierungsmechanismus

Auf die Frage, wie ein internationales Finanztransfersystem eines REDD-Mechanismus ausgestaltet werden könnte, soll im Folgenden ausführlicher eingegangen werden. Für einen REDD-Finanzierungsmechanismus werden im Wesentlichen drei unterschiedliche Ansätze verfolgt:

- die direkte Verbindung mit dem internationalen Emissionshandel,
- die Einrichtung eines REDD-Fonds,
- Hybridlösungen, die eine begrenzte Anbindung an den Kohlenstoffmarkt mit Elementen einer Fondslösung kombinieren.

Der Vorteil einer direkten Anbindung an den Emissionshandel durch die Möglichkeit zertifizierte Emissionsminderungen aus der Vermeidung von Entwaldung mit Emissionsminderungen aus dem Industriesektor verrechnen zu können, liegt in der Sicherung der Nachfrage, da Industriestaaten ihre Emissionsreduktionsverpflichtungen durch den Erwerb von REDD-Zertifikaten erreichen könnten. Es wird jedoch befürchtet, dass eine große Anzahl günstiger REDD-Zertifikate zu einem Überangebot an Emissionszertifikaten, damit zu einem Preisverfall und letztlich zu einem geringeren Anreiz zur Reduzierung von Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe führen könnte. Wichtigen Änderungen in der Energieversorgungsstruktur würde damit der finanzielle Anreiz genommen. Diesem Markteffekt könnte jedoch durch eine Erhöhung der Gesamtnachfrage an Emissionszertifikaten entgegengewirkt werden, etwa durch die Anhebung der Reduktionsverpflichtungen der Industriestaaten, über die vom IPCC empfohlenen 25-40% hinaus. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Festlegung einer Obergrenze („Cap“) handelbarer REDD-Zertifikate, also einer Angebotsdeckelung. Obwohl die Höhe der durch einen REDD-Mechanismus zu erwirtschaftenden finanziellen Mittel von der Menge und dem Preis der künftigen Emissionszertifikate abhängig ist, reichen derzeitige Schätzungen von zwei Mrd. € bis zu 45 Mrd. € die jährlich durch den REDD-Mechanismus generiert werden könnten (EBELING & YASUÉ 2008).

Der Vorschlag einer reinen Fondslösung sieht vor, dass Industriestaaten, die Privatwirtschaft und NGOs gemeinsam in einen neuen internationalen Fonds zur Vermeidung von Entwaldung einzahlen. Die so generierten Gelder könnten dann an Länder verteilt werden, die eine nachweisbare Reduzierung von Emissionen aus Entwaldung vornehmen. Der große Vorteil einer solchen Fondslösung liegt in der Möglichkeit bei der Vergabe der Mittel auch andere, insbesondere Biodiversitätsschutzaspekte und die Interessen indigener Bevölkerungsgruppen zielgerichtet berücksichtigen zu können. Darüber hinaus würde sichergestellt, dass die Anstrengungen der Entwicklungsländer im Waldsektor zusätzlich zu den Anstrengungen der Industriestaaten zur Verminderung der Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe vorgenommen werden. Ein wesentlicher Nachteil einer Fondslösung besteht jedoch darin, dass das Finanzvolumen des Fonds von der Zahlungsbereitschaft der Geber abhängig wäre.

Von mehreren Staaten und NGOs wird daher eine dritte Möglichkeit für einen REDD-Finanzierungsmechanismus vorgeschlagen, sog. Hybridlösungen. Diese kombinieren eine eingeschränkte Anbindung an den internationalen Kohlenstoffmarkt zur Sicherung der Finanzierung, mit fondsähnlichen Verteilungsmechanismen. Als Beispiele für solche Hybridlösungen seien der TDERM-Ansatz von Greenpeace sowie der Vorschlag des *Climate Action Networks* (CAN) und Norwegens genannt. Greenpeace möchte ein

neues Wald-Kohlenstoffzertifikat einführen und die Industriestaaten dazu verpflichten einen Teil ihrer Reduktionsverpflichtungen für Treibhausgase durch den Kauf dieser Zertifikate abzudecken. CAN und Norwegen schlagen hingegen vor, die dauerhafte und ausreichende Finanzierung durch die Versteigerung der internationalen Emissionsrechte (*Assigned Amount Units*, AAU) sicherzustellen, ähnlich wie dies im europäischen Emissionshandelssystem für die kommenden Handelsperioden vorgesehen ist.

Bei der Wahl des konkreten Finanzierungsmechanismus muss vor allem der langfristige Fluss ausreichender finanzieller Mittel sichergestellt werden. Es scheint nach den bisherigen Erfahrungen im Rahmen internationaler Umweltfonds jedoch nicht möglich, die Summen für einen effektiven globalen Biodiversitätsschutz zu generieren. Eine Anbindung an den Kohlenstoffmarkt ist daher aufgrund der geschaffenen Nachfrage Erfolg versprechender. Des Weiteren sollte eine differenzierte Verteilung der generierten Mittel möglich sein, insbesondere um Biodiversitätsschutzaspekte und die Interessen indigener Bevölkerungsgruppen besser berücksichtigen zu können und auch solche Staaten zu unterstützen, die noch *Capacity Building*-Maßnahmen durchführen müssen. Dies lässt sich jedoch nur durch detaillierte Regelungen entweder hinsichtlich der Zertifizierungskriterien für REDD-Zertifikate im Falle einer direkten Marktanbindung oder durch detaillierte Vergaberegulungen im Falle einer Hybridlösung erreichen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass REDD einen Mechanismus zur Inwertsetzung der Ökosystemleistung Kohlenstoffspeicherung in Wäldern darstellt, für die es mit dem künftigen Klimaschutzregime eine mögliche Handelsplattform gibt. Dadurch würde für eine nicht-konsumtive Nutzung natürlicher Waldökosysteme ein wirtschaftlicher Anreiz gesetzt, der insbesondere auch der Erhaltung biologischer Vielfalt zu Gute käme.

Literatur

- BRUNER, A., HANKS, J., HANNAH, L. 2003. How Much Will Effective Protected Area Systems Cost? Presentation to the Vth IUCN World Parks Congress, 8–17 September 2003: Durban, South Africa.
- EBELING, J. & YASUÉ, M. 2008. Generating carbon finance through avoided deforestation and its potential to create climatic, conservation and human development benefits, *Philosophical Transaction of the Royal Society B* 363: 1917-1924.
- EMERTON, L., BISHOP, J., THOMAS, L. 2006. Sustainable Financing of Protected Areas: A global review of challenges and options. Gland: IUCN.
- JAMES, A., GASTON, K., BALMFORD, A. 2001. Can we afford to conserve biodiversity? *BioScience* 51: 43-52.
- LOFT, L. 2009. Erhalt und Finanzierung biologischer Vielfalt - Synergien zwischen internationalem Biodiversitäts- und Klimaschutzrecht. Berlin.
- PAKER, C., MITCHELL, A., TRIVEDI, M., MARDAS, N. 2008. The Little REDD Book. The Global Canopy Foundation, Oxford.

Links

- Veranstaltungsreihe „Biologische Vielfalt“ der Initiative für Nachhaltige Entwicklung e.V.:
http://www.nachhaltigkeitsinitiative.de/#skip_S_Projekte_S_Biodiversitaet_S__Q_HJMAS41
- Institute 4 Sustainability: <http://www.4sustainability.org>

Positionspapier zur Nachhaltigkeit des REDD-Mechanismus

SUSANNE LEHMANN

Die weltweite Entwaldung ist nicht nur für etwa ein Fünftel der gesamten anthropogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich, sondern trägt auch erheblich zur Abnahme der globalen Biodiversität und zur Erhöhung der Armut bei.

Die Klimarahmenkonvention (UNFCCC) erkennt die Bedeutung von Kohlenstoffspeichern wie Wäldern und Mooren an. Aus verschiedenen politischen Gründen wurde das UN-Mandat aber zunächst nur in Industrieländern (Annex B des Kyoto-Protokolls) umgesetzt, nicht jedoch in Schwellen- und Entwicklungsländern, in denen der Großteil der Entwaldung heute stattfindet. Auf dem Klimagipfel von Bali 2007 wurde daher beschlossen, die Reduktion von Emissionen aus vermiedener Entwaldung (REDD) in die offiziellen Verhandlungen aufzunehmen. Für die Periode nach 2012 wurde vereinbart, einen Mechanismus zu schaffen, der Emissionen aus Entwaldung und Walddegradation verringern soll, indem er Erhaltungsmaßnahmen kompensiert. Über die Ausgestaltung eines solchen Mechanismus findet derzeit eine kontroverse Diskussion statt. Zentrale Punkte der Debatte sind vor allem die Art der Finanzierung des Mechanismus und der differenzierte Umgang mit Ländern, in denen Entwaldung stattfindet (Entwaldungsraten, ausreichende institutionelle Einrichtungen, politische Stabilität, Langfristigkeit etc.). Abgesehen von diesen technischen Fragen, wird jedoch kaum diskutiert, wie sehr ein solches Instrument auch Biodiversitätsaspekte und sozioökonomische Fragen berücksichtigen muss.

Während des internationalen Workshops "*Biodiversity Conservation and Poverty Reduction - Taking an Economic Perspective*", der vom 22. bis 24. September 2008 auf der Insel Vilm stattfand, wurde im Rahmen einer Arbeitsgruppe das Thema REDD als Instrument für Armutsminderung und als Beitrag zum Schutz der Biodiversität diskutiert. Aus dieser Diskussion ging das folgende Positionspapier hervor, das auf der UN-Klimakonferenz präsentiert wurde, die vom 1. bis 12. Dezember 2008 in Poznan/Polen stattfand. Das Papier gibt einen Überblick über mögliche Gefahren eines nicht übergreifenden und nachhaltigen REDD-Mechanismus und möchte der Debatte neue Impulse verleihen. Nach Ansicht der Autoren kann die nachhaltige Bekämpfung der Entwaldung neben der angestrebten Emissionsvermeidung einen hohen Nutzen für lokale Wirtschaftskreisläufe und der Erhaltung der Biodiversität bringen, wenn bestimmte Aspekte berücksichtigt werden. Im Wesentlichen werden drei Szenarien diskutiert, die massive Nachteile für die Sozioökonomie und die Erhaltung der Biodiversität mit sich bringen würden. Diese Hürden gilt es zu überwinden, um einen REDD-Mechanismus so zu gestalten, dass er Biodiversitäts- und Armutsaspekten umfassend gerecht wird.

Im Folgenden das Positionspapier im Wortlaut.

How to get REDD right – Navigating the winding road towards sustainability

Policy discussion paper for UNFCCC COP14, 2008

Authors: Michael Huettner (Max-Planck-Institute for Biogeochemistry), Grace Villamor (World Agroforestry Centre; ZEF), David Huberman (IUCN), Johannes Ebeling (EcoSecurities), Susanne Lehmann (German Federal Agency for Nature Conservation), Elke Mannigel (Oro Verde)

Reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD) could play a key role in climate change mitigation in the coming years. Enthusiasm for this concept is largely substantiated by its expected positive contributions to biodiversity conservation and poverty alleviation. REDD does indeed offer tremendous opportunities for promoting sustainable development in many tropical countries. However, it is by no means a 'given' that REDD will deliver all the benefits envisaged. The recently held 'Biodiversity Conservation and Poverty Reduction Workshop' discussed major hurdles and opportunities for REDD to simultaneously address climate change, biodiversity loss and poverty. Participants identified three major 'roadblocks' that need to be overcome for REDD to adequately address its wider environmental and development focus.

REDD Roadblock #1 - Small local stakeholders could be excluded from a benefit-sharing mechanism: The financial benefits from REDD could potentially be withheld from those who have the greatest stake in maintaining forest resources: rural and forest communities. If carbon finance is channeled through inefficient and non-transparent administrative hierarchies, resources might 'dry up' before reaching local or regional levels. Such inequitable outcomes are particularly likely to materialize in situations of poor governance. This is a worrying fact, considering that precisely those countries with the highest REDD income potential score poorly on most governance indicators (Ebeling and Yasue, 2008). Further, in situations of insecure land tenure or unclear use and access rights, governments and other powerful stakeholders could abuse their position to exclude smallholders and local land stewards from REDD benefits. In this respect, poorly designed REDD could undermine land tenure security in many rural areas – especially for indigenous peoples and other forest dependent communities.

REDD Roadblock #2 - REDD-induced changes in land use trends could increase poverty and food scarcity: Global demand for agricultural commodities and forest products has been identified as one of the main drivers of tropical deforestation (Geist and Lambin, 2002). A future REDD mechanism could block large forest areas for agricultural production and thus shift demand for land to other areas. Changes in consumption patterns, together with population growth will increase demand for timber, cattle and energy crops in the future, putting further pressure on scarce land resources. The combination of land scarcity and demand pressure could contribute to price increases for land, wood and food products. Given the current prosperity growth patterns, the demand pressure will unlikely be fully buffered by price increases or intensification measures. In the timber sector, this pressure could result in increased deforestation in developing countries not yet part of the REDD regime ('international leakage') or in temperate and boreal forests. In the agricultural sector, demand pressure could lead to prioritization of available areas for more lucrative cash and energy crops (Benhin, 2006), unless this is

countered by national food-security policies. This would leave subsistence-based agriculture marginalized and potentially increase land-tenure inequalities. As a result, local livelihoods relying on staple food and firewood may be put at risk, exacerbating existing poverty patterns.

REDD Roadblock #3 - A “carbon-only” focus could compromise the quality of ecosystem management: If a REDD mechanism only aims at maximizing carbon emission reductions, this might jeopardize the more comprehensive and sustainable management of ecosystems within a given country. Outside the prioritized REDD areas, land use pressure from agriculture and forestry could shift to low-carbon ecosystems. Non-forest habitats such as savannas, grasslands and wetlands could become particularly vulnerable to such shifts in land-use trends (Miles and Kapos, 2008). However, they can be of crucial value for supporting local livelihoods, conserving biological diversity and sustaining other ecosystem services. Even in REDD project areas the sole focus on carbon might not correspond to management requirements for other forest ecosystem services, such as species conservation or watershed regulation.

Policy implications

At the international level, the challenges of REDD-induced land-use pressure could be reduced by shifting demand for imports with high negative impacts on climate and biodiversity to products from sustainable forest management and agriculture (including agroforestry). Agricultural import policies, notably the target quota for biofuels in the EU and the US, need to be reconsidered in this respect. Importing countries can furthermore strengthen consumer choices through clear and meaningful product labeling. Effective legislation to ban illegal timber imports would provide incentives to improve forestry governance in exporting countries and thus also strengthen their capacity to implement REDD. Readiness efforts in developing countries should, besides technological issues, focus on supporting participatory programs to build capacity and improve land tenure security, including customary and indigenous land rights. Granting land tenure security to forest communities has proven to be one of the cheapest and most effective ways of lowering deforestation rates and would therefore need to be an integral component of any sustainable REDD strategy. Fundamentally, good governance will be a key ingredient and pre-condition for successfully implementing REDD. To prevent the marginalization of biodiversity-rich forest and non-forest areas under a REDD regime, the valuation of other ecosystem services needs to be promoted in the long-term. In the meantime, voluntary, market- or fund-based certification standards for biodiversity protection and poverty reduction should be explored – using performance-based incentives. Complementary to regulatory safeguards in a REDD regime, these incentives could assist in achieving sustainable REDD measures on the ground. To ensure food security, developing countries should harmonize their REDD strategies with national land-use planning and agricultural policies, in order to use scarce fertile land as efficiently as possible. In this respect, REDD measures should be linked effectively to the ‘National Adaptation Program of Action’ (NAPA), the ‘National Poverty Reduction Strategy’ (PRSP) and the ‘National Biodiversity Strategy Action Plan’ (NBSAP). Further support is urgently needed to explore the interlinkages between REDD, deforestation drivers and food supply changes.

Literatur

- BENHIN, J. K. A. 2006. Agriculture and Deforestation in the Tropics: A Critical Theoretical and Empirical Review. *Ambio* 35(1): 9-16.
- EBELING, J. & YASUÉ, M. 2008. Generating carbon finance through avoided deforestation and its potential to create climatic, conservation and human development benefits, *Philosophical Transaction of the Royal Society B* 363: 1917-1924.
- GEIST, H. J. & LAMBIN, E. 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience* 52 (2): 143-150.
- MILES, L. & KAPOS, V. 2008. Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Global Land-Use Implications. *Science* 320(5882): 1454-1455.

Link

Das Positionspapier im Internet: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/Poverty-2008-REDD_policy-paper_Final_adjust.pdf

Ansprechpartner

Michael Hüttner
Max-Planck-Institut für Biogeochemie
Hans-Knöll-Straße 10
07745 Jena
Tel: (03641) 57 6146
mhuettner@bgc-jena.mpg.de

Biodiversität und Klimawandel: Synergien aus dem Moorschutz

STEFAN SCHÄFFER

Mit der Erhaltung intakter Moore und der Wiedervernässung entwässerter Moore sind zahlreiche Synergieeffekte in verschiedenen Bereichen verbunden, u.a.:

- Schutz der moorspezifischen biologischen Vielfalt
- Reduktion von Treibhausgasemissionen
- Vorbeugung von Torfbränden
- Regulationsleistungen für den Wasserhaushalt (Reinigung, Hochwasserschutz etc.)
- Regulationsleistungen für das Lokalklima (Kühlung der Umgebungstemperatur etc.)
- Neue sozioökonomische Chancen (Arbeitsplätze im Moormanagement, Paludikulturen etc.)

Unter diesen Aspekten genießt der Klimawandel seit einigen Jahren besondere öffentliche Aufmerksamkeit, weshalb er der Schlüssel zur Erreichung der anderen Effekte sein kann. Dieser Beitrag konzentriert sich daher auf die Darstellung zum Stand des Wissens zum Thema „Reduktion von Treibhausgasemissionen durch den Moorschutz“.

Das Potenzial aus der Wiedervernässung von Mooren für den Klimaschutz

Weltweit speichern Moore ca. 550 Gt Kohlenstoff (WETLANDS INTERNATIONAL *et al.* 2008). Das sind 30% des in Böden gebundenen Kohlenstoffs auf nur ca. 3% der Landfläche der Erde. 550 Gt sind etwa die doppelte Menge des Kohlenstoffgehalts der Biomasse der Wälder. Damit sind Moore der flächeneffektivste Kohlenstoffspeicher unserer Erde und weltweit unter den terrestrischen Ökosystemen der größte und nach den Ozeanen der zweitgrößte, langfristige Kohlenstoffspeicher. Für die in Deutschland in Mooren gespeicherte Kohlenstoffmenge gehen die Expertenschätzungen weit auseinander, aber ein Wert von 1,2 Gt scheint plausibel zu sein.

Global sind ca. 16% (entspricht ca. 0,5% der Landfläche der Erde) der Moore degradiert, was bei Mooren i. d. R. bedeutet, dass sie in ihrem Wasserhaushalt gestört und meist entwässert sind. In Europa sind über 40% und in Deutschland mehr als 90% der Moore degradiert. Mit der Entwässerung setzt der Prozess der Torfzersetzung ein, wobei das Treibhausgas Kohlendioxid emittiert wird. Global führt dies zu Emissionen von jährlich mehr als 3.000 Mt CO₂-eq (WETLANDS INTERNATIONAL *et al.* 2008). Damit werden von nur 0,5% der Landfläche 10% der globalen anthropogenen CO₂-Emissionen von 1990 emittiert.

Von diesen 3.000 Mt CO₂-eq stammen 2.000 Mt CO₂-eq (DELFT HYDRAULICS 2006) oder zwei Drittel der weltweiten Emissionen aus Mooren aus Südostasien (Indonesien, Malaysia, Brunei, Papua-Neuguinea). Da die entwässerten Mooren Südasiens nur ca. 0,1% der Erdoberfläche darstellen, ist dies wahrscheinlich die größte singuläre anthropogene Treibhausgasquelle der Erde. Zusätzlich stammen mehr als 90% der in Südostasien entstehenden Mooremissionen nur aus Indonesien.

600 Mt CO₂-eq der südostasiatischen Emissionen aus Mooren stammen aus der Entwässerung und der damit verbundenen Torfzersetzung. 25% der entwässerten Moore in Südostasien sind mit Ölpalmen bestanden, für die besonders tief entwässert werden muss. Aus den Ölpalmen wird u. a. Biosprit auch für den europäischen Markt produziert. Mit Biosprit aus Ölpalmenanbau auf Moorstandorten wird damit bis zu 10-mal mehr CO₂ freigesetzt als eingespart wird. Weitere 1.400 Mt CO₂-eq werden aus südostasiatischen Moorbränden emittiert. Dieser Wert ist eine sehr vorsichtige Schätzung und Moorbrände außerhalb Indonesiens sind dabei noch nicht berücksichtigt. Moorbrände treten aber natürlich auch in den benachbarten Staaten Malaysia oder Neuguinea auf.

Auch die osteuropäischen Staaten wie Ukraine, Weißrussland oder Russland sind alljährlich in katastrophalem Ausmaß von Moorbränden betroffen. Vermutlich sind die Gesamtemissionen von 3 000 Mt CO₂-eq deshalb noch zu niedrig angesetzt. Mit den Moorbränden sind viele negative Begleiterscheinungen verbunden. Aus der Sicht des Klima- und Naturschutzes besonders wichtig ist aber, dass durch Moorbrände der Kohlenstoffspeicher irreversibel zerstört wird und auch die Voraussetzungen für eine ökologische Renaturierung verschlechtert werden.

Ca. 900 Mt CO₂-eq werden aus Torfzersetzung von entwässerten Mooren außerhalb Südostasiens emittiert (JOOSTEN *et al.* 2002). Dabei hat Europa Emissionen aus Mooren in der Größenordnung von 190 Mt CO₂-eq. Für Deutschland gehen die Schätzungen wieder sehr auseinander: Experten gehen von Werten zwischen 23 und 44 Mt CO₂-eq jährlich aus. Das sind bis zu 5% der Gesamtemissionen Deutschlands. Generell geht man von einem theoretischen Einsparpotenzial, d.h. wenn theoretisch alle landwirtschaftlich genutzten Hoch- und Niedermoore vollständig renaturiert werden würden, von 35 Mt CO₂-eq (FREIBAUER *et al.* 2009) aus. Im europäischen Vergleich bedeutet dies, dass Deutschland, obwohl sich nur 3,3% der europäischen Moore (Platz 7 in Europa) in Deutschland befinden, 12% des europäischen CO₂-Ausstoßes aus entwässerten Mooren (Platz 2 in Europa hinter Russland) emittiert.

Ein besonders hohes realisierbares Potenzial für Wiedervernässungsmaßnahmen besteht in osteuropäischen Staaten wie Russland, Weißrussland oder der Ukraine. Infolge der politischen und den damit verbundenen sozioökonomischen Umwälzungen seit den 1990er Jahren wurde die landwirtschaftliche Nutzung vieler entwässerter Moore aufgegeben. Daher liegen in diesen Ländern bis zu einem Viertel der landwirtschaftlichen Flächen auf entwässerten Mooren brach. Die Konkurrenz verschiedener Landnutzer um die Flächen ist dort vergleichsweise gering. Die Gruppe um Prof. Hans Joosten vom Institut für Botanik und Landschaftsökologie der Uni Greifswald hat in Weißrussland bereits annähernd 40.000 ha Moore wiedervernässt. Nun soll zusammen mit der englischen *Royal Society for the Protection of Birds*, der Michael-Succow-Stiftung und vom Bundesumweltministerium gefördert ein neues Projekt mit vorläufig 10.000 ha starten, das am Ende aber deutlich über 40.000 ha hinausgehen soll. Alleine in Weißrussland sieht man ein Potenzial von 500.000 ha.

Neuere Erkenntnisse und Entwicklungen

Kritiker der Wiedervernässung von Mooren halten dieser Maßnahme entgegen, dass durch die Wiedervernässung zwar die CO₂-Emissionen weitgehend gebremst werden, dafür aber die Emission des viel wirksameren Treibhausgases Methan angekurbelt wird. Die Frage ist also, in welchem Verhältnis steht das Treibhauspotenzial der CO₂-Emissionen aus entwässerten Mooren zum Treibhauspotenzial der Methanemissionen nach der Wiedervernässung. Im Rahmen von gegenwärtig noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen konnte die Gruppe um Prof. Hans Joosten von der Universität Greifswald aus dem Vergleich des Treibhauspotenzials zahlreicher Moore mit unterschiedlichem Wasserstand das vorläufige Fazit ziehen, dass durch die Wiedervernässung von Mooren auf einen Wasserstand zwischen 0 und 20cm unter Geländeoberkante mit einer hohen Wahrscheinlichkeit durchschnittlich Emissionseinsparungen von 15 t CO₂-eq pro Hektar und Jahr verbunden sind (Spanne von 0 – 30 CO₂-eq pro Hektar und Jahr; COUWENBERG 2008). Das bedeutet, dass das Treibhauspotenzial der Methanemissionen durch die Wiedervernässung i. d. R. (viel) kleiner ist, als das Treibhauspotenzial der Kohlendioxidemissionen entwässerter Moore. Durch die Wiedervernässung von Mooren wird der Beitrag zur Klimaerwärmung daher i. d. R. reduziert, wenn nicht sogar eine Kohlenstoffsenke geschaffen wird. Damit bringt die Wiedervernässung von Mooren meist einen Gewinn für den Klimaschutz.

Dass mit der Wiedervernässung von Mooren nicht nur positive Effekte für den Klimaschutz erreicht werden, sondern tatsächlich auch Synergieeffekte wie der Biodiversitätsschutz erreicht werden, haben bspw. Vorstudien zum Verbundforschungsprojekt „Moornutzungsstrategien“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gezeigt: Es wurde festgestellt, dass mit abnehmendem Treibhauspotenzial der Moorstandorte die Anzahl der Arten zunimmt (DRÖSLER 2008), auch wenn die Anzahl der Arten nicht unbedingt der beste und auch nicht der einzige Indikator für Biodiversität ist.

Die Greifswalder Wissenschaftler um Hans Joosten haben Ähnliches beobachtet und aus den Zusammenhängen „Mooremissionen sind stark abhängig vom Wasserstand“ und „die Art der Pflanzengesellschaft ist stark abhängig vom Wasserstand“ einen Indikator entwickelt, wobei über die Bestimmung der Pflanzengesellschaften eines Moores auf die Treibhausgasemission rückgeschlossen wird. Dieser *Greenhouse Gas Emission Site Types* (GESTs) genannte Indikator bezieht sich auf charakteristische Pflanzengesellschaften, von denen jede durch Differentialarten eindeutig gekennzeichnet ist und mit einem Treibhauspotenzial ausgewiesen ist. Der GESTs-Indikator könnte ein schnelles und kostensparendes Instrument darstellen, um die Wiedervernässung von Mooren mithilfe des Emissionshandels voran zu bringen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Wiedervernässung degradierter Moore einen signifikanten Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. Eine Honorierung dieser Leistung über die Marktinstrumente des Kohlenstoffhandels würde eine Möglichkeit darstellen, die Synergieeffekte mit anderen Bereichen, welche häufig Ökosystemleistungen ohne Marktwert sind, zu finanzieren. Bisher ist das fast nur auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt möglich. Mittelfristig sollte diese Möglichkeit auch innerhalb eines Post-Kyoto-Regimes unter der Klimarahmenkonvention geschaffen werden.

Literatur

- CARBOEUROPE (Hrsg.) 2004. EU Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. Discussion paper from a workshop in Sweden, October 2003. URL:
<http://gaia.agraria.unitus.it/ceuroghg/ReportSS4.pdf> [15. März 2009]
- COUWENBERG, J. 2008. Peatland restoration for a better climate: Estimating emission reductions. Vortrag auf der Tagung "Market-based instruments for peatland restoration in Central and Eastern Europe in the view of climate change", BfN, Insel Vilm, 12.-17.11.2008.
- DELFT HYDRAULICS, WETLANDS INTERNATIONAL, ALTERRA (Hrsg.) 2006. PEAT-CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943 (2006)
- DRÖSLER, M. 2008. Von der Spurengasmessung zur Politikberatung – interdisziplinärer Ansatz und erste Ergebnisse des Verbundprojekts „Klimaschutz – Moornutzungsstrategien“. Vortrag auf dem Symposium „Biodiversität und Klimawandel“, BfN, Bonn, 01.04.2008.
- FREIBAUER, A., DRÖSLER, M., GENSIOR, A., SCHULZE, E.-D. 2009. Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. In: Natur und Landschaft 1/84.
- JOOSTEN, H., CLARKE, D. 2002. Wise use of mires and peatlands – background and principles including a framework for decision-making. Saarijärven Offset Oy, Saarijärvi.
- WETLANDS INTERNATIONAL, GLOBAL ENVIRONMENT CENTER (Hrsg.) 2008. Assessment on peatland, biodiversity & climate change; URL:
<http://www.wetlands.org/WatchRead/tabid/56/mod/1570/articleType/ArticleView/articleId/2029/Global-Peatland-Assessment.aspx> [15. März 2009]

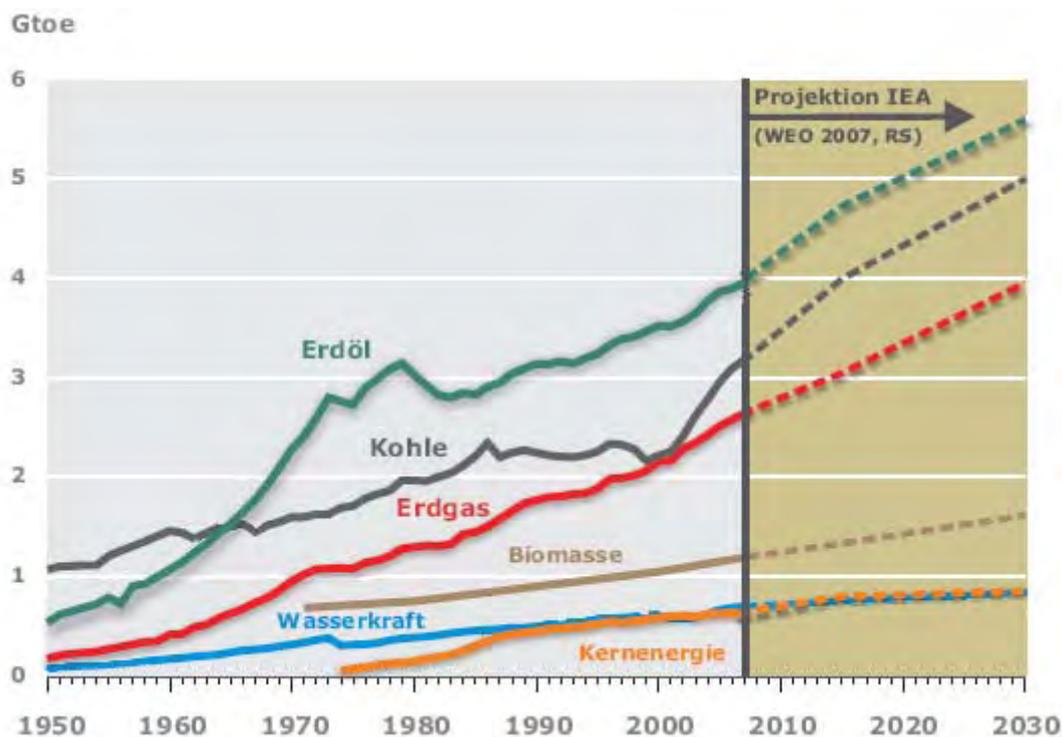


Abb. 2: Prognose des weltweiten Primärenergiebedarfs bis 2030 (Quelle: International Energy Agency 2007)

Seit 1970 ist der Primärenergieverbrauch weltweit um 70% gestiegen. Während die höchsten Steigerungsraten in diesem Zeitraum beim Erdöl und Erdgas lagen, ist ab dem Jahr 2000 ein starker Anstieg bei der Kohleförderung, vornehmlich in China, festzustellen. Für den Zeitraum bis 2030 wird ein weiterer Anstieg bei Primärenergiebedarf um ca. 50% von ca. 12,7 auf ca. 18,2 Gt Erdöläquivalente (Gtoe) projiziert (Abb. 2). Im Jahr 2006 wurden 15 Gt an Primärenergieträgern (gemessen in Steinkohleeinheiten, SKE) gefördert. Ende 2006 betrug die weltweiten Reserven ca. 1.334 Gt SKE, die derzeit noch nicht wirtschaftlich förderbaren Ressourcen 17.119 Gt SKE (BGR 2007).

Während beim Erdöl das Maximum der jährlichen Fördermengen („*peak oil*“) mit ca. 4,5 bis 5,0 Gt in den nächsten Jahren erzielt werden wird, reichen die Erdgasreserven noch für Jahrzehnte aus. In dem bevorstehenden „Post-Petroleum-Zeitalter“ wird die weltweite Förderung bis zum Jahre 2100 auf voraussichtlich weniger als 2 Gt pro Jahr sinken. Stein- und Braunkohlen besitzen das größte Zukunftspotenzial zur Deckung des globalen Energiebedarfs im Vergleich zu Öl und Gas. Im Jahre 2007 standen einer weltweiten Kohleförderung von 6,5 Gt 990 Gt an Stein- und Braunkohlenreserven gegenüber. Im gleichen Jahr wurden ca. 65.000 t Natururan zum Betrieb von 439 Kernkraftwerken auf der Welt mit einer Gesamtleistung von 439 GW_e eingesetzt. Die weltweiten Uranreserven reichen über Jahrzehnte hinaus und sind vergleichbar mit den anderen fossilen Energieträgern natürlich auch von der jeweiligen Preisentwicklung abhängig. Je höher der Preis, umso mehr können bislang nicht wirtschaftlich förderbare Ressourcen in ökonomisch nutzbare Reserven überführt werden.

Der zunehmende Verbrauch an fossilen Energieträgern führt zu steigenden CO₂- und SO₂-Emissionen in die Atmosphäre. Das Schwefeldioxid (SO₂) wird in einigen Industrienationen über Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA) den Abgasen entzogen. Das erfolgt durch die Reaktion von Schwefeldioxid mit

zerkleinertem Kalkstein (CaCO_3). Die Bildung von REA-Gips ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), der als marktfähiges Produkt in den Handel gebracht wird, setzt bei dieser chemischen Reaktion allerdings mineralisch gebundenes CO_2 frei. Eine der Umwandlung von SO_2 -Abgasen in einen ökonomisch und ökologisch nützlichen Wertstoff (REA-Gips substituiert im Verhältnis 1: 1 den Abbau natürlicher Gipsvorkommen) vergleichbare Option zur langfristigen mineralischen Bindung von CO_2 liegt im großtechnischen Maßstab bislang nicht vor. Im Jahr 2008 betragen die anthropogenen CO_2 -Emissionen weltweit ca. 47 Gt. Der natürliche Eintrag von CO_2 in die Atmosphäre beträgt pro Jahr etwa 550 Gt. Im Gegensatz zu den anthropogenen CO_2 -Emissionen sind diese allerdings im Rahmen des globalen Kohlenstoffkreislaufs mit natürlichen CO_2 -Senken weitestgehend gekoppelt.

Um den stetigen Anstieg der CO_2 -Emissionen abzumildern wird die Verbringung in tiefe geologische Formationen untersucht, sowohl auf dem Festland, als auch in küstennahen marinen Bereichen. Das technisch nutzbare Einlagerungspotenzial wird weltweit auf ca. 2.000 Gt geschätzt. Die Abscheidung von CO_2 aus den Rauchgasen und die Verbringung in den Untergrund ist energieaufwändig und stellt kapazitätsbedingt eine „Brückentechnologie“ für einen Zeitraum von etwa 20 bis 40 Jahren dar, der genutzt werden könnte, um ökoclevere Innovationen im gesamten Energiebereich zu entwickeln.

Steigt die Weltbevölkerung in den nächsten 50 Jahren auf etwa 10 Milliarden an, wird es in erster Linie zur Verknappung von Trinkwasser und von landwirtschaftlich nutzbarer Bodenfläche kommen. Die Pro-Kopf-Verfügbarkeiten werden sich bis 2025 beim Wasser und bis 2050 beim Boden halbieren. Im Jahre 2000 lag der weltweite Süßwasserverbrauch bei 2.700 Gt. Da ca. 70% dieser Menge in der Landwirtschaft zum Einsatz kommen, stellen die Verfügbarkeit von landwirtschaftlich nutzbarer Bodenfläche und Süßwasser weltweit die beiden wichtigsten limitierenden Faktoren für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen dar. Hinzu kommt der sich vermutlich zuspitzende Konflikt zwischen dem Anbau von Bioenergiepflanzen, Nichtnahrungsgütern, wie Baumwolle und Kautschuk, und Nahrungsmitteln.

Die Erreichung der Klimaschutzziele im Rahmen des Kyoto-Protokolls durch eine Steigerung der Produktion nachwachsender Rohstoffe steht häufig im Widerspruch zu den Zielen der Biodiversitätskonvention (CBD) und trägt gleichzeitig zu einer Verschlechterung der Nahrungsmittelversorgung in Schwellen- und Entwicklungsländern bei. Insbesondere durch die Brandrodung von Urwäldern zur Gewinnung von Anbauflächen für Bioenergiepflanzen werden die eigentlichen Klimaschutzziele konterkariert. Eine Lösungsmöglichkeit böten international verbindliche Abkommen über eine nachhaltige Nutzung der Wälder sowie die Entwicklung von Standards und Zertifizierungen für die Produktion nachwachsender Rohstoffe hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Biodiversität, den Natur-, Landschafts-, Grundwasser- und Bodenschutz.

Unabhängig von den oben geschilderten Konflikten, die mit einem intensivierten und unkontrollierten Anbau nachwachsender Rohstoffe verbunden sein können, ist die verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energiequellen eine grundlegende Voraussetzung zur Einhaltung des Kyoto-Abkommens. Neben einem Ausbau der Solarenergie sowie der Wind- und Wasserkraft besitzt die Erdwärme ein bislang nur marginal genutztes Energiepotenzial. Anlagen zur Nutzung der flachen Geothermie, bis ca. 400 m Tiefe, sind technisch ausgereift und auf dem Markt verfügbar. Mehrere Anlagen zur Gewinnung von Hydro-

geothermie aus 2.000 bis 3.000 m tiefen Bohrungen mit Leistungen von ca. 5 MW Wärme und 0,25 MWe sind in Betrieb, im Bau oder in der Planung. Das gilt insbesondere für Gebiete, in denen geothermische Anomalien und ergiebige Grundwasserleiter in der genannten Tiefe vorliegen. Die Nutzung der Erdwärme nach dem *Hot-Dry-Rock*-Verfahren, das heißt die Gewinnung von Energie aus trockenen, tief liegenden aber hochtemperierten Gesteinen, zum Beispiel aus Serien des Buntsandsteins oder des kristallinen Grundgebirges, befindet sich noch im Bereich der Forschung und Entwicklung. Hier stünde ein von geologischen Standortgegebenheiten weitgehend unabhängiges Energiepotenzial zur Verfügung, welches in Tiefen von 3.000 bis 5.000 m und einem Temperaturbereich von ca. 120°C bis 200°C den Bau von Erdwärmekraftwerken mit einer Leistung von ca. 10 MW Wärme und 5 MW an elektrischer Energie ermöglichen würde. Die Geothermie steht im Gegensatz zu den meisten erneuerbaren Energieformen ständig zu Verfügung und ist deshalb grundlastfähig.

Grundsätzlich sind für ein Post-Kyoto-Regime folgende Ziele anzustreben:

- Ein möglichst weltweites Emissionshandels-, Steuer- bzw. Gebührensystem, das entwickelte wie Entwicklungsländer einbezieht, z. B. über regionale Emissionsmärkte, die zu einem globalen System zusammenwachsen.
- Erhebung von Kosten für die Nutzung der Atmosphäre als bislang kostenfreie globale Deponie sowie der Einsatz der dadurch eingenommenen Finanzmittel für Anpassungs- und Vermeidungsoptionen
- Verteilungsgerechtigkeit innerhalb und zwischen den Generationen bei der Ver- und Entsorgung mit Rohstoffen und Nahrungsmitteln (bislang haben 20 % der Weltbevölkerung 80 % der Rohstoffe verbraucht).
- Energieversorgungssicherheit für eine rasant anwachsende Weltbevölkerung bei gleichzeitiger Reduktion der CO₂-Emissionen um 50% bis zum Jahr 2050
- Entkoppelung von Wachstum und Rohstoffverbrauch, Kreislauf- statt Durchlaufwirtschaft: Einsparung, Verringerung und Verlangsamung der Stoffströme, Steigerung der Ressourcenproduktivität, z. B. durch erhöhte Nutzungsintensität, Steigerung des Recycling bei abnehmendem Primärrohstoffverbrauch, Optimierung der Lagerstättennutzung, ökoclevere Technik, neue rohstoffeffiziente Produkte
- Ersatz von fossilen Rohstoffen durch nachwachsende Rohstoffe dort, wo dies ökologisch, ökonomisch und sozial verträglich ist
- Innovations- und Technologiesprung, insbesondere im Energie-, Gebäude- und Transportbereich, wobei sich derzeit keine Einzellösung abzeichnet, sondern eher viele kleine und dezentrale Maßnahmen und Lösungen zur Erreichung der oben aufgeführten weltweiten Ziele umgesetzt werden müssen.

Im Zeitraum vom Jahre 1800 bis 2007 sind die CO₂-Gehalte um 35 % von 280 ppmV auf 380 ppmV gestiegen. Die vom Umweltbundesamt (UBA) geschätzten Kosten für mögliche Klimaschutzziele, die vielleicht in ähnlichen Größenordnungen auch in ein Post-Kyoto Abkommen einfließen könnten, sind als Vierecke eingezeichnet. Eine Verdopplung der derzeitigen CO₂-Gehalte von ca. 380 ppmV auf 750 ppmV führt zu einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur von etwa 2,0 bis 4,5 °C (IPCC 2007).

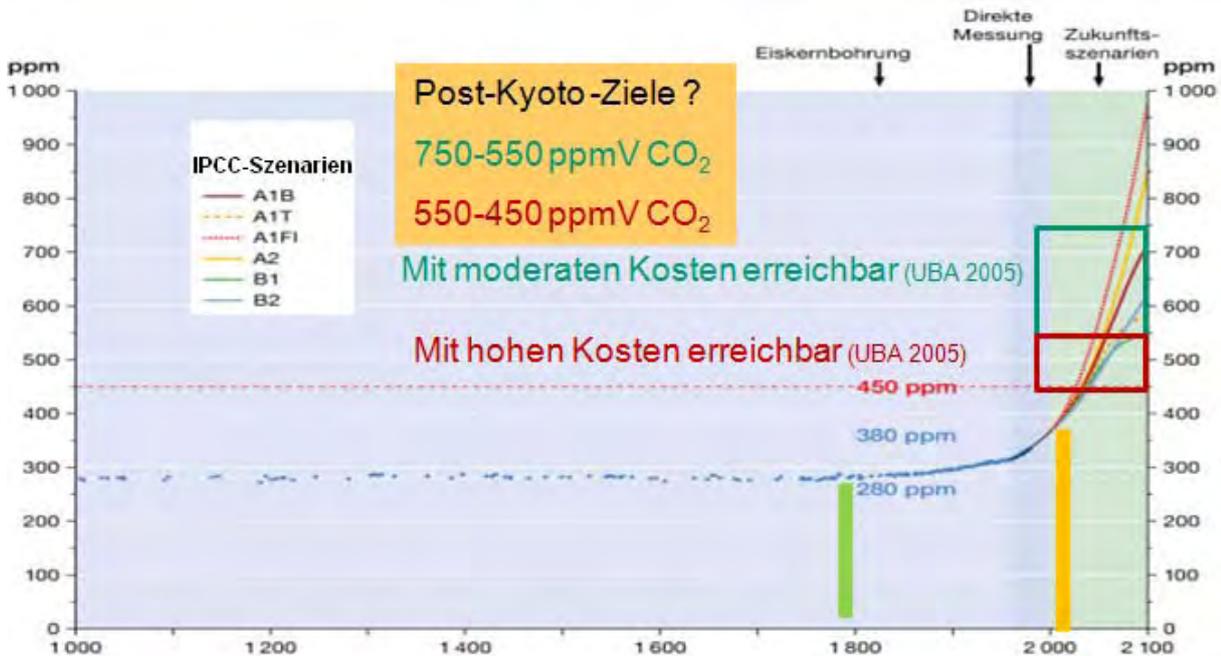


Abb.3: CO₂-Gehalte in der Atmosphäre: Rückblick, Ist-Stand und Zukunftsszenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (verändert nach IPCC 2007).

Der projizierte Klimawandel, der Verlust an biologischer Vielfalt sowie die Bekämpfung von Armut, Hunger, Krankheiten und Seuchen zählen zu den größten globalen Herausforderungen, denen sich die Menschheit stellen muss. Dafür ist es notwendig, die Verantwortungsdiffusion zwischen Gesellschaft, Politik und Wirtschaft, aber auch zwischen Industrie-, Schwellen und Entwicklungsländern zu überwinden, die häufig bei „schleichenden“ negativen Entwicklungen zu beobachten ist. Wir benötigen zeitnah uneigennützig, nachhaltige, gerechte und friedliche Lösungen für die Welt von Morgen.

Diese Vortragszusammenfassung wurde aus Mitteln der Hessischen Landes-Offensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz (LOEWE) unterstützt.

Literatur

- BGR 2007. Kurzstudie Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2006. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover, 86 S.
- IPCC 2007. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Fairplay beim Klima und Biodiversitätsschutz - Katalysator für internationale Kooperation?

CORNELIA OHL

Vor dem Hintergrund internationaler Kooperationsaufgaben wie dem Klima- und dem Biodiversitätsschutz stellt sich die Frage, wie globale Kooperationen zustande kommen und wie sie systematisch gefördert werden können. Bei der Beantwortung dieser Fragen – so die Hypothese – spielt die Interaktion von strategischen Eigennutzkalkülen, die sich sowohl auf die Sicherung als auch die Mehrung der nationalen Wohlfahrt richten, und moralischen Überlegungen, die sich primär auf subjektive Gerechtigkeitsurteile der politischen Interessenvertreter, aber auch der Gesellschaft insgesamt stützen, eine zentrale Rolle.

Die Relevanz der Gerechtigkeit beim Klimaschutz dokumentiert sich z. B. in Artikel 3.1 der Klimarahmenkonvention (UNFCCC 1992, dt. Übers.): „... die Vertragsparteien schützen das Klimasystem auf der Basis von Fairness und in Übereinstimmung mit ihren gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und Fähigkeiten ...“. Und in Bezug auf den Biodiversitätsschutz heißt es in Artikel 1 der Biodiversitätskonvention (CBD 1992, dt. Übers.): „Die Ziele dieses Übereinkommens ... sind die Erhaltung der biologischen Vielfalt, die nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile und die ausgewogene und gerechte Aufteilung der sich aus der Nutzung der genetischen Ressourcen ergebenden Vorteile,...“.

Was aber ist gerecht und fair? Und: Bieten Gerechtigkeit und Fairness einen Ausweg aus sozialen Dilemmasituationen, indem sie stets auch kooperationsfördernd wirken?

In der Literatur wird der Begriff Gerechtigkeit häufig für normative Werturteile gebraucht, während der Begriff der Fairness sich auf eine subjektive Bewertung bezieht. Denn das was gerecht sein soll (normative Betrachtungsebene) wird häufig von den Betroffenen Akteuren nicht als fair empfunden (subjektive Betrachtungsebene). Für das subjektive Gerechtigkeitsurteil ist jedoch stets ein normativer Bezugspunkt relevant, der als Maßstab für die subjektive Beurteilung eines Sachverhalts herangezogen wird. Dieser Bezugspunkt mag im nationalstaatlichen Kontext noch für alle Akteure identisch sein, spätestens im internationalen Verhandlungskontext ist jedoch nicht davon auszugehen, dass alle Akteure dem gleichen Gerechtigkeitsideal folgen. Deshalb führt auch der Bezug auf ein normatives Leitbild in den internationalen Vertragstexten nicht zwingend zu einer Verbesserung der internationalen Kooperationsaussichten – im Gegenteil, es können sogar Ausnahmen von der Kooperationspflicht begründet werden.

So heißt es zum Beispiel in der Präambel der Klimarahmenkonvention (UNFCCC 1992, dt. Übers.): „dass angesichts des globalen Charakters der Klimaänderungen alle Länder aufgerufen sind, so umfassend wie möglich zusammenzuarbeiten ... [und] die legitimen vorrangigen Bedürfnisse der Entwicklungsländer in bezug auf nachhaltiges Wirtschaftswachstum und die Beseitigung der Armut voll zu berücksichtigen sind,...“. Dieser Passus begründete im Zuge der Verhandlungen des Kyoto-Protokolls die Ausnahme der Entwicklungsländer von der Übernahme einer internationalen Verpflichtung zur Reduktion der Treibhausgase bis 2012. Diese durch ein Gerechtigkeitsurteil motivierte Ausnahme wurde von den Unter-

zeichnerstaaten des Kyoto-Protokolls akzeptiert, nicht jedoch von der Staatengemeinschaft insgesamt, wie das folgende Zitat nachdrücklich belegt: „*the Kyoto Protocol is an unfair and ineffective mean to encounter climate change and its consequences because it excludes respectively, does not take adequate account of 80% of the world's population in the reduction of the GHG emissions, namely, the developing countries*” (George W. Bush 2001).

Damit besteht die Notwendigkeit zu differenzierten Aussagen über die Kooperationswirkung von Gerechtigkeitsurteilen im Rahmen internationaler Umweltschutzverhandlungen zu kommen. Dazu müssen sich künftige Forschungsanstrengungen verstärkt darauf konzentrieren, erstens nicht nur die Relevanz unterschiedlicher normativer Gerechtigkeitsurteile für umweltschützendes Handeln zu evaluieren, sondern zweitens auch Aussagen darüber zu gewinnen, was die unterschiedlichen Akteure jeweils subjektiv als gerecht bzw. fair empfinden. Dabei ist es wichtig, zwischen prozeduralen und distributiven Gerechtigkeitsurteilen zu unterscheiden, da diese auf verschiedenen Ebenen verhaltensrelevant werden: Prozedurale Aspekte fokussieren primär das soziale Miteinander während der Verhandlungen, während distributive Gerechtigkeitsurteile die Aufteilung von Nutzen und Lasten und damit die Umsetzungsphase in den Mittelpunkt der Betrachtung stellen. Die zentralen Hypothesen hierbei sind: Zugeständnisse der Akteure sind leichter zu erreichen, wenn erstens die betroffenen Akteure an der Ausformulierung der Kompromisse beteiligt sind, die Vertragspartner gleichermaßen gehört werden und sich gegenseitig mit Respekt und Vertrauen begegnen (prozedurale Aspekte), und zweitens die Verteilungen von Rechten und Pflichten als ausgewogen gelten (verteilungspolitische Aspekte), wobei sich für die Bewertung der verteilungspolitischen Aspekte das Bedürfnisprinzip „*Need*“, das Gleichheitsprinzip „*Equality*“ und das Leistungsprinzip „*Equity*“ als dominant herausgestellt haben.

Während die Relevanz der genannten Einflussgrößen für das subjektive Gerechtigkeitsurteil und das individuelle Kooperationsverhalten bereits gut belegt werden konnte, bleibt strittig, in welche Richtung das Erfüllen einzelner Kriterien in Bezug auf welche Akteure wirkt und welche Kompromisse dadurch hervorgebracht werden – ob also bei den einzelnen Akteuren eine tendenziell kooperationsfördernde oder –hemmende Wirkung ausgelöst wird und welche Rolle dabei die ausgehandelte Zielvorgabe spielt.

2.2 Aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Biodiversität und Klimawandel

Indikatoren für die Anpassung an den Klimawandel auf europäischer und deutscher Ebene

KATI MATTERN

Im 4. Sachstandsbericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) 2007 wurden die aktuellen und zu erwartenden Klimaänderungen und Klimafolgen auf globaler Ebene dargestellt¹. Knapp ein Jahr später erschien am 29. September 2009 eine Einschätzung der Situation für Europa: der Bericht "*Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment*", den die Europäische Umweltagentur (EEA), Kopenhagen, und deren Europäisches Themenzentrum für Luft und Klimawandel (ETC/ACC) gemeinsam mit dem *Joint Research Centre* (JRC) der Europäischen Kommission, Ispra, und dem Regionalbüro für Europa der Weltgesundheitsorganisation (WHO/ROE), Rom, erstellt hat. Der Bericht ist in englischer Sprache unter <http://www.eea.europa.eu/pressroom/newsreleases/europe-needs-to-intensify-actions-to-adapt-to-climate-change-impacts> veröffentlicht und auch von der UBA-Homepage (www.umweltbundesamt.de) abrufbar.

In dem Bericht ist anhand von mehr als 40 Indikatoren beschrieben, wie sich der Klimawandel in den verschiedenen Bereichen der gesellschaftlichen und natürlichen Umwelt auswirkt und dabei zu erhöhten Wahrscheinlichkeiten für Flutereignisse und Dürren, zu Verlusten an Biodiversität oder zu Beeinträchtigungen im Energiesektor führt. Es sind deutliche Warnsignale für alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche zu erkennen. Dies unterstreicht, wie wichtig es ist, die Treibhausgasemissionen weiter deutlich zu senken. Gleichzeitig müssen wir uns an die nicht mehr abwendbaren Folgen des Klimawandels anpassen.

Dem weltweiten Trend folgend hat sich das Klima in Europa in den vergangenen Jahrzehnten erheblich verändert. Laut Bericht stieg die Temperatur in Europa seit Beginn der Industrialisierung um 1 Grad Celsius an, also stärker als der globale Durchschnitt von 0,8 Grad Celsius. Die Auswirkungen dieses Wandels zeigen sich immer klarer. Die Gletscher der Alpen verloren seit 1850 etwa zwei Drittel ihrer Eismasse. Seit den 1980er Jahren beschleunigt sich dieser Prozess. Steigende Temperaturen und Hitzewellen beeinträchtigen die Gesundheit breiter Bevölkerungsteile; abschmelzende Gletscher können im Alpenraum die Wasserversorgung vor neue Herausforderungen stellen. Ergebnisse neuester modellgestützter Projektionen lassen in Zukunft eine deutliche Verstärkung der Auswirkungen erwarten. Eine zunehmende Zahl von Naturkatastrophen – überwiegend verursacht durch Extremwetterereignisse – konfrontiert vor allem die Versicherungswirtschaft mit steigenden Schadenszahlen. Der Meeresspiegel an Europas Küsten steigt, das Artenspektrum der europäischen Meere verändert sich und die Vegetationsperiode hat sich in weiten Teilen Europas bereits deutlich verlängert. Weitere wichtige Beispiele für

¹ http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf

Klimafolgen in den Regionen Europas sind die Nordwärtsbewegung von Fischarten um bis zu 1.000 km in den letzten 40 Jahren und die polwärts und höhenwärts gerichtete Verschiebung von Tier- und Pflanzenverbreitungsarealen, zunehmende Ertragsunsicherheiten in der Landwirtschaft als Folge höherer Klimavariabilität und häufigere und intensivere Extremereignisse, erhöhter landwirtschaftlicher Wasserbedarf, eine erhöhte Waldbrandgefahr, sowie gesundheitliche Gefahren durch vektorübertragene Krankheiten, wetterbedingte Extremereignisse und verschlechterte Luftqualität.

Im Ergebnis des Berichtes konstatiert die EEA deutliche Informationslücken zu Klimawandelfolgen in Europa sowie einen Mangel an *best practice*-Beispielen zur Anpassung an die Klimawandelfolgen. Die EEA arbeitet deshalb an der Entwicklung eines Vorschlages für ein „*European Clearinghouse on Climate Change Impacts and Adaptation*“. Dieser Initiative kommt im Zusammenhang mit dem gerade veröffentlichten Weißbuch der EU-Kommission zur Anpassung besondere Bedeutung zu.

Die EEA stützt sich in diesem thematischen Bericht auf den bereits bekannten DPSIR-Ansatz (*Driving Forces, Pressures, State, Impact, Response*). Der Schwerpunkt der Darstellung liegt jedoch auf den *State*- und *Impact*-Kategorien (Klimaänderung und Klimafolgen). In den bekannten Berichten über den Zustand der Umwelt hinsichtlich der stofflichen Belastungen oder der Folgen von Landnutzungsänderungen waren bislang hauptsächlich Trends zu aktuellen oder vergangenen Entwicklungen dargestellt. Mit den künftigen Klimaänderungen und Klimafolgen kommt eine neue Dimension ins Spiel: die Darstellung zukünftiger Entwicklungen. Dieser Bericht setzt durch die klare Trennung von beobachteten und projizierten Trends einen Maßstab für zukünftige Indikatorenberichte zu Klimaänderungen.

Obwohl noch keine Berichtspflicht der Mitgliedsstaaten der EU hinsichtlich Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel besteht, wird mit Blick auf das „Weißbuch zur Anpassung an den Klimawandel“ der EU-Kommission, das Anfang April 2009 veröffentlicht wurde, auf europäischer Ebene derzeit intensiv an der Verbesserung der Datenbasis für die Anpassung an den Klimawandel gearbeitet. Ergänzend zu den Wirkungsindikatoren (*impact*) wurden in der EEA auch die Arbeiten zu Response-Indikatoren (*Vulnerability and Adaptation Indicators*), d.h. zu Anpassungsmaßnahmen aufgenommen². Es ist zu erwarten, dass infolge des Weißbuches Berichtspflichten auf die Bundesrepublik zukommen, so dass ein hinreichender Vorlauf für die Entwicklung eines konsistenten nationalen Indikatorensatzes notwendig ist. Ebenso sind die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) gehalten, im Rahmen ihrer Nationalberichte freiwillig über die Anpassung an das Klimasekretariat zu berichten.

Die Bundesregierung hat zusammen mit den Bundesländern eine gemeinsame Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) erarbeitet, die am 17. Dezember 2008 per Kabinettsbeschluss verabschiedet wurde³. Die regelmäßige Überprüfung des Erfolgs der Anpassungsmaßnahmen in Deutschland ist Bestandteil der in der Strategie entworfenen Arbeitsschritte. Ein erster Bericht soll als Standortbestimmung mit dem „Aktionsplan Anpassung“ im Jahr 2011 vorgelegt werden.

² ETC/ACC 2008: Climate change adaptation and vulnerability indicators, Technical Paper 2008 December 2008

³ BMU 2008: Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/42783.php>

An einen Indikatorenbericht zu Klimaänderung und Klimafolgen auf Bundesebene werden vielfältige Anforderungen gestellt: die Entscheidungsträger in den Handlungsfeldern der Anpassung sollen über die Fortschritte in der Anpassung an den Klimawandel in Deutschland informiert und in die Lage versetzt werden, den Erfolg der Anpassungsmaßnahmen auf der Bundesebene zu kontrollieren. Gleichzeitig sollen die Entscheidungsträger darin unterstützt werden, Priorisierungen von Anpassungsmaßnahmen auf der Bundesebene vorzunehmen. Die Handlungsfelder der Anpassung, die mit Indikatoren beschrieben werden sollen, reichen weit über den Umweltschutz hinaus, so dass eine besondere Herausforderung in der ressortübergreifenden Gestaltung des Indikatorensatzes besteht. Innerhalb der Handlungsfelder gilt es, die miteinander vernetzten Wirkungsketten zu den Klimafolgen handhabbar abzubilden. Nicht zuletzt muss der Indikatorensatz möglichst effektiv umsetzbar entwickelt werden, in dem er an bestehende Berichtspflichten anknüpft. Um den Indikatorensatz fortschreiben zu können, muss er transparent und nachvollziehbar entwickelt werden.

Vielfältige Berichte über Klimafolgen und erste Anpassungsmaßnahmen auf kommunaler, Länder- und nationaler Ebene sowie in verschiedenen Handlungsfeldern erreichen derzeit die Öffentlichkeit. Bislang fehlt jedoch ein Konzept zur systematischen Früherkennung und Kommunikation von Klimafolgen sowie zur Berichterstattung über den Erfolg der Anpassungsmaßnahmen in Deutschland. Zum großen Teil fehlt es auch an Wissen um die Abgrenzung von Klimafolgen von den Folgen anderer Umweltbelastungen wie Art und Intensität der Landnutzung und stoffliche Belastungen.

In einem Beratungsprojekt erarbeitet die Firma Bosch & Partner GmbH München bis zum Frühjahr 2010 im Auftrag des Umweltbundesamtes einen ersten Entwurf eines Indikatorensatzes und eine Handlungsanleitung für die Erstellung eines Indikatorenberichtes. Anhand eines Beispielkapitels soll aufgezeigt werden, wie der Indikatorenbericht aufgebaut werden kann. In einem zeitversetzt anlaufenden Forschungsvorhaben werden bis Ende 2010 ein prototypischer Indikatorenbericht sowie ein Vorschlag zur organisatorischen Umsetzung der Berichterstattung zur Anpassung in Deutschland entwickelt. Schwerpunkt des Indikatorensatzes, der in enger Zusammenarbeit mit den Fachbehörden der Länder entwickelt wird, sind die *Impact*- und *Response*-Indikatoren (Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen).

Um eine breite Akzeptanz der Anpassungsindikatoren bei den Entscheidungsträgern in den Handlungsfeldern der Anpassung zu erzielen, werden diese unter fachlicher Beratung von einschlägigen Experten entwickelt.

***Climatic Impact Indicator* – ein Indikator der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt**

RAINER DRÖSCHMEISTER

Indikatoren der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt sollen verschiedene Funktionen erfüllen:

- sie sollen Zusammenhänge zwischen dem Klimawandel und Veränderungen der biologischen Vielfalt zusammenfassend und anschaulich darstellen
- sie sollen Handlungsbedarf beim Schutz der biologischen Vielfalt aufzeigen
- sie sollen das Ausmaß und Trends von Klimawandel bedingten Veränderungen darstellen.

Für die Erstellung und laufende Aktualisierung solcher Indikatoren sind wissenschaftlich belastbare Monitoringdaten notwendig, die hinsichtlich des Einflusses des Klimawandels auf Bestandteile der biologischen Vielfalt ausgewertet werden können.

Auf europäischer Ebene wurde der Prozess SEBI 2010 (Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators) eingeführt, um für verschiedene Zwecke geeignete Indikatoren zur Verfügung zu stellen und Synergien bei der Indikatorentwicklung für verschiedenste Berichtspflichten und -formate zu nutzen. Damit soll eine Vielzahl von Indikatorinitiativen auf EU- und paneuropäischer Ebene gebündelt und mit einheitlichen Informationen gespeist werden. In einem ersten Schritt wurden 26 Indikatoren beschrieben (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2007), die in einem *Assessment Report* im Jahr 2009 hinsichtlich ihrer Aussagen und Trends dargestellt werden sollen.

Das SEBI-Indikatorenset enthält einen Indikator „*Occurrence of temperature sensitive species*“, der in einem zweiten Schritt im Jahr 2008 konkretisiert und inhaltlich gefüllt wurde. Hierzu wurde der „*Climatic Impact Indicator*“ (CII) von GREGORY *et al.* (in review) entwickelt und beschrieben. Der CII basiert auf den Ergebnissen des Brutvogelmonitorings in 20 europäischen Staaten und beruht auf einer Auswertung, die die Sensitivität häufiger Brutvogelarten hinsichtlich des Klimawandels berücksichtigt.

Es wurden 122 häufige Brutvogelarten Europas in die Indikatorberechnung einbezogen. Für jede Art wurde anhand der Modellierungen der zukünftigen Brutverbreitung gegen Ende des 21. Jahrhunderts (HUNTLEY 2007) festgestellt, ob das Verbreitungsgebiet sich voraussichtlich erweitern wird (sog. „Gewinner“) oder ob sich das Verbreitungsgebiet voraussichtlich verkleinern wird (sog. „Verlierer“). Die Arten wurden jeweils einer dieser beiden Gruppen zugeordnet. Für diese Gruppen wurden dann auf Grund der aus dem europäischen Vogelmonitoring stammenden Daten Bestandsindizes seit dem Jahr 1980 errechnet. Dabei fallen in die Gruppe der „Gewinner“ 30 Arten, während bei 92 Arten nach den Modellierungen von HUNTLEY *et al.* das Verbreitungsgebiet voraussichtlich schrumpfen wird.

Zur Berechnung des CII wird das Verhältnis des gewichteten Bestandsindex der Gewinner zu dem der Verlierer ermittelt. Der CII zeigt am Beispiel häufiger Brutvögel, dass ein Einfluss des Klimawandels seit Ende der 1980er Jahre nachgewiesen werden kann (s. Abb. 1). Dieser Einfluss zeigt einen ähnlichen Trend wie auch die Jahresmitteltemperaturen in Europa und nimmt kontinuierlich zu. Um den CII stärker für

politische Fragen nutzen zu können, sollte die Entwicklung eines Grenzwertes (z. B. anhand der Vorgabe, die globale Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen) in den Indikator integriert werden.

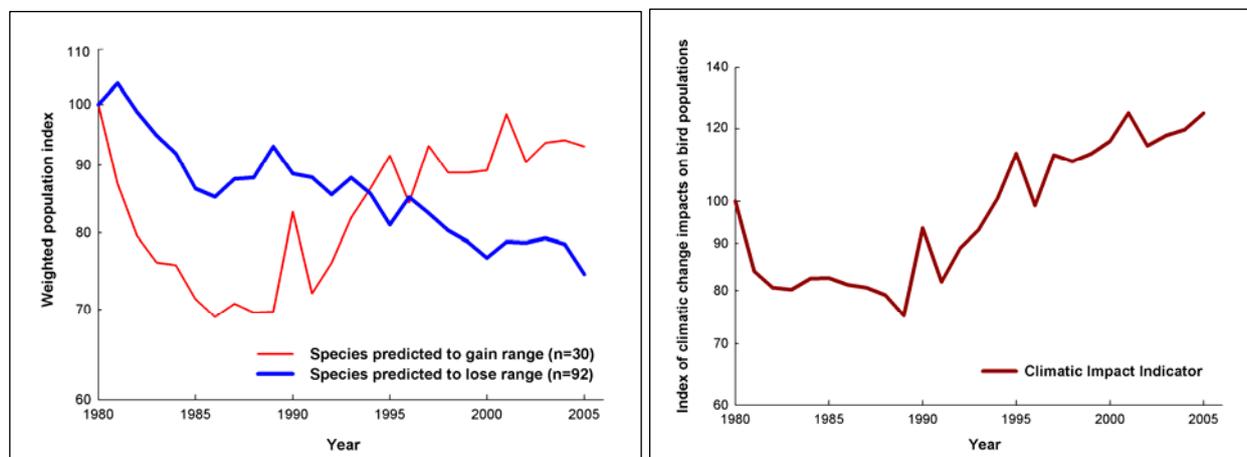


Abb. 1: links: Entwicklung der Indexwerte von Brutbeständen für Gewinner (rot) und Verlierer (blau);
Datengrundlage s. Text
 rechts: Climatic Impact Indicator als Verhältnis der beiden Indexwerte

Für Deutschland kann dieser Indikator bisher nicht berechnet werden, da die Grundlage (modellierete Verbreitungsgebiete bzw. Dichten häufiger Arten) in Deutschland hierfür noch nicht zur Verfügung steht. Die vorliegenden Modellierungen auf europäischer Ebene sind hierfür nicht spezifisch genug und haben eine zu grobe Auflösung. Deshalb soll in dem F+E-Vorhaben „Verbreitungsänderungen von Vogelarten und Analyse des Einflusses des Klimawandels“, welches vom Dachverband Deutscher Avifaunisten durchgeführt wird, die notwendige Grundlage erstellt werden. Geplant ist die Erstellung von bundesweiten Dichtekarten für die 50 häufigsten Brutvogelarten, welche als Grundlage für die Entwicklung eines „CII-Deutschland“ genutzt werden können.

Auf europäischer Ebene ist vorgesehen, auch mit Hilfe der Daten aus dem Tagfaltermonitoring und der europäischen Verbreitungsmodellierung für Tagfalter (SETTELE *et al.* 2008) einen entsprechenden Indikator aufzubauen. Analysen der Daten aus einzelnen Regionen oder Staaten (CHRIS VAN SWAAY 2008, mündlich) zeigen allerdings noch keine klare Trennung der Bestandsentwicklung bezüglich der Gruppen von Gewinnern und Verlierern, weshalb weitere Analysen notwendig sind. Diese Planungen zeigen die Bedeutung des bundesweiten Tagfaltermonitorings für die Entwicklung solcher Indikatoren.

Literatur

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2007. Halting the loss of biodiversity by 2010: Proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 38p. URL: http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2007_11/en [16.03.2009]

- GREGORY R.D., WILLIS, S.G., JIGUET, F., VOŘÍŠEK, P., KLVAŇOVÁ, A., VAN STRIEN, A., HUNTLEY, B
COLLINGHAM, Y.C., COUVET, D. & GREEN, R.E. (in review). An indicator of the impact of climatic
change on European bird populations.
- HUNTLEY, B., GREEN, R. E., COLLINGHAM, Y. C., WILLIS, S. G. 2007. A climatic atlas of European
breeding birds. Lynx Edicions, Barcelona. 521p.
- SETTELE, J., KUDRNA, O., HARPKE, A., KÜHN, K., VAN SWAAY, C., VEROVNIK, R., WARREN, M.,
WIEMERS, M., HANSPACH, J., HICKLER, T., KÜHN, E., VAN HALDER, I., VELING, K.,
VLIEGENTHART, A., WYNHOFF, I. & SCHWEIGER, O. 2008. Climatic Risk Atlas of European
Butterflies. Pensoft, Sofia.

Klimawandel und Lebensräume - wann wird aus Veränderung ein Risiko?

KATRIN VOHLAND, FRANZ BADECK & WOLFGANG CRAMER

Einleitung

Der Klimawandel führt in Deutschland u.a. zu erhöhten Temperaturen und veränderten Niederschlagsmustern. Dies wirkt sich auf unterschiedliche Weise auf die belebte Umwelt aus und führt zu Veränderungen in der Zusammensetzung von Flora und Fauna sowie ihren funktionellen Interaktionen. Mit Hilfe von Szenarien des Klimawandels und unter Nutzung quantitativer oder qualitativer Verfahren zur Abschätzung der Auswirkungen eines solchen Wandels können Szenarien ausgewählter Wirkungen auf die biologische Vielfalt erstellt werden (BADECK *et al.* 2008, HICKLER *et al.* 2009, KÜHN *et al.* 2009, POMPE *et al.* 2008, VOHLAND *et al.* 2008). Soll abgeschätzt werden, ob die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels eine Gefahr/Bedrohung/Risiko darstellt, setzt dies voraus, dass eine Wertung dieser Veränderungen vorgenommen wird, die sich auf definierte Schutzziele stützt – sie ist häufig vorhanden, wird aber nicht immer explizit benannt, sondern schwingt implizit mit. Das kann dazu führen, dass es bei Diskursen wie z.B. aktuell dem zur Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel zu Missverständnissen kommt. Während einige von der Dynamisierung des Naturschutzes sprechen, befürchten andere, dass damit wesentliche Ziele des Naturschutzes aufgegeben werden. Daher soll dieser Beitrag auch dazu einladen, den Diskurs über die Anpassung und Konkretisierung von Naturschutzziele unter Klimawandel weiterzuführen.

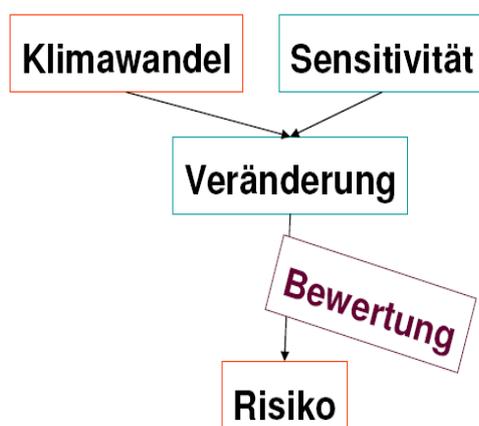


Abb. 1: Von der Veränderung zum Risiko. Die Veränderung von Systemen unter Klimawandel hängt sowohl von der Stärke der Veränderung als auch von der Sensitivität der betrachteten Systeme oder Organismen ab. Die Quantifizierung des Risikos gelingt nur, wenn die Bewertung des Zielsystems explizit ist.

Beispiel Lebensraum Fluss

Simulationen mit dem Boden-Wassermodell SWIM (KRYSANOVA *et al.* 2000) ergeben, dass in Flüssen, die sowohl im Rahmen der FFH-Richtlinie geschützt als auch für die Biotopvernetzung von Fließgewässern vorgesehen sind, sowohl die Abflüsse insgesamt sinken als auch die Wahrscheinlichkeit von Niedrigwassern steigt (PRANGE, in prep.). Damit verbunden ist eine Erwärmung der Gewässer, die zu Sauerstoffmangel und veränderten Nährstoffkreisläufen führt.

Im Rahmen eines breiten gesellschaftlichen Diskurses haben Schutzgüter Eingang in europäisches Recht gefunden. Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) stellt einen Prozess zur Verbesserung der Wassergüte dar, der anhand von speziellen Qualitätskriterien indiziert werden kann.

Das Bachneunauge oder Libellenarten gehören zu geschützten Arten gemeinschaftlichen Interesses des Anhangs II der FFH-Richtlinie. Deren Vorkommen in den jeweiligen Flüssen ist jedoch aufgrund der

veränderten Umweltbedingungen gefährdet – und entsprechend stellt der Klimawandel ein Risiko für das Erreichen der Naturschutzziele dar.

Beispiel Lebensraum Wald

Sowohl in den Beobachtungsdaten als auch in den Klimaszenarien gibt es einen Trend zu zunehmend trockeneren Sommern. Verbunden mit dem erhöhten Auftreten von Forstschädlingen steigt die Mortalität von Baumarten. Der Anteil an offenen Flächen im Wald kann steigen, und auch die (Baum-) Artenzusammensetzung kann Veränderungen unterworfen sein.

Ein Risiko entsteht, wenn zugleich Funktionalitäten des Systems gefährdet sind, wie z.B. die Speicherung von Kohlenstoff, die Regulation des Wasserhaushaltes oder der Schutz von Biodiversität, welche in internationalen Abkommen wie z.B. der Klimarahmenkonvention oder der Biodiversitätskonvention anerkannt sind.

Auch der Schutz einzelner Waldtypen wie z.B. montaner bis alpiner bodensaurer Fichtenwälder (LRT 9410) in Mittelgebirgen oder offener Standorte wie z.B. alpiner/subalpiner Heiden (LRT 4060) bzw. Kalkrasen (LRT 6170) kann unter dem projizierten Klimawandel an den jeweiligen Standorten nicht gewährleistet werden.

Schlussfolgerungen

Bei der Betrachtung des Risikos spielt die Skala eine weitere entscheidende Rolle. Auch wenn die Vorkommenswahrscheinlichkeit von bestimmten Arten an bestimmten Orten zurückgeht, muss das nicht automatisch heißen, dass sie nicht größere Populationen an neuen Standorten ausbilden. Allerdings ist die Gefahr der Reduktion des Artenareals bis hin zum Aussterben für Arten gegeben, die sich nicht oder nur unzureichend an neuen Standorten etablieren können, da ihr Ausbreitungspotential begrenzt ist. Angesichts der Tatsache, dass der größere Teil der Landoberfläche anthropogen überformt ist und in seiner Funktion als Lebensraum für Tiere und Pflanzen beschränkt ist, muss von einer Gefährdung einer Reihe von Schutzgütern in Form von Arten, Lebensräumen und Funktionalität ausgegangen werden.

Literatur

- BADECK, F.-W., S. POMPE, I. KÜHN, and A. GLAUER 2008. Wetterextreme und Artenvielfalt - Zeitlich hochauflösende Klimainformationen auf dem Messtischblattraster und für Schutzgebiete in Deutschland. *Natur und Landschaftsplanung* 40: 343-345.
- HICKLER, T., K. VOHLAND, L. COSTA, P. MILLER, B. SMITH, J. FEEHAN, AND M. SYKES 2009 (in press). Vegetation on the move – where do conservation aims have to be re-defined? In J. Settele, L. Penev, T. Georgiev, R. Grabaum, V. Grobelnik, V. Hammen, S. Klotz and I. Kühn [eds.], *Atlas of Biodiversity Risk*. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.

- KRYSANOVA, V., F. WECHSUNG, J. ARNOLD, R. SRINIVASAN, AND J. WILLIAMS 2000. SWIM (Soil and Water Integrated Model), User Manual, PIK Report No. 69. Potsdam Institute of Climate Impact Research, Potsdam.
- KÜHN, I., K. VOHLAND, F. BADECK, J. HANSPACH, S. POMPE, AND S. KLOTZ 2009 (in press). Aktuelle Ansätze zur Modellierung der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die biologische Vielfalt. Natur und Landschaft.
- POMPE S., HANSPACH J., BADECK F., KLOTZ S., THULLER W. & KÜHN I. 2008. Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. *Biology Letters*, 4, 564-567.
- PRANGE, S. in prep. Klimabedingte Veränderungen der Fließwasserdynamik von ausgewählten deutschen Flusslandschaften und die naturschutzfachliche Bedeutung, Hochschule Neubrandenburg & Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.
- VOHLAND, K., U. DOYLE, AND W. CRAMER 2008. Der Einfluss von Klimaveränderungen auf die Biodiversität. *Aus Politik und Zeitgeschehen* 3: 31-38.

Climate Envelope Models: welche Parameter sind relevant?

STEFAN LÖTTERS & DENNIS RÖDDER⁴

Climate Envelope Models (CEMs) erlauben Vorhersagen zur potenziellen Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten in Form von Karten, die die Verteilung der artspezifischen Klimanische (*climate envelope*) im geographischen Raum visualisieren. Die realisierte Klimanische (= Summe der abiotischen Faktoren innerhalb der realisierten Verbreitung) ist ein wichtiger Teil der fundamentalen Nische, d.h. die Summe aller abiotischen und biotischen Faktoren, in der eine Art grundsätzlich fortbestehen kann. CEMs erlauben unter anderem Prognosen zur Antwort von Arten auf den globalen Klimawandel, was sie zu einem wichtigen Werkzeug im angewandten Naturschutz macht. Wie alle Modelle bilden CEMs die Wirklichkeit jedoch vereinfacht ab, weshalb sie als Ergänzung zu anderen Ansätzen zu verstehen sind.

Nicht zuletzt dank anwendungsfreundlicher Software und der Verfügbarkeit von Verbreitungs- sowie Klimadaten ist die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen zu CEMs in neuester Zeit enorm angestiegen. Seit Einführung des weltweiten Worldclim-Datensatzes (Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft; Auflösung < 1 km²) im Jahr 2005 (<http://www.worldclim.org/>) sowie kurz darauf des Nischenmodellierungstools MaxEnt (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>) - beides frei zugänglich - hat sie sich mehr als verdoppelt.

Bei großflächigen CEM-Ansätzen wird oft mit Bioclimate-Variablen modelliert, einem Satz von 19 Variablen, der sich aus den Worldclim-Daten ableitet (<http://www.worldclim.org/bioclim.htm>). Bioclimate Variablen charakterisieren Jahrestrends und -extreme sowie die Saisonalität des Klimas und somit Informationen von biologischer Bedeutung. Beim Modellieren wird bisweilen der gesamte Datensatz Bio1-19 genommen (s. u.). Wegen zu erwartender Interkorrelation der Variablen beziehungsweise wegen des möglichen Problems des *overfitting* verwenden viele Autoren jedoch einen reduzierten Satz von nur sechs Variablen, die den Energie- und Wasserhaushalt reflektieren (Standard-Datensatz: Bio1, 5, 6, 12, 13, 14, s. u.).

Klimatische Parameter haben für jede Art eine verschieden große Bedeutung. Dem wird bei den meisten Studien bisher allerdings kaum Rechnung getragen. Wir untersuchten am Beispiel der Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta*), einer aus Nordamerika stammenden, doch in großen Teilen der Welt invasiven Art, inwieweit sich die Auswahl der Bioclimate-Parameter auf die Aussagekraft von CEMs auswirkt. Die Biologie der Schmuckschildkröte gilt als sehr gut erforscht, so dass Bioclimate-Variablen ausgewählt werden konnten, die begründet für die Art physiologisch bedeutsam sind (Bio1, 5, 6, 12, 17, s. u.). Ein CEM wurde anhand von 375 Schildkröten-Fundpunkten aus dem natürlichen Areal mit MaxEnt und Bioclim berechnet. Ein Vergleich dieses CEMs mit solchen, die auf dem gesamten Bioclimate oder dem Standard-Datensatz basierten (s.o.), ergab, dass jeweils das natürliche Vorkommen hervorragend erklärt wurde. Im Gegensatz dazu konnten jedoch alle bekannten Fundorte invasiver Populationen außerhalb des

⁴ Universität Trier, FB VI (Abteilung Biogeographie), D-54286 Trier, loetters@uni-trier.de, Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Abteilung Herpetologie, D-53113 Bonn, d.roedder.zfmk@uni-bonn.de

natürlichen Vorkommens (insgesamt 205) deutlich besser mit dem CEM erklärt werden, das auf den fünf biologisch bedeutenden Bioclimate Parametern basierte (Abb. 1). Ebenfalls besser schnitt dieses CEM im Vergleich mit 100 Modellen ab, denen jeweils fünf oder sechs, zufällig aus Bio1-19 ausgewählten Variablenkombinationen zugrunde lagen. Zu bemerken ist dabei, dass die rein mathematische Validation aller CEMs, berechnet nach dem *Area Under the (Receiver Operating Characteristics) Curve*, immer recht gut ausfiel ($AUC > 0,9$).

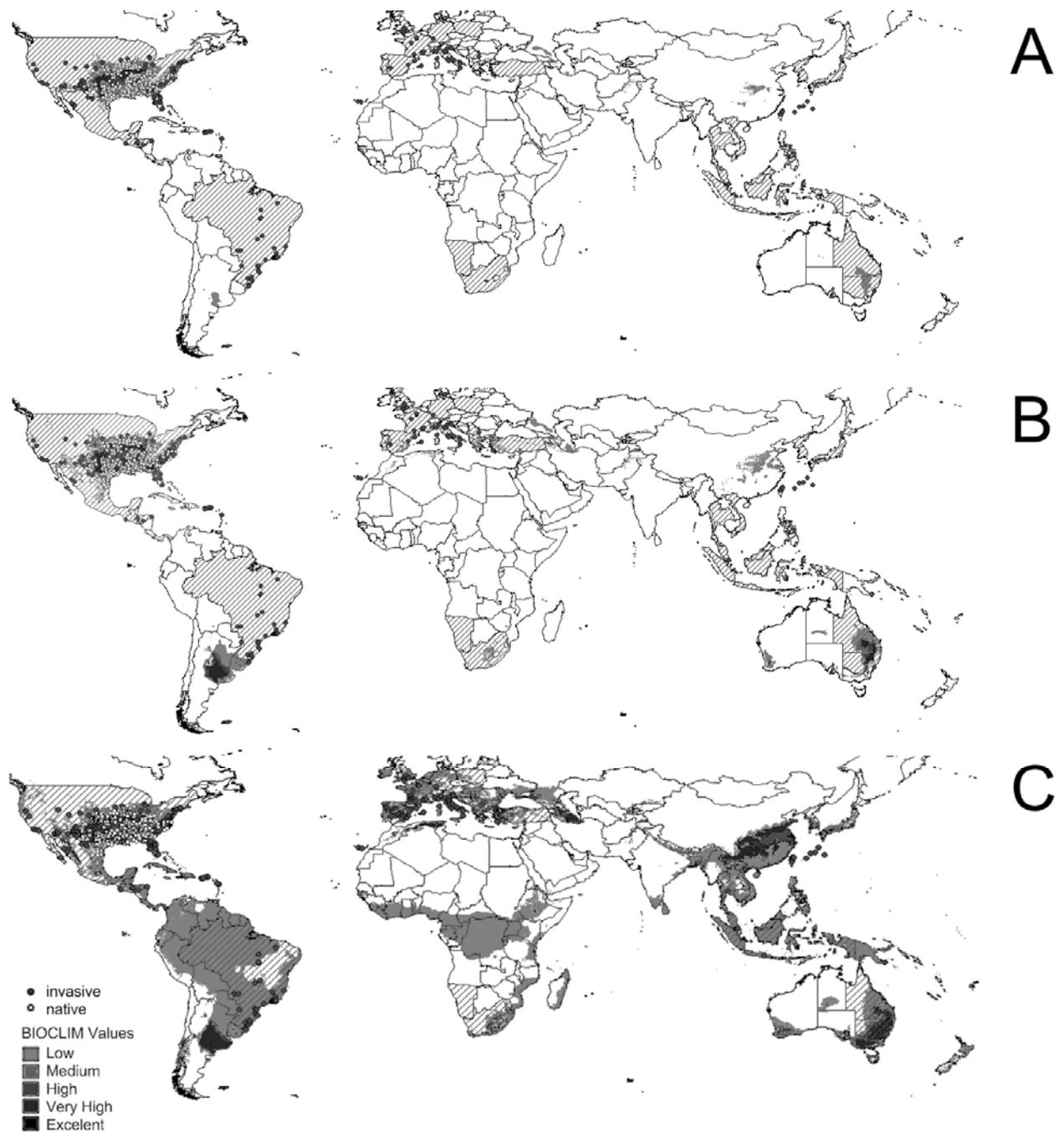


Abb. 1.: CEMs für die Schmuckschildkröte mit allen 19 Bioclimate-Variablen (A), dem Standard-Datensatz (6 Variablen, B) und fünf, auf die Biologie der Art abgestimmten Bioclimate-Variablen (C). Alle CEMs erklären das native Vorkommen, aber nur das letzte CEM erklärt auch die invasiven Populationen der Art.

Wir folgern aus der Untersuchung:

- Es ist entscheidend Klimaparameter auszuwählen, die die Klimanische der zu modellierenden Art wirklich widerspiegeln und dabei physiologische Eigenschaften der Art zu berücksichtigen.
- Die Zahl der modellierbaren Arten ist aufgrund erheblicher Wissenslücken über artspezifische Klimanischen eher gering.
- Die Qualität vieler in der Literatur vorgestellter CEMs ist fragwürdig.

Anhang: die Bioclimate-Variablen

annual mean temperature (Bio1), mean monthly temperature (Bio2), isothermality (Bio2 / Bio7 x 100) (Bio3), temperature seasonality (standard deviation of monthly mean temperature x 100) (Bio4), maximum temperature of the warmest month (Bio5), minimum temperature of the coldest month (Bio6), temperature annual range (Bio7), mean temperature of the wettest quarter (Bio8), mean temperature of the driest quarter (Bio9), mean temperature of the warmest quarter (Bio10), mean temperature of the coldest quarter (Bio11), annual precipitation (Bio12), precipitation of wettest month (Bio13), precipitation of the driest month (Bio14), precipitation seasonality (standard deviation of monthly mean precipitation x 100) (Bio15), precipitation of the wettest quarter (Bio16), precipitation of the driest quarter (Bio17), precipitation of the warmest quarter (Bio18), precipitation of the coldest quarter (Bio19).

Konzepte zur Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel

PIERRE L. IBISCH & STEFAN KREFT

Naturschutzkonzeption steht in Mitteleuropa seit jeher im Schatten praktischer Fragestellungen, etwa des Arten- und Lebensraumschutzes. Das gilt zumal für neue Konzepte der Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel. Diesem Sachverhalt trägt das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit über das Bundesamt für Naturschutz geförderte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“ Rechnung. Es wird davon ausgegangen, dass Unsicherheiten über die zukünftige Entwicklung des Klimawandels und seiner zum größeren Teil irreversiblen Wirkung auf die Biodiversität nicht davon abhalten dürfen, bereits jetzt proaktive Handlungsoptionen auf der Grundlage existierender Kenntnisse, Ansätze und Instrumente vorzuschlagen. Die Formulierung spezifischer Handlungsoptionen muss auf einem konzeptionellen Unterbau basieren. Dieser wurde durch die Auswertung der internationalen Literatur, einer Klassifikation der identifizierten Handlungsoptionen, Diskussionen mit Experten und Akteuren zur Formulierung des allgemeinen Handlungsbedarfs und zur Identifikation geeignet erscheinender Ansätze erarbeitet. Im Folgenden werden einige wichtige Elemente eines Konzepts zur Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel knapp erläutert.

Gestützt auf einen konzeptionellen Rahmen, der sich aus den Ergebnissen der Vulnerabilitätsanalyse und detaillierten Einzelstudien einer repräsentativen Auswahl von Schutzgebieten speist, werden derzeit schutzgebietsspezifische Optionen abgeleitet.

Die folgenden Ergebnisse sind nach einer hierarchischen Systematik aufeinander aufbauender Elemente des Naturschutzes gegliedert (Abb. 1).



Abb. 1: Systematische und hierarchische Klassifikation von Anpassungsoptionen im Naturschutz.

Die Hierarchiestufen 1 - 3 betreffen grundlegende Rahmenbedingungen des Naturschutzes, die Stufen 4 - 6 Naturschutzmanagement im engeren Sinne (IBISCH & KREFT 2008).

Vulnerabilitätsanalyse für Schutzgebiete

Die Formulierung von an den Klimawandel angepassten Handlungsoptionen für die ausgewählten Schutzgebiete sollte auf einer Vulnerabilitätsanalyse der Schutzgebiete fußen. Vulnerabilität ist eine Funktion der Wirkung (diese wiederum von Exposition und Sensitivität) und der Anpassungskapazität. Schutzgebiete sind als sozial-ökologische Systeme aufzufassen, also als Systeme, in denen Schutzobjekte, Landschaftsmatrix und Gesellschaft miteinander interagieren. Demzufolge ist die Vulnerabilität von Schutzgebieten gegeben durch Vulnerabilitäten der Schutzobjekte, des räumlichen Designs des betrachteten Schutzgebiets selbst und des Kontexts des Schutzgebietssystems, der Ziele und Wahl der Schutzobjekte und zuletzt der zuständigen Institutionen (Abb. 2).

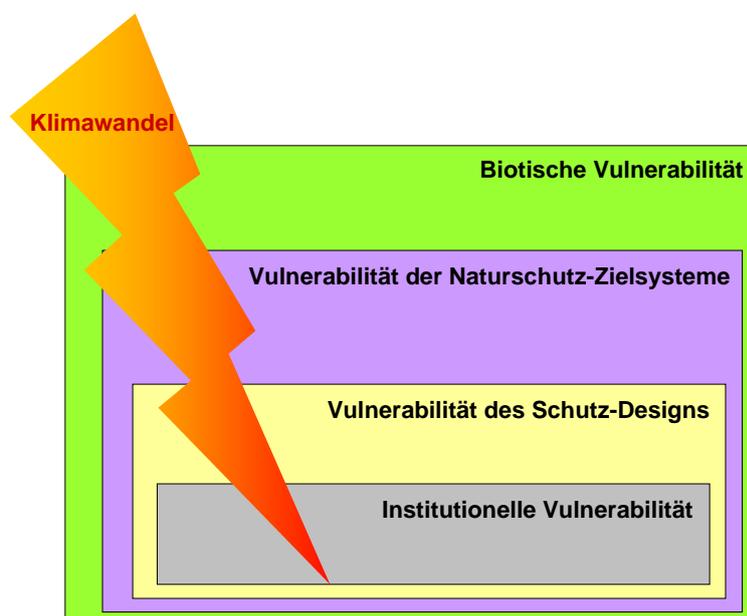


Abb. 2: Hierarchisch verschachtelte Ebenen der Vulnerabilität von Naturschutzsystemen gegenüber dem Klimawandel (IBISCH & KREFT, im Druck a, verändert).

Allgemeiner Handlungsbedarf

Der sich aus dem Klimawandel ergebende allgemeine Handlungsbedarf im Naturschutz kann wie folgt umrissen werden (IBISCH & KREFT 2008):

- I. Resilienz und Anpassung(sfähigkeit) der Biodiversität unterstützen;
- II. Veränderungen der Biodiversität akzeptieren, begleiten oder fördern;
- III. mit Unsicherheit umgehen: vorbeugendes, vorausschauendes Risikomanagement (*Proaktion* statt *Reaktion*);
- IV. zur Verringerung des Klimawandels beitragen - durch priorisierte Erhaltung von Ökosystemen, die (potenziell) in besonderem Maße mit der Atmosphäre interagieren (v. a. Wälder, Moore, Feuchtgebiete).

1. Zielgerüste

Während statische Ansätze des Naturschutzes Ziele und Schutzobjekte unbefristet festlegen (Abb. 3) und Ansätze des Prozessschutzes steuerungsvermeidend und ergebnisoffen sind (IBISCH & KREFT, im Druck b), erlauben adaptive Herangehensweisen im Naturschutz bei Bedarf sowohl die Maßnahmen als auch die Schutzobjekte und die Ziele (z. B. Erhaltung eines Schutzobjekts an einem bestimmten Ort) neu zu definieren (IBISCH & KREFT 2008). Angesichts des globalen Wandels, der sich beschleunigt wandelnde Rahmenbedingungen für den Naturschutz und sich verschärfende Konkurrenz um Ressourcen (Finanzen, Fläche etc.) mit sich bringt, drängen sich adaptive Ansätze auf, welche die beiden o.g. überkommenen Ansätze weitgehend ersetzen sollten (IBISCH *et al.* 2009; IBISCH & KREFT, im Druck a; IBISCH & KREFT, im Druck b). Adaptives Management ist Bestandteil des Ökosystemansatzes (s. u.).

Die erwähnte Verschärfung der Konkurrenz mit anderen Sektoren erfordert (die Bereitschaft zur) Prioritätensetzung. Praktisch seit Formierung der Naturschutzbewegung in Deutschland stehen offene und halboffene Elemente der Kulturlandschaft im Vordergrund der Naturschutzbemühungen. Die Objekte des Naturschutzes wären allerdings, auch im Sinne einer optimierten Ressourcenverwendung, darauf hin zu prüfen, wie sensitiv sie gegenüber dem Klimawandel und anderen Komponenten des globalen Wandels sind, welches Potenzial zur Anpassung an den Klimawandel, und nicht zuletzt, welches Potenzial zur Erreichung von Klimaschutzziele sie aufweisen. Eine solche Prüfung legt grundsätzlich nahe, funktionale Elemente der Landschaft zu priorisieren. Dies impliziert einen Übergang von der Wahl von Arten und Lebensgemeinschaften hin zu Ökosystemen als Schutzobjekten. Statt auf die Erhaltung von Verbreitungs- und Häufigkeitsmustern abzielen, müsste sich Naturschutz stärker der Erhaltung von Ökosystemgütern und -leistungen widmen. Anstelle des existierenden „Flickwerks“ kleiner und isolierter Schutzgebiete, die weitreichenden und sich durch den Klimawandel weiter verstärkenden Randeffekten ausgesetzt sind, müsste auf den Schutz möglichst großer und möglichst ungestörter Gebiete abgezielt werden. Naturschutzprioritäten sollten sich letztlich vom Schutz einzelner Arten und abgegrenzter Lebensgemeinschaften in vielen kleinen Gebieten hin zur Erhaltung großer, funktionaler, durch Blöcke von Wald und Feuchtgebieten dominierter Gebiete in einer Matrix wenden, in der ein Minimum an Ökosystemqualität gewährleistet wird (IBISCH & KREFT 2008; IBISCH & KREFT, im Druck a; IBISCH & KREFT, angenommen).

2. Umsetzungskonzepte und Planung

Eine systematische, umfassende Gap-Analyse des nationalen Schutzgebietssystems existiert bislang nicht. Es wäre beispielsweise der Schutzstatus aller Elemente zu prüfen, die für die Funktionalität und Durchlässigkeit der Landschaft besonders bedeutsam sind. Große, ggf. in unzerschnittenen, verkehrssarmen Regionen gelegene Waldflächen drängen sich als Schlüssel-Landschaftselemente auf (s. auch RECK *et al.* 2008). Sie sollten, zumal vor dem Hintergrund des Klimawandels, besondere Schutzbemühungen erfahren (IBISCH & KREFT, eingereicht).

Der Ökosystemansatz ist eine vom Übereinkommen über die Biologische Vielfalt geforderte Naturschutzmanagementstrategie und wurde auf der 9. Vertragsstaatenkonferenz (2008 in Bonn) als eines der Hauptthemen erneut diskutiert. Der Ökosystemansatz muss in Deutschland als bisher nicht umgesetzt angesehen werden (IBISCH & KREFT 2008, IBISCH & KREFT, im Druck a).

Szenarienbasierte Planung hat bereits Eingang in die Landnutzung gefunden. So werden forstliche Entscheidungen regional (in Bayern und zunehmend auch in anderen Bundesländern) nunmehr auf der Grundlage von Modellierungen der bioklimatischen Hüllen von Baumarten getroffen (KÖLLING 2007, KÖLLING &

ZIMMERMANN 2007). Für eine Ableitung von Anpassungsmaßnahmen der Waldbewirtschaftung besitzen sie in der jetzigen Form aber noch Schwächen und sollten auf keinen Fall unkritisch von Politik und Praxis verwendet werden. Eine Reihe von Verbesserungen wäre zuvor umzusetzen (BOLTE *et al.* 2008), u. a.:

- Berücksichtigung der realen Baumartenverbreitung anstelle der potenziellen natürlichen Vegetation;
- Einbeziehung weiterer ökologischer Parameter, insbesondere der Wasserspeicherkapazität der Böden;
- Ermittlung und Einbeziehung der Anpassungsfähigkeit einzelner Baumarten (und -herkünfte) an Extremereignisse;
- Berücksichtigung verschiedener Emissionsszenarien unter Einbeziehung von ‚worst-case‘-Szenarien;
- Berücksichtigung der internen Klimamodellvariabilität;
- Verwendung und Vergleich verschiedener Klimahüllen-Modelle mit weiteren Klimagrößen;
- Berücksichtigung von Wachstum und Vitalität der Baumarten innerhalb ihres Verbreitungsgebiets.

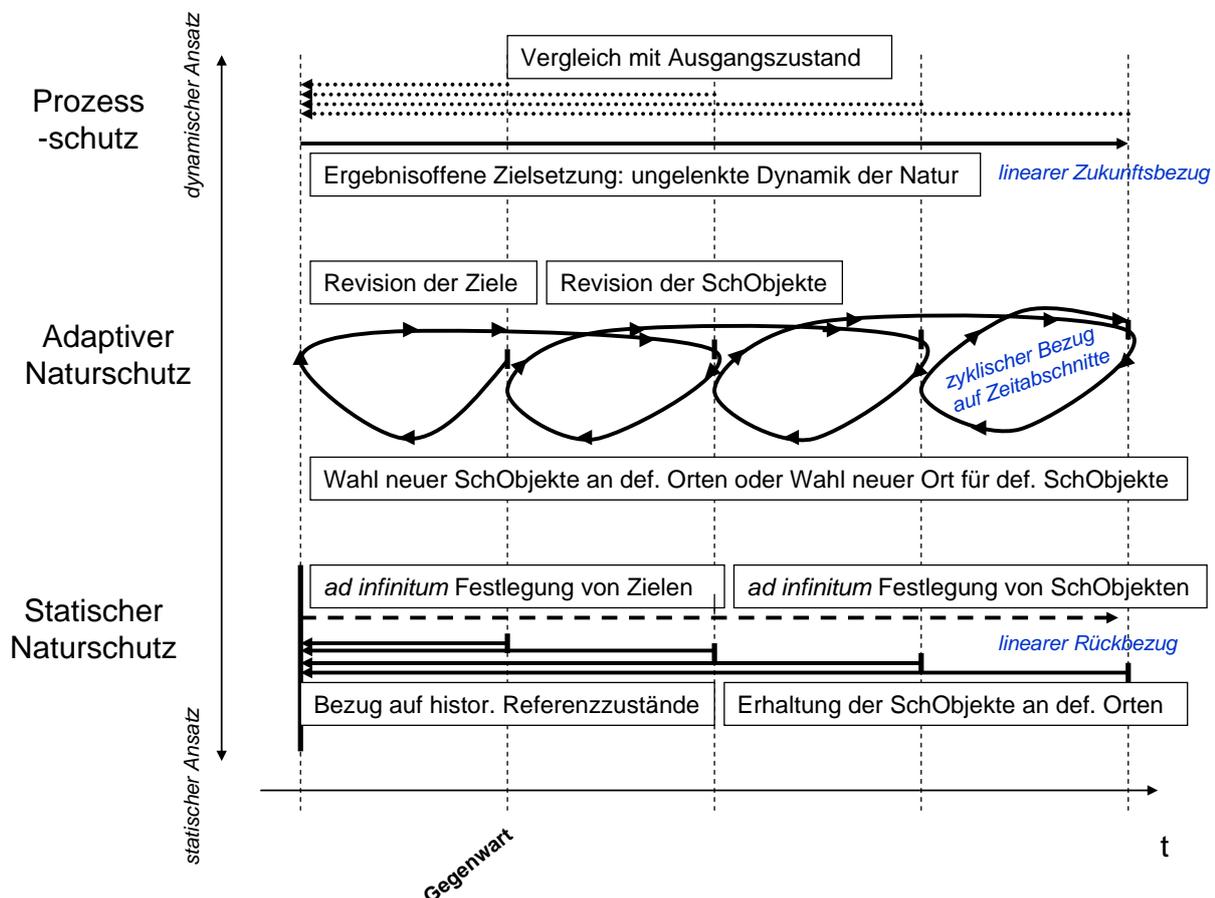


Abb. 3: Vergleich der drei grundlegenden Ansätze im Naturschutz (IBISCH & KREFT 2008).

Die Umsetzung von langfristig erfolgreichen Naturschutzmaßnahmen ist angesichts einer ungewissen und nur begrenzt zu prognostizierenden Zukunft schwierig geworden. Konfrontiert mit einer bis dato unbekannt rapide voranschreitenden Veränderung von natürlichen und menschlichen Systemen gibt es eine Vielzahl von Risiken, die während der Naturschutzplanung berücksichtigt werden müssen. Verschiedene gesellschaftliche Sektoren (z.B. Wirtschaft, Gesundheit, Küstenschutz, Entwicklungszusammenarbeit) haben Strategien und Instrumente zum Umgang mit Risiken entwickelt. Risikoanalyse und Risikovorsorge helfen Entscheidungsträgern klimaanfälliger Sektoren dabei, sich auf transparente Weise diesen Herausforderungen zu

stellen und unterstützen sie darin, mit der Ungewissheit umzugehen, die mit dem globalen Wandel und dessen Folgen einhergeht. Ein risikobasierter Ansatz in den Bereichen Naturschutzplanung und Naturschutzmanagement existiert bislang nicht. Ein solches Klimarisikomanagementkonzept sollte aktuelle und vorausberechnete Klimavariabilität sowie Extremwetterereignisse einbeziehen und darauf abzielen, nachhaltige und dynamische Anpassungsstrategien zu entwickeln (IBISCH *et al.*, angenommen).

Das von internationalen Naturschutzorganisationen (*The Nature Conservancy*, WWF) zunehmend verwendete Planungsinstrument *Conservation Action Planning* (CAP; <http://conserveonline.org/workspaces/cbdgateway/cap>) ist zyklisch-adaptiv angelegt, erleichtert Partizipation und ein effektives Umsetzungsmonitoring. Es weist somit Charakteristika eines für die Planung angepassten Klimawandelmanagements besonders geeigneten Instruments auf. In Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen für die (Weiter-) Entwicklung von CAP bei *The Nature Conservancy* wird gegenwärtig eine Erweiterung/Anpassung von CAP speziell an die Herausforderung der Folgen des Klimawandels konzipiert.

3. Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen

Der Klimawandel bedeutet für das Schutzgebietssystem in Deutschland weitreichende Erfordernisse an die Gesetzgebung. Am Beispiel von Natura 2000 zeigt sich, dass für seine Anpassung die Neupriorisierung von Zielen und Schutzobjekten (im Sinne des obigen Abschnitts „Prioritätensetzung“) und der Austausch von Schutzobjekten auf der legalen Ebene möglich gemacht werden müssen. Außerdem müsste beispielsweise die szenarienbasierte Planung Eingang in die Naturschutzgesetze finden. Im Grundsatz wäre zu fordern, dass das nationale Schutzgebietssystem nicht lediglich einem *bottom-up*-Ansatz, kombiniert mit arten- und lebensraumschutzfachlichen Auflagen, folgt, sondern auch räumlichen Mindestqualitätsstandards zu genügen hat (IBISCH & KREFT, angenommen).

Es ist zu erwarten, dass sich in Qualität, Wirkungsschwere und -reichweite unterscheidende Anpassungsoptionen auf unterschiedliche Akzeptanz bei den für ihre Umsetzung zuständigen Akteuren treffen werden. In ähnlicher Weise wurden Anpassungsoptionen auch nach technischer Machbarkeit, (langfristiger) Kostenneutralität, Gewähr vor sekundären Risiken und nach ihrer Reversibilität differenziert, um sie so hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit einzuschätzen (IBISCH & KREFT, im Druck a). Im Ergebnis deutet sich an, dass mit steigender Wirkungsschwere und -reichweite (die auf viele konkrete naturschutzfachliche Maßnahmen und Eingriffe zutreffen) sich die Umsetzung schwieriger gestalten dürfte. Die Hauptlast der Umsetzung liegt bei den Behörden, gefolgt vom ehrenamtlichen Naturschutz. Am schwersten dürfte es dem Naturschutz fallen, seine Ziele und Schutzobjekte zu überdenken.

Weitere Aspekte der politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen (wie v.a. in den Naturschutzgesetzen festgelegt) sollten Erwähnung finden (IBISCH & KREFT 2008), z. B.:

- die Verschärfung der Problematik der Föderalismusreform angesichts des erhöhten Bedarfs für ein koordiniertes, harmonisiertes Vorgehen zur Anpassung an den Klimawandel, z. B. bei der räumlichen Planung auf (sub-) kontinentaler bzw. nationaler/länderübergreifender Ebene;
- der Anpassungsbedarf des Instruments der Verträglichkeitsprüfungen (Berücksichtigung des Klimawandels bei den Kriterien für Ausgleichsmaßnahmen);
- Ermöglichung der Dynamisierung des Naturschutzes (ggf. Anpassung von Schutzobjekten, evtl. „neue“ Instrumente wie Translokation);
- Regelungen zum Management von Risiken, die durch Flexibilisierung/Dynamisierung/Anpassung entstehen („sekundäre Risiken“).

4. Konkrete naturschutzfachliche Maßnahmen und Eingriffe

Alle bisher vorgenommenen Analysen zum klimawandelangepassten Management von Schutzgebieten (der Kategorien Nationalpark, Biosphärenreservat, FFH-Gebiet und Vogelschutzgebiet) in Deutschland führen zu der Einsicht, dass im Mittelpunkt der Zielsetzungen die Erhaltung und Verbesserung der Resilienz der Ökosysteme stehen müssen. Die zugrunde liegenden Problemanalysen weisen (vielfach auch schon auch ohne Berücksichtigung des Klimawandels) auf erhöhte Sensitivität und/oder geschwächte Anpassungskapazität der Schutzgebiete und ihres Managements durch statische Ansätze (besonders Natura 2000-Gebiete und Biosphärenreservate), geringe Größe (speziell FFH-Gebiete), Aufspaltung in mehrere Teilflächen (Natura 2000-Gebiete), Isolation (alle Gebietskategorien) und vielfach aufgesplitterte Zuständigkeiten (alle Gebietskategorien) hin (IBISCH & KREFT 2008; IBISCH & KREFT, angenommen).

5. Monitoring, Erfolgskontrolle

Es ist bereits jetzt zu erkennen, dass sich Konflikte um den Einsatz von Mitteln zur Zielerreichung im Naturschutz durch den klimawandelbedingt steigenden Stress für Schutzobjekte, steigenden Anpassungsbedarf und die Konkurrenz mit Klimaschutzbemühungen intensivieren (s. o.: „Zielgerüste“). Dies macht ein Instrumentarium zum Anpassungsmonitoring erforderlich. Wie bereits erwähnt, ist CAP u.a. ein effektives Werkzeug zum Monitoring des Zustandes von Schutzobjekten, aber auch der zu ihrem Schutz eingesetzten Mittel. Damit ermöglicht es eine Erfolgskontrolle der Zielerreichung und hilft bei der Identifikation von Konflikten im Einsatz von Mitteln und beim Erzielen eines Interessenausgleichs. Beim Risikomanagement sind Abwägungen zur Ressourcenallokation integraler Bestandteil.

6. Kommunikation

Um die Umsetzung für sinnvoll erachteter Anpassungsoptionen zu erleichtern (s. o. „Umsetzbarkeit“), müsste sich auch die Kommunikationsstrategie im Naturschutz anpassen. Das Potenzial des Naturschutzes für Anpassung und v. a. für den Klimaschutz müsste in Zukunft, einhergehend mit einer tatsächlichen Umstellung auf adaptive Ansätze und Priorisierung funktionaler Elemente der Biodiversität, an die Stelle der Selbstdarstellung als Schützer romantischer Landschaften und gefährdeter Arten gegen die negativen Einflüsse gesellschaftlicher Aktivitäten treten (IBISCH & KREFT 2008, im Druck a).

Literatur

- IBISCH, P.L., B. KUNZE & S. KREFT (angenommen). Biodiversitätserhaltung in Zeiten des (Klima-) Wandels: Risikomanagement als Grundlage eines systemischen, nichtwissenbasierten Naturschutzes. Eberswalder Schriftenreihe.
- IBISCH, P.L. & S. KREFT 2008. Anpassung an den Klimawandel: eine systematische Analyse von Handlungsoptionen für den Naturschutz. ANLiegen Natur 32: 3-23.
- IBISCH, P.L. & S. KREFT (im Druck a). Klimawandel gleich Naturschutzwandel? In: NABU-Bundesverband (Hg.): Klimawandel und Biodiversität - Dokumentation der Abschlusskonferenz des NABU-Projektes "Klimawandel und Biodiversität, eine Kommunikationsstrategie für den ehrenamtlichen Naturschutz" am 08. und 09. April 2008, Berlin. NABU-Bundesverband, Berlin.

- IBISCH, P.L. & S. KREFT (im Druck b). Naturschutz und Klimawandel - mehr oder weniger Wildnis? In: Aldo Leopold Forum für Umweltethik (Hg.): Aldo-Leopold-Symposium "Wildnis - Werte - Wirtschaft" 2007 in München. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, München.
- IBISCH, P.L. & S. KREFT (angenommen). Natura 2000 im Klimawandel. [Tagungsband des Deutschen Naturschutztages in Karlsruhe.]
- IBISCH, P.L., T. POTTHAST & G. MÜLLER-MOTZFELDT 2009. Muss der Naturschutz neue Strategien entwickeln? Ein Gespräch. Naturschutz und Landschaft 84 (Themenheft „Biologische Vielfalt und Klimawandel“): 18-19.
- KÖLLING, C. 2007. Klimahüllen für 27 Baumarten. AFZ-DerWald 62: 1242-1245.
- KÖLLING, C. & L. ZIMMERMANN 2007. Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber Klimawandel. Gefahrstoff-Reinhaltung der Luft 67: 259-268.
- RECK *et al.* 2008. UZVR, UFR + Biologische Vielfalt. Bundesamt für Naturschutz. Naturschutz & Biologische Vielfalt 62. Bonn.

Das Schutzgebietsnetz NATURA 2000 im Klimawandel - Risiken und Handlungsoptionen

GÖTZ ELLWANGER

Aufgrund des Klimawandels sind erhebliche Auswirkungen auf die biologische Vielfalt zu erwarten. Bereits jetzt sind Veränderungen im phänologischen Verhalten und Änderungen der Verbreitungsmuster zahlreicher Arten nachweisbar. Aufgrund sich infolge des Klimawandels sehr rasch verändernder abiotischer Habitatbedingungen wird es zu erheblichen Abundanzveränderungen vieler Arten einschließlich Aussterbeprozessen bzw. Neueinwanderungen bisher gebietsfremder Arten kommen. Darüber hinaus werden sich zwischenartliche Interaktionen wie Prädation, Konkurrenz um Nahrung oder Brutplätze, Parasitismus oder Bestäubung neu bilden, intensivieren, abschwächen oder auflösen. Auch die Auflösung bisheriger Lebensgemeinschaften und das Entstehen neuer Artenverbindungen sind durch diese Prozesse zu erwarten. Damit könnte es auch zur Veränderung von strukturellen und funktionellen Eigenschaften von Ökosystemen kommen (z.B. IPCC 2007, ROOT *et al.* 2003, PARMESAN & YOHE 2003, PARMESAN 2006, THOMAS *et al.* 2004, THULLER *et al.* 2005, WALTHER *et al.* 2002).

Diese Veränderungen in der Natur sind für den Naturschutz nicht grundsätzlich neu, denn auch der Wandel menschlicher Nutzungen hatte und hat die Verbreitungsmuster von Arten und die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften schon lange stark beeinflusst bzw. mitgestaltet. Durch den Klimawandel tritt jedoch ein weiterer starker Treiber entsprechender Veränderungen mit zahlreichen Rückkopplungseffekten auf die schon bestehenden Stressoren wie Landnutzungswandel, Habitatzerstörung oder Zerschneidung hinzu, der zu einer bisher nicht gekannten Beschleunigung der Veränderung von Verbreitungsmustern von Arten und der Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften führen wird.

Dadurch wird der Naturschutz vor eine neue Herausforderung gestellt, bei der es auch um eine Überprüfung seiner Zielsysteme und Handlungsmöglichkeiten geht. Eine solche Überprüfung ist auf möglichst umfassende wissenschaftlich fundierte Daten zu den zu erwartenden Veränderungen in der Natur angewiesen. Dazu besteht ein erheblicher Forschungsbedarf, der für den Naturschutz einen Teil der Herausforderung darstellt.

Forschungsprojekte und Aktivitäten des Bundesamtes für Naturschutz

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) hat diese Herausforderung angenommen und seit 2003 (mit Schwerpunkt in 2008) über 20 Forschungsprojekte im Themenfeld Biodiversität und Klimawandel beauftragt. Die Zahl der Grundlagen-orientierten Vorhaben ist dabei aber noch zu gering. Im Folgenden werden daher wesentliche Aktivitäten des BfN bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Lebensgemeinschaften sowie die zu ihrem Schutz aufgebauten Schutzgebietssysteme vorgestellt.

Mit der Literaturstudie „Klimawandel und Naturschutz in Deutschland“ (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004) wurde ein erster Grundstein für die weitere Vergabe von Forschungsvorhaben und die Erarbeitung von

Gefährdungsanalysen und von konkreten Handlungsvorschlägen für einen künftigen Naturschutz in Deutschland gelegt. Von 2005 bis 2008 wurden in einer weiteren Studie die Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora untersucht (POMPE *et al.* 2008, 2009; <http://www.ufz.de/index.php?de=6370>). Dabei stand die Sensitivität gegenüber dem Klimawandel der in Deutschland vorkommenden wild wachsenden Farn- und Blütenpflanzen auf der Basis von modellierten und beobachteten Arealverschiebungen im Vordergrund.

Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel

Aufbauend auf den beiden genannten Forschungsprojekten wurde vom BfN 2006 die Studie „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel - Risiken und Handlungsoptionen“ in Auftrag gegeben (BADECK *et al.* 2007). Im Fokus der Studie mit einer Laufzeit bis August 2009 stehen die Natura 2000-Gebiete - also die FFH-Gebiete sowie die Vogelschutzgebiete - bzw. die als Schutzgegenstände dieser Gebiete maßgeblichen Arten und Lebensräume. Im Rahmen der Studie wurden zeitlich hochauflösende Klimainformationen auf dem Messtischblattraster für Schutzgebiete in Deutschland errechnet (BADECK *et al.* 2008). Ziel ist es, diese Daten, die für eine regionalisierte Abschätzung des Klimawandels für einzelne Schutzgebiete genutzt werden können, im Internet verfügbar zu machen. Dazu sollen die Daten im Laufe des Jahres 2009 entsprechend aufbereitet und durch vorstrukturierte Abfragen ergänzt werden, um z. B. mit dem Management von Schutzgebieten betrauten Personen eine einfache Auswertung zu ermöglichen.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Arten wurden in diesem Projekt weiter vertiefend untersucht, wobei neben den höheren Pflanzen (s. POMPE *et al.* 2008) vor allem Vogelarten untersucht werden. Bei den Vogelarten werden ähnlich wie bei der Erarbeitung des „*Climatic Atlas of European Breeding Birds*“ (HUNTLEY *et al.* 2007) Modelle für die künftige Verbreitung europäischer Brutvogelarten erstellt. Dazu werden Daten der Landnutzung bzw. des Landnutzungswandels in die Modelle integriert und Risiken für Vogelarten als Schutzgüter unserer Schutzgebiete abgeleitet.

Ein weiterer Projekt-Schwerpunkt ist Analyse der Sensitivität von Biotop- und Lebensraumtypen (s. hierzu auch PETERMANN *et al.* 2007). Modelliert werden u.a. Veränderungen des Abflussverhaltens kleinerer und mittlerer Fließgewässer, die Veränderung von Temperaturhaushalt und Trophie von Stillgewässern oder die Konkurrenzbedingungen von Baumarten in Wäldern. Aus den Ergebnissen werden wiederum Rückschlüsse auf die Auswirkungen des Klimawandels auf Bestand, Artenzusammensetzung etc. der Lebensraumtypen abgeleitet (VOHLAND 2007). Die Sensitivität von Arten und Lebensräumen hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels wird aber auch qualitativ anhand ihrer biologisch-ökologischen Charakteristika analysiert, da sich eine Reihe von Risikofaktoren (bisher) nicht modellieren lassen.

Abschließend werden Handlungsoptionen des Naturschutzes unter Berücksichtigung der nationalen und internationalen Literatur und der Projektergebnisse systematisch analysiert und bewertet (IBISCH & KREFT 2008).

Eine vollständige Publikationsliste zu den Ergebnissen des Projekts findet sich auf der Projekt-Homepage beim Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK).

URL: (<http://www.pik-potsdam.de/forschung/forschungsbereiche/klimawirkung-vulnerabilitat/vme/schutzgebiete>).

Zwischenartliche Interaktionen und Funktionen von Lebensräumen

Ende 2008 wurde ein weiteres F+E-Vorhaben mit dem Titel „Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes“ an die Universität Bayreuth vergeben (Laufzeit bis Juni 2011). Aufbauend auf den Ergebnissen der oben genannten Vorhaben sollen in diesem F+E-Vorhaben der Einfluss des Klimawandels auf die Funktionen schützenswerter Habitats sowie Wechselwirkungen zwischen den in ihnen vorkommenden typischen, seltenen und gefährdeten Arten untersucht werden. Bisher existieren kaum Szenarien dazu, wie sich die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften und damit Habitats selbst in Zukunft verändern wird. Da diese kaum insgesamt prognostiziert werden können, sollen funktionale Beziehungen auch zwischen besonders wichtigen Schlüsselarten innerhalb einer Artengemeinschaft untersucht werden. Solche biologischen Interaktionen könnten Rückgangs- und Aussterbeprozesse zusätzlich verstärken, für einige Arten aber auch zu einer Stabilisierung von Populationen und Habitats führen und für andere ohne Einfluss bleiben. Die Ermittlung entsprechender Sensivitäten bildet eine wichtige Grundlage, um Zielplanungen und Managementmaßnahmen für wertvolle Biotope auch unter dem Einfluss des Klimawandels optimal steuern zu können.

Das Projekt soll die Voraussagen zur Populations- und Habitatentwicklung unter vorliegenden Klimaszenarien erheblich verbessern. Darauf aufbauend können Managementpläne für Schutzgebiete und Artenhilfsprogramme bedeutend zielgerichteter entwickelt und durchgeführt werden.

Auch um die Wirksamkeit von Anpassungsstrategien des Naturschutzes zu verbessern und die Unsicherheiten der Szenarien bezüglich der Reaktion von Arten und Lebensgemeinschaften zu reduzieren, sollen die geplanten Untersuchungen einen Beitrag leisten.

Die beiden letztgenannten Forschungsvorhaben werden durch den Autor seitens des BfN fachlich betreut.

NATURA 2000 - gut aufgestellt im Klimawandel?

In Diskussionen um Naturschutz und Klimawandel werden immer wieder Befürchtungen geäußert, dass die Schutzgebiete aufgrund der Verlagerung von Verbreitungsgebieten zu leeren Hüllen ohne die zu schützenden Arten und Lebensräume werden könnten, die Definitionen von Lebensraumtypen angepasst werden müssten oder die Regelungen für den Schutz von Arten und Lebensräumen im Schutzgebietsnetz NATURA 2000 insgesamt zu statisch seien. Bei allen Überlegungen zu einem Anpassungsbedarf des Instrumentariums NATURA 2000 sollte immer deutlich differenziert werden, worauf sich ein eventueller Anpassungsbedarf bezieht:

- auf den rechtlichen Rahmen (FFH-Richtlinie, Vogelschutzrichtlinie),
- die Auswahl und Definition der Schutzgüter (Arten und Lebensraumtypen),
- die Schutzgebiete (Design, Größe, Vernetzung) oder
- das Management.

Darüber hinaus ist zwischen kurz-, mittel- und langfristigem Handlungsbedarf zu unterscheiden.

Grundsätzlich erscheint das Instrumentarium, das dem Naturschutz durch FFH- und Vogelschutzrichtlinie zur Verfügung gestellt wird, gut geeignet, um auch neuen Anforderungen durch den Klimawandel gerecht zu werden. Die Lebensraumtypen sind i.d.R. als recht umfassende Einheiten definiert, umfassen immer auch standörtliche Gegebenheiten und dürfen nicht mit pflanzen-soziologischen Einheiten verwechselt werden. Durch die regionale Festlegung der typischen Arten können die Lebensraumtypen zudem relativ leicht angepasst werden. Darüber hinaus besteht nach Art. 19 der FFH-Richtlinie die Möglichkeit zur Änderung des Anhang I für die Lebensraumtypen und der Anhänge II, IV und V für die Arten, wovon auch schon mehrfach Gebrauch gemacht wurde.

Im Hinblick auf die Lage der Schutzgebiete ist davon auszugehen, dass sie auch in Zukunft - zumindest überwiegend - einen entscheidenden Beitrag zur Erhaltung der Biodiversität leisten können. Neben bestimmten Arten und Lebensräumen werden durch die Schutzgebiete zumeist auch extreme Standortverhältnisse wie starke Vernässung, Trockenheit oder Nährstoffarmut erhalten, die in der „Normallandschaft“ kaum noch zu finden sind. Auch bei einem starken Wandel von Artenpools und damit auch Lebensräumen, ist daher zu erwarten, dass gerade in diesen Bereichen geeignete Habitatbedingungen vorhanden sein werden, um aus Naturschutzsicht relevanten Arten ein Überleben zu sichern. Die im europäischen Vergleich relativ geringe Größe der FFH-Gebiete bzw. Gebietsteile in Deutschland und die damit einhergehenden hohen Randeffekte machen das Schutzgebietsnetz in Deutschland jedoch potenziell besonders anfällig gegenüber negativen Einwirkungen von außerhalb. Daher ist es wünschenswert, die Gebiete besser zu arrondieren und zu vernetzen. In Bezug auf die Vernetzung/Kohärenz (Art. 10 FFH-Richtlinie) des Schutzgebietsnetzes besteht noch ein erheblicher Handlungsbedarf in Deutschland.

Die Aufstellung von Managementplänen ist für einen Großteil der FFH-Gebiete anzustreben (ELLWANGER *et al.* 2006). Der Aspekt des Klimawandels findet sich in bestehenden Managementplänen bisher kaum wieder, wobei viele der als notwendig erkannten Gebietsmaßnahmen auch zur Verbesserung der Ausgangsbedingungen hinsichtlich der Anpassung an den Klimawandel geeignet sein dürften (z.B. Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts für Feuchtgebiete). Die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels sollten jedoch zu einem festen Bestandteil der Managementpläne werden. Insgesamt besteht noch ein erheblicher Handlungsbedarf, um die Managementplanung in vielen Teilen Deutschlands voranzutreiben und die Umsetzung der Planungen administrativ und finanziell zu fördern.

Dieser vorangegangene Abriss der Thematik zeigt, dass es bei der Umsetzung von FFH- und Vogelschutzrichtlinie kurz- bis mittelfristig in erster Linie darum geht, die vorhandenen Umsetzungsdefizite der Richtlinien in Deutschland zu beseitigen. Darüber hinaus besteht erheblicher Handlungsbedarf, um die so genannte „Normallandschaft“ oder Matrix zu verbessern, um gefährdeten und wandernden Arten auch ein

Überleben außerhalb von Schutzgebieten zu ermöglichen. Für einen entsprechend umfassenden Naturschutz wurden FFH- und Vogelschutzrichtlinie allerdings nicht geschaffen und sind dazu dementsprechend auch nicht ausreichend.

Eine Publikation zu dem Thema ist in Vorbereitung.

Literatur

- BADECK, F-W., BÖHNING-GAESE, K., CRAMER, W., IBISCH, P. L., KLOTZ, S., KÜHN, I., KREFT, S., VOHLAND, K. & ZANDER, U. 2007. Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel - Risiken und Handlungsoptionen. - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 46: 149-166.
- BADECK, F.-W., POMPE, S., KÜHN, I. & GLAUER, A. 2008. Wetterextreme und Artenvielfalt - Zeitlich hoch auflösende Klimainformationen auf dem Messtischblattraster und für Schutzgebiete in Deutschland. - *Natur und Landschaftsplanung* 40: 343-345.
- ELLWANGER, G., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. 2006. Erfahrungen mit der Managementplanung in Natura 2000-Gebieten in Deutschland. - In: Ellwanger, G. & Schröder, E. (Bearb.): *Management von Natura 2000-Gebieten. Erfahrungen aus Deutschland und ausgewählten anderen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union.* - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 26: 9-26.
- HUNTLEY, B., GREEN, R.E., COLLINGHAM, Y.C., WILLIS, S.G. 2007. *A Climatic Atlas of European Breeding Birds.* - Lynx Edicions, Bellaterra, Barcelona, 528 S.
- IBISCH, P. & KREFT, S. 2008. Anpassung an den Klimawandel: eine systematische Analyse von Handlungsoptionen für den Naturschutz. - *ANL -Anliegen Natur* 1: 3-23.
- IPCC 2007. *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* – Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- LEUSCHNER, C. & SCHIPKA, F. 2004. Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. – *BfN-Skript* 115, 35 S.
- PARMESAN, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. - *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2006, 37: 637-669.
- PARMESAN, C. & YOHE, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. – *Nature* 421: 37-42.
- PETERMANN, J., BALZER, S., ELLWANGER, G., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. 2007. Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 46: 127-148.
- POMPE, S., BERGER, S., WALTHER, G.-R., BADECK, F., HANSPACH, J., SATTLER, S., KLOTZ, S. & KÜHN, I. 2009. Mögliche Konsequenzen des Klimawandels für Pflanzenareale in Deutschland. - *Natur und Landschaft* 84(1): 2-7.
- POMPE, S., HANSPACH, J., BADECK, F., KLOTZ, S., THUILLER, W. & KÜHN, I. 2008. Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. - *Biology Letters* 4: 564-567.
- 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., ERASMUS, B. F. N., SIQUEIRA, M. F. DE, GRAINGER, A., HANNAH, L., HUGHES, L., HUNTLEY, B., JAARVELD, A. S. VAN, 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.
- THUILLER, W., LAVOREL, S., ARAÚJO, M. B., SYKES, M. T., & PRENTICE, I. C. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. - *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102: 8245–8250.
- VOHLAND, K. 2007. Naturschutzgebiete im Klimawandel - Risiken für Schutzziele und Handlungsoptionen. Bericht über ein laufendes Forschungsprojekt am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. - *Anliegen Natur* 31(1): 60-67.
- WALTHER, G. R., POST, E., CONVEY, P., MENZEL, A., PARMESAN, C., BEEBEE, T. J. C., FROMENTIN, J. M., HOEGH-GULDBERG, O. & BAIRLEIN, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. - *Nature* 416, 389-395.

Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes

ROMAN HEIN, MANUEL STEINBAUER, HELMUT SCHLUMPRECHT, BJÖRN REINEKING,
ANKE JENTSCH, CARL BEIERKUHNLIN

1. Die Notwendigkeit der Entwicklung neuer Strategien im Naturschutz

Der Naturschutz steht angesichts des Klimawandels vor neuartigen Herausforderungen. Bisherige Strategien werden hinterfragt, neue Zielsetzungen müssen erarbeitet werden. Die Verbindung von biogeographischen, autökologischen, populationsbiologischen, klimatischen und landschaftsökologischen Informationen mit Prognosen zu künftig unter bestimmten Szenarien erwarteten Klimabedingungen ist gefordert. Es ist zu erwarten, dass die Zunahme extremer Bedingungen von entscheidender Bedeutung für die Erhaltung von Arten und für die Entwicklung der regionalen Biodiversität sein wird.

Populationen und Arten können nicht isoliert betrachtet, sondern müssen in der Entwicklung ihres biologischen Wirkungsgefüges und in der Veränderung des Lebensraumangebotes begriffen werden. Sensible Artengruppen sind zu identifizieren. Auch Aspekte der Erhaltung von Ökosystemfunktionen werden eine größer werdende Rolle spielen. Grundsätzlich ist die Erhaltung ausreichend großer Populationen heimischer Arten anzustreben. Regional muss aber die langfristige Erhaltung aller bislang vorkommender Arten und die Verhinderung der Zuwanderung neuer Arten als unrealistisch betrachtet werden. Bezüglich bislang seltener oder hinzukommender Arten wird eine neue Bewertung erforderlich werden. Im Umgang mit neuartigen Unwägbarkeiten und Klimavariabilitäten wird eine neue Sichtweise natürlicher Dynamik in Lebensräumen Platz greifen.

Um eine geographische Anpassung der Verbreitungsgebiete von Arten zu fördern, müssen Wanderungsmöglichkeiten durch die Vernetzung und Vergrößerung von Habitaten geschaffen werden. Hierzu müssen aber zunächst erhaltenswürdige und erhaltungsfähige Lebensräume identifiziert werden. Es ist nur sinnvoll, jene Lebensräume zu vernetzen, die auch in Zukunft noch funktionell erhalten bleiben werden.

Mitarbeiter/Innen der Biogeografie, Störungsökologie und biogeographischen Modellbildung der Universität Bayreuth in Verbindung mit dem Büro für Ökologische Studien werden sich in den kommenden Jahren mit den Herausforderungen des Klimawandels an den Naturschutz beschäftigen. Aufbauend auf experimenteller Forschung zu Auswirkungen von Extremereignissen auf die Biosphäre (z.B. JENTSCH *et al.* 2007) und der Klimafolgenforschung (z.B. BEIERKUHNLIN & FOKEN 2008) wird das vom Bundesamt für Naturschutz geförderte Projekt die folgenden Schwerpunkte setzen:

2. Ermittlung der Vorkommenswahrscheinlichkeiten ausgewählter Arten

Ziel ist die Modellierung der Auftretenswahrscheinlichkeiten von in Deutschland vorkommenden FFH-Arten. Zunächst werden diese auf Grundlage klimatischer, boden- und landnutzungsbezogener Parameter für Europa abgeleitet. In einem zweiten Schritt werden jene Arten ausgewählt, deren arealkundliche Analyse eine besondere Sensitivität auf die zu erwartenden Klimaentwicklungen erwarten lässt. Für diese Arten werden spezifische Auftretenswahrscheinlichkeiten auf der räumlichen Skala von Deutschland modelliert. In einem dritten Schritt werden Arten mit saisonalen Wanderungen, welche sich nur zeitweise in Deutschland aufhalten, genauer betrachtet.

Desweiteren werden Arten mit Verbreitungsgebieten in benachbarten Ländern einbezogen, deren Ausbreitung nach Deutschland möglich bzw. wahrscheinlich ist. Es sollen insbesondere diejenigen Arten berücksichtigt werden, deren Lebensraumsprüche in ihren derzeitigen Verbreitungsgebieten in naher Zukunft wahrscheinlich nicht mehr erfüllt werden können. Zusätzlich sollten Arten mit einer besonderen Bedeutung für Ökosystemfunktionen beachtet werden. Mit den Arbeiten zu den erwarteten Zuwanderern wird auch eine Stimulation der Diskussion zur Naturschutzwertigkeit von zuwandernden Arten angestrebt.

Schließlich erscheint es erforderlich, FFH-Arten zu identifizieren, deren Vorkommen wesentlich durch Begleitarten bestimmt werden. Für Arten, für die eine starke Abhängigkeit von Begleitarten belegt ist oder vermutet wird, werden wir die Limitierung derzeitiger Verbreitung aufgrund biologischer Interaktionen analysieren bzw. erwartete räumliche Veränderungen für künftige Klimaszenarien modellieren.

In Ergänzung zu dem wissensgeleiteten Ansatz wird ein datengeleiteter Ansatz verfolgt. Es sollen nun FFH-Arten identifiziert werden, deren Verbreitungsdaten durch Berücksichtigung der Verbreitung von Begleitarten wesentlich besser modellierbar sind. Dies soll auch eine Abschätzung ermöglichen, ob Deutschland künftig auch für solche FFH-Arten eine mögliche Schutzverantwortung haben wird, die auf Interaktionspartner angewiesen sind.

3. Untersuchung biologischer Interaktionen zwischen Arten und Artengemeinschaften

Ein verbessertes Verständnis der Auswirkungen des Klimawandels (insbesondere der Effekte von Extremwetterereignissen) auf die Wechselwirkungen zwischen Arten wird benötigt, da Arten in ihrem biotischen Kontext zu verstehen sind. Es ist entscheidend, ob und inwiefern sich Beeinflussungen der Interaktionen zwischen Arten auf einzelne Schlüsselarten und auf seltene oder gefährdete Arten auswirken können. Auch die Wahrscheinlichkeit von Veränderungen in der Artenzusammensetzung von Lebensgemeinschaften soll ermittelt werden.

Neben der Aufbereitung laufender Forschungsprojekte arbeiten wir für gefährdete Arten und für Tierarten mit komplexen biozönotischen Konnexen heraus, welche Interaktionen sich durch den Klimawandel bedingt wahrscheinlich verändern werden oder sich bereits nachweislich verändert haben und für welche Arten eine Veränderung plausibel und wahrscheinlich erscheint.

Über eine systematische Literaturrecherche werden mögliche durch Klimawandel induzierte Effekte hinsichtlich einer Desynchronisierung und Veränderung von Nahrungsbeziehungen sowie Veränderung von Ausbreitungs-, Etablierungs- und Konkurrenzbedingungen aufgezeigt. Können klimawandelinduzierte Effekte auf bestimmte biologische Interaktionen nachgewiesen werden, wird geprüft, ob vergleichbare Interaktionen auch bei FFH-Arten oder Vogelarten relevant sein können, für die keine Belege in der Literatur ermittelt werden konnten. Hierdurch erfolgt in einer Potenzial-Abschätzung, ob und welche FFH-Arten durch klimawandelinduzierte Effekte gefährdet sein könnten.

4. Entwicklung von Szenarien zur Beeinflussung / Veränderung von Lebensräumen durch den Klimawandel

Aus räumlichen Simulationen und dem Abgleich mit den heutigen ökologischen Bedingungen werden jene Gebiete identifiziert, in welchen sich regional neue ökologische Nischen entwickeln werden. Anschließend ist zu analysieren, welche Typen von Lebensräumen dort zu erwarten sind und vor allem, ob diese auch tatsächlich in überschaubaren Zeiträumen von den für sie charakteristischen Arten erreicht werden können. Hierzu sind räumliche (Barrieren etc.) und ausbreitungsbiologische Aspekte (Vektoren etc.) zu berücksichtigen.

Angesichts der spezifischen Standorteigenschaften verschiedener Lebensraumtypen erscheint die Anwendung pauschaler Klimadaten, wie Jahresmittelwerte, wenig adäquat. Für die Lebensraumanalysen sind deshalb spezifische Klimafaktoren auszuwählen und räumlich für Deutschland darzustellen und zu analysieren. Schließlich sind konzeptionelle Ideen zu entwickeln, wie solche Datenquellen sehr unterschiedlicher Ausrichtung und Qualität genutzt werden können. Konkrete Vorschläge für ein effizientes und kostensparendes Monitoring-System sowie für empirische Langzeitstudien in klimasensiblen Lebensräumen sind zu unterbreiten.

5. Ableitung von Handlungsoptionen Bezüglich des Schutzgebietsnetzes Natura 2000

Ziel muss es sein, das bestehende Schutzgebietsnetz bezüglich seiner Leistungsfähigkeit unter künftigen Klimabedingungen zu überprüfen und Strategien für seine Absicherung und weitere Entwicklung bzw. Erweiterung abzuleiten. Die Flächen des Netzwerkes NATURA 2000 erscheinen angesichts des Klimawandels von besonderer Bedeutung. Grundsätzlich sollten diese Gebiete vergrößert, ergänzt, besser vernetzt und qualitativ optimiert werden.

Die Beurteilung künftig möglicher Entwicklungen sollte sich an den Szenarien des IPCC orientieren. Eine sinnvolle und relativ abgesicherte Perspektive ist die Entwicklung bis 2050. Zusätzlich zu den Szenarien zum Klimawandel sind Szenarien zum Landnutzungswandel zu entwickeln und zu integrieren. Aus der Kombination solcher Entwicklungen können Räume abgeleitet werden, welche die Möglichkeiten der Entwicklung zusätzlicher und Ausweitung bestehender Schutzgebiete aufzeigen. Die Analyse solcher Prozesse ist die Voraussetzung für die Entwicklung von Anpassungsstrategien auf landschaftlicher Ebene.

Literatur

- BEIERKUHNEIN, C., FOKEN, T. (Hrsg.) 2008. Klimawandel in Bayern. Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. Bayreuther Forum Ökologie, 113, 501 S.
- JENTSCH, A., KREYLING, J., BEIERKUHNEIN, C. 2007. A new generation of climate change experiments: Events, not trends, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(7): 365-374

Die Vogelwelt von morgen - Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf Vögel

SVEN TRAUTMANN

Einleitung

Im Rahmen des BfN-Projektes „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“ wird im Arbeitspaket 3 eine Risikoanalyse für Vögel durchgeführt. Dabei wird untersucht, welche Auswirkungen der Klimawandel auf Verbreitung und Vorkommen von Vögeln in Deutschland hat. Der Fokus liegt auf den Vogelschutzgebieten innerhalb des Netzwerkes NATURA 2000, für die eine Prognose über potenzielle Veränderungen erstellt werden soll, um daraus Anpassungsstrategien abzuleiten.

Konkret werden folgende Fragestellungen behandelt:

1. Wie wirkt sich der Klimawandel auf das Vorkommen im Rahmen des Projektes als prioritär identifizierter Vogelarten in deutschen Schutzgebieten aus?
2. Wie wirkt sich der Klimawandel auf den Vogelartenreichtum in Deutschland aus?

Material und Methoden

Die Fragestellungen werden mit Hilfe von Artverbreitungsmodellen behandelt, welche mit Hilfe sogenannter Verallgemeinerter Linearer Modelle eine statistische Beziehung zwischen dem Vorkommen/Nichtvorkommen einer Art und verschiedenen Umweltparametern herstellt und quantifiziert. Als Umweltparameter finden klimatische Variablen und Landnutzungsvariablen Verwendung.

- a) Klimatische Variablen: Durchschnittstemperatur im Januar, Temperatur in der Brutzeit (definiert als Mittel aus den Monaten Mai bis Juli), sowie eine Interaktionsvariable beider Terme;
- b) Landnutzungsvariablen: Hier findet eine Variablenselektion aus 17 potenziell für Vögel wichtigen Landnutzungsklassen statt, welche aus den ursprünglich 44 Klassen des CORINE-Datensatzes aggregiert wurden.

Die Variablenselektion erfolgt mit Hilfe einer Artdatenbank. Diese Datenbank enthält für jede der 17 Landnutzungsklassen aus der Literatur extrahierte Informationen darüber, ob für eine Art das Vorhandensein der jeweiligen Landnutzungsklasse essentiell, potenziell wichtig oder sicher unwichtig ist. Diese Information wird genutzt, um innerhalb eines *Maximum-Likelihood*-ähnlichen Ansatzes die Modellgüte gegen die Modellkomplexität auszubalancieren und in einer zweistufigen Selektion nur die Variablen auszuwählen, für die dieses Verhältnis optimiert wird. Daraus entsteht ein Modell, das bei größtmöglicher Modellgüte die wenigsten artelevanten Landnutzungsvariablen (zusätzlich zu den nicht selektierten Klimavariablen) enthält. Um den kombinierten Ansatz zu testen, wurden Modelle nur mit klimatischen Variablen und Modelle mit Klima- und selektierten Landnutzungsvariablen verglichen, sowie zum Test

des Effektes der Selektion das kombinierte Modell gegen ein „Vollmodell“ mit allen Klima- und Landnutzungsvariablen getestet.

Die verschiedenen Modelle werden für ganz Europa innerhalb eines 50x50km²-Rasters kalibriert, um in einem zweiten Schritt unter Verwendung der statistischen Beziehung Art-Umwelt und mit Hilfe von Klimavorhersagen (für die Mittelpunkte von Vogelschutzgebieten) für Deutschland eine Prognose der zukünftigen Vorkommenswahrscheinlichkeit im Zeitraum 2045-2055 zu erstellen. Dabei werden Vorhersagen für die 50x50km²-Rasterzellen getroffen, in denen die Vogelschutzgebiete liegen. Einzelartenmodelle werden für 26 in Arbeitspaket 1 des Projektes identifizierte prioritäre Arten erstellt.

Was im Folgenden als Klimaszenarien bezeichnet wird, sind zwei statistische Realisierungen eines mittleren CO₂-Emissionsszenario („A1B“) des IPCC. Dieses wurde mit Hilfe eines für Deutschland regionalisierten globalen Zirkulationsmodells in ein Szenario der Klimaveränderung überführt. Mit Hilfe des statistischen Szenariogenerators (STAR) am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung wurden auf Basis der Modellvariabilität zwei kontrastierende statistische Realisierungen erzeugt, die als kühl-feuchtes und warm-trockenes Szenario bezeichnet werden.

Für alle Arten wird eine Vorhersage der Veränderung des Artenreichtums in den entsprechenden Rasterzellen ermittelt, indem die Vorkommenswahrscheinlichkeiten artspezifisch mit Hilfe eines Schwellenwertkriteriums in An- und Abwesenheiten transformiert werden.

Ergebnisse

Der Test der drei Modellansätze ergab, dass Modelle, die selektierte Landnutzungsvariablen einbeziehen, eine höhere Modellgüte aufweisen, aber auch eine etwas erhöhte Anpassung der Modelle an die vorliegenden Daten (sog. *overfitting*), was die Projektion der Modelle auf andere räumliche oder zeitliche Skalen erschwert. Allerdings lassen sich für manche Arten nur unter Einbeziehung von Landnutzungsvariablen Modelle einer annehmbaren Güte erstellen, weshalb dieser Ansatz gewählt wurde. Ein Vergleich des Modells mit selektierten Landnutzungsvariablen mit dem „Vollmodell“ ergab bei Letzterem zwar eine leicht höhere Modellgüte, aber auch ein unverhältnismäßig höheres *overfitting*, weshalb dieses verworfen wurde.

Für die hier modellierten prioritären Arten zeigen sich artspezifische Reaktionen auf die beiden Klimaszenarien, jedoch überwiegend Abnahmen der Vorkommenswahrscheinlichkeit.

Beim Artenreichtum finden sich ebenfalls bei beiden Szenarien in fast ganz Deutschland Netto-Abnahmen der Artenzahlen, nur punktuell werden Zunahmen prognostiziert.

Schwerpunkte der Abnahmen liegen im südlichen bzw. südwestlichen, aber auch (nord-)östlichen Deutschland, den heutigen Bereichen höchsten Artenreichtums.

Es lassen sich folgende Unterschiede zwischen den Szenarien feststellen: Beim kühl-feuchten Szenario sind die Abnahmen insgesamt stärker ausgeprägt als beim warm-trockenen Szenario; beim warm-trockenen Szenario verschieben sich die Abnahmemuster leicht nach Norden.

Betrachtet man nun separat Artzugewinne und Artenverluste, so ergeben sich folgende Unterschiede: Die Artzugewinne sind (in Südwest- und Nordost-Deutschland) beim warm-trockenen stärker ausgeprägt als beim kühl-feuchten Szenario, die Artverluste hingegen beim warm-trockenen Szenario im Süden und Südwesten geringer, im Norden und Nordosten jedoch etwas stärker als beim kühl-feuchten Szenario.

Entsprechend liegen die Schutzgebiete in Rasterzellen mit den potenziell höchsten Artenverlusten für beide Szenarien in Süd-(Bayern), Südwest-(Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz) und Ostdeutschland (Sachsen-Anhalt).

Diskussion

Die Modelle zeigen für ausgewählte Arten eine gute qualitative Übereinstimmung mit dem „*Climatic Atlas of European Breeding Birds*“, wobei ein systematischer Vergleich (insbesondere bei landnutzungs-sensitiven Arten) aussteht. Das generelle Bild artspezifischer Reaktionen und überwiegender Abnahmen der Artenzahlen stimmt ebenfalls mit dem Klima-Atlas überein. Die regionalisierten Klimadaten erlauben aber eine genauere Fokussierung auf Deutschland.

Bezüglich der Artenzahlen zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Szenarien, die dahingehend interpretiert werden können, dass wärmeres und trockeneres Klima potenziell zu einer Abmilderung des Artenverlustes zumindest im Süden Deutschlands führt, weil dort wahrscheinlich mediterrane Arten einwandern werden, wie es heute beispielsweise am Bienenfresser und einigen anderen Arten schon deutlich wird. Andererseits gibt es bereits Hinweise auf den Rückzug „nördlicher“ Arten nach Norden, was sich jedoch bisher noch nicht im gänzlichen Verschwinden von Arten niedergeschlagen hat.

Mit den vorliegenden Modellen können jedoch Aussagen darüber getroffen werden, welche Räume potenziell durch abnehmende Artenzahlen gefährdet sind.

Ausblick

Bisher steht eine zeitliche Validierung der Modelle mit Hilfe von Populationstrenddaten aus. Diese sollen herangezogen werden, um die zeitliche Veränderung mit den räumlichen Modellen nachzuvollziehen. Zudem soll untersucht werden, inwiefern veränderte Landnutzungsmuster die zukünftige Vorkommens-wahrscheinlichkeit einer Art in einem bestimmten Raum beeinflussen.

Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel des Brambacher Zipfels im Vogtland- Möglichkeiten und Grenzen für die Entwicklung von Lebensräumen und ausgewählten Arten

ANDREA SEIDEL

Einleitung - Relevanz des Klimawandels für die Landschaftsplanung

Im jüngsten Bericht des IPCC werden die Prognosen einer globalen Erwärmung des Klimas nachdrücklich bestätigt. Es ist mit zahlreichen Veränderungen in der Landschaft zu rechnen, auf die eine vorsorgende räumliche Planung bereits jetzt reagieren muss. Im Rahmen einer Diplomarbeit am Lehrgebiet für Landschaftsplanung der TU Dresden sollte überprüft werden, inwieweit klassische Planungsinstrumente von Naturschutz und Landschaftspflege angesichts der zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels noch wirksam sind. Im Speziellen galt es die spezifische Vulnerabilität von Lebensräumen und ausgewählten Pflanzenarten am Beispielraum des Brambacher Zipfels im Oberen Vogtland zu untersuchen. Davon abgeleitet sollten Handlungsmöglichkeiten und –grenzen aufgezeigt werden, wie die Vegetation in ihrer Anpassung unterstützt werden kann.

Die Vulnerabilität des Brambacher Zipfels gegenüber Klimaänderungen

Der Untersuchungsraum des „Brambacher Zipfels“ liegt in der südlichsten Spitze des Oberen Vogtlandes in Südwest-Sachsen (s. Abb. 1) und erstreckt sich zwischen 450 und 750 m ü. NN. Prägend für die Vegetation des Brambacher Zipfels sind die Übergänge zwischen dem kollinen bis submontanen Bereich sowie deutlich nährstoffarme und saure Böden.

Eine Vulnerabilitätsanalyse verdeutlichte für den ländlich geprägten Raum die höchste Verletzlichkeit für zerstreute Vorkommen der Bergwiesen. Je nach Exposition und Höhenlage könnten sich die Artengemeinschaften der Schlangenknöterich-Kälberkropf-Feuchtwiesen, submontanen Goldhafer-Frischwiesen und artenreichen Borstgrasrasen durch die Klimaänderungen neu zusammensetzen. Eine hohe Verletzlichkeit wiesen zudem die einschichtigen Fichten- und Lärchenreinbestände auf. Dennoch ließen sich auch unter wärmeren Gegebenheiten kleinräumige

Standortpotenziale für die Fichte auf sehr nährstoffarmen und kühlfeuchten Standorten ableiten. Diese befinden sich vorrangig in Mulden und engen Bachtälern nordexponierter Lagen, in denen sich Kaltluft staut. Gerade diese Räume gewinnen zukünftig an Bedeutung, da sie für Vertreter kühlfeuchter Lebensräume Rückzugsräume darstellen könnten. So sind als potentiell vulnerable Arten im Gebiet zu nennen:



Abb. 1: Lage des Brambacher Zipfels

Wolliges Reitgras (*Calamagrostis villosa*) und Europäischer Siebenstern (*Trientalis europaea*) als Vertreter der montanen (Fichten-)Wälder sowie Rauhaariger Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), welcher feuchte Staudenfluren der höheren Lagen charakterisiert.

Handlungsbedarf

Die Untersuchungsergebnisse der Diplomarbeit zeigten Handlungsbedarf und –möglichkeiten in vielen Bereichen des “Brambacher Zipfels” auf. Vordringlich sollten Räume mit lokalklimatisch kühleren Bedingungen stärker in der Planung beachtet werden, um eine Anpassung der gebietstypischen Vegetation an die wärmeren Durchschnittstemperaturen der nächsten Jahrzehnte zu gewährleisten. Die kühlfeuchten Standortpotenziale gilt es an die Bedürfnisse vulnerabler Arten anzupassen, indem z.B. Fichtenforste ausgelichtet oder drainierte Senken wiedervernässt werden. Weiterhin ist es notwendig, diese Rückzugsräume untereinander zu vernetzen, um eine Anpassungen der betroffenen Arten gewährleisten zu können. Ein kohärenter Biotopverbund, der die klimatische Bandbreite eines Gebietes einbindet, ist angesichts der schnellen Klimänderungen dringlicher als je zuvor. Hier wird der Landschaftsplanung eine wichtige Rolle zugesprochen, welche schutzgebietsübergreifend ein System aus potentiellen Rückzugsräumen und Korridoren für lokal vulnerable Arten entwickeln kann. In der Diplomarbeit wird vorgeschlagen, deren spezifische Ansprüche mit Hilfe ökologischer Gilden zu bündeln und auf ihrer Grundlage Ziel- und Maßnahmenkonzepte abzuleiten.

Grundsätzlich erscheint die Unterstützung verletzlicher Arten nur möglich, wenn sich gleichartige Handlungskonzepte über mehrere Naturräume und vom Flachland bis ins Bergland erstrecken. Dies erfordert einerseits eine gute Koordinierung durch übergeordnete Behörden und andererseits die enge Zusammenarbeit von Nachbargemeinden, Regionen bis hin zu Ländern.

Aufgrund der komplexen Abhängigkeiten der Vegetation von standörtlichen Gegebenheiten werden Unwägbarkeiten im Naturschutz bleiben oder sogar zunehmen. Die Landschaftsplanung muss diese Unsicherheit bewusst einbinden und darf sich nicht auf die Konservierung scheinbar unveränderlicher Landschaftszustände beschränken. Der Klimawandel könnte als Chance betrachtet werden, sich vom Idealbild der Kulturlandschaft des 19. Jahrhunderts zu lösen und an ihrer Stelle neue, vorwärtsblickende Leitbilder zu definieren.

Der vorliegende Beitrag stellt eine Zusammenfassung einer Diplomarbeit mit gleichem Titel dar. Sie wurde im Wintersemester 2007/08 an der TU Dresden, Lehrgebiet für Landschaftsplanung unter Betreuung von Prof. Dr. Catrin Schmidt verfasst. Zweiter Gutachter war Dipl.-Biol. M. Hölzel der HTW Dresden, Fachbereich Landespflege.

Eine 20seitige Fassung der Abschlussarbeit wurde für den Werner-Ernst-Preis 2008 „Städte und Regionen im Klimawandel“ eingereicht und mit dem 2. Platz ausgezeichnet. Der Artikel ist mit weiteren Beiträgen als E-Paper auf der Homepage der ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung) unter folgender Adresse erhältlich: <http://arl-net.org/> (Publikationen).

Banken, Börse, Biodiv - Biodiversitäts- und Klimaforschung in Frankfurt/Rhein-Main

VOLKER MOSBRUGGER, JULIA KROHMER, BERNHARD STRIBRNY

Frankfurt/Rhein-Main ist ganz anders als sein übliches Image – wer ahnt z.B. schon, dass sich hier ein wahrer Biodiversitätshotspot verbirgt? Und zwar nicht nur im Hinblick auf eine erstaunlich reichhaltige biologische Vielfalt, die größtenteils nicht einmal den Bürgern der Region, geschweige denn Ortsfremden bekannt ist. Eine weitere Besonderheit ist die bundesweit einmalige Dichte an renommierten Institutionen, die sich auf den verschiedensten Sektoren für die Biodiversität engagieren und sich zum Netzwerk BioFrankfurt zusammengeschlossen haben (www.biofrankfurt.de).

Die Gründung des neuen Biodiversität und Klima Forschungszentrums (BiK-F)

Am 1. Juli 2008 wurde zudem in Frankfurt ein neues interdisziplinäres Forschungszentrum gegründet; die Finanzierung erfolgt im Rahmen der Hessischen Landesoffensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz (LOEWE). Das Zentrum wird zunächst für drei Jahre mit 18,2 Millionen Euro gefördert. Nach einer erfolgreichen Zwischenevaluierung kann die Landesförderung auf sechs Jahre ausgedehnt werden.

Ziel des neuen Forschungszentrums ist es, international herausragende Forschung auf dem Gebiet der Interaktionen zwischen organismischer Biodiversität und Klima durchzuführen. Mit innovativen Forschungsansätzen und unter Einsatz eines breiten Spektrums moderner Methoden (von der satellitengestützten Fernerkundung der Klima-, Areal- und Ökosystemreaktionen bis hin zur Molekulargenetik und Massenspektrometrie) werden vergangene wie gegenwärtige Ereignisse und Prozesse in Geo-, Bio- und Atmosphäre dokumentiert und analysiert, um darauf basierend verlässliche Vorhersagen für die Zukunft zu treffen.

Partner des Forschungszentrums sind unter der Federführung und dem administrativen Dach des Forschungsinstitutes Senckenberg:

- Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, Frankfurt am Main
- Goethe-Universität Frankfurt am Main
- Deutscher Wetterdienst, Offenbach
- Institut für sozial-ökologische Forschung GmbH, Frankfurt am Main
- EUMETSAT, Darmstadt

Außerdem sind bisher die kleinen und mittelständischen Unternehmen ECT Ökotoxikologie GmbH und Mesocosm GmbH beteiligt, weitere sollen folgen.

Das Forschungszentrum Biodiversität und Klima baut auf bestehenden Forschungsschwerpunkten seiner Partner auf und ergänzt diese durch strategische Berufungen neuer Mitarbeiter. Bis zu 130 Personen werden in den nächsten Jahren am Frankfurter Hauptsitz und weiteren Standorten des Forschungszentrums

zusammenarbeiten, in enger Kooperation mit zusätzlichen Partnern aus Wissenschaft, Ressourcen- und Umweltmanagement sowie der Politik. Hervorzuheben ist auch die Interdisziplinarität des Zentrums: beteiligt sind Ökologie, Evolutionsforschung, Meeresbiologie, Geologie, Paläontologie, Meteorologie, Bodenbiologie, Bioinformatik und Soziale Ökologie.

Forschung

Biodiversität und Klima beeinflussen sich gegenseitig – sie sind ebenso wie ihre Interaktionen regional und je nach Lebensraum verschieden und haben sich in der Vergangenheit kontinuierlich gewandelt. Um diesen dynamischen Wandel, die treibenden Kräfte solcher Veränderungsprozesse und ihre komplexen Interaktionen abbilden und verstehen zu können, werden in dem Forschungszentrum Daten auf einer Zeit-Prozess-Achse und einer Raum-Achse erhoben und analysiert. Auf der Zeit-Achse werden lang-, mittel- und kurzskalige Prozesse, auf der räumlichen Achse marine und terrestrische Systeme in tropisch/subtropischen, gemäßigten und alpin/polaren Klimazonen untersucht. Dieses wissenschaftliche Konzept (siehe Abb.1) wird in sechs Forschungsschwerpunkten umgesetzt:

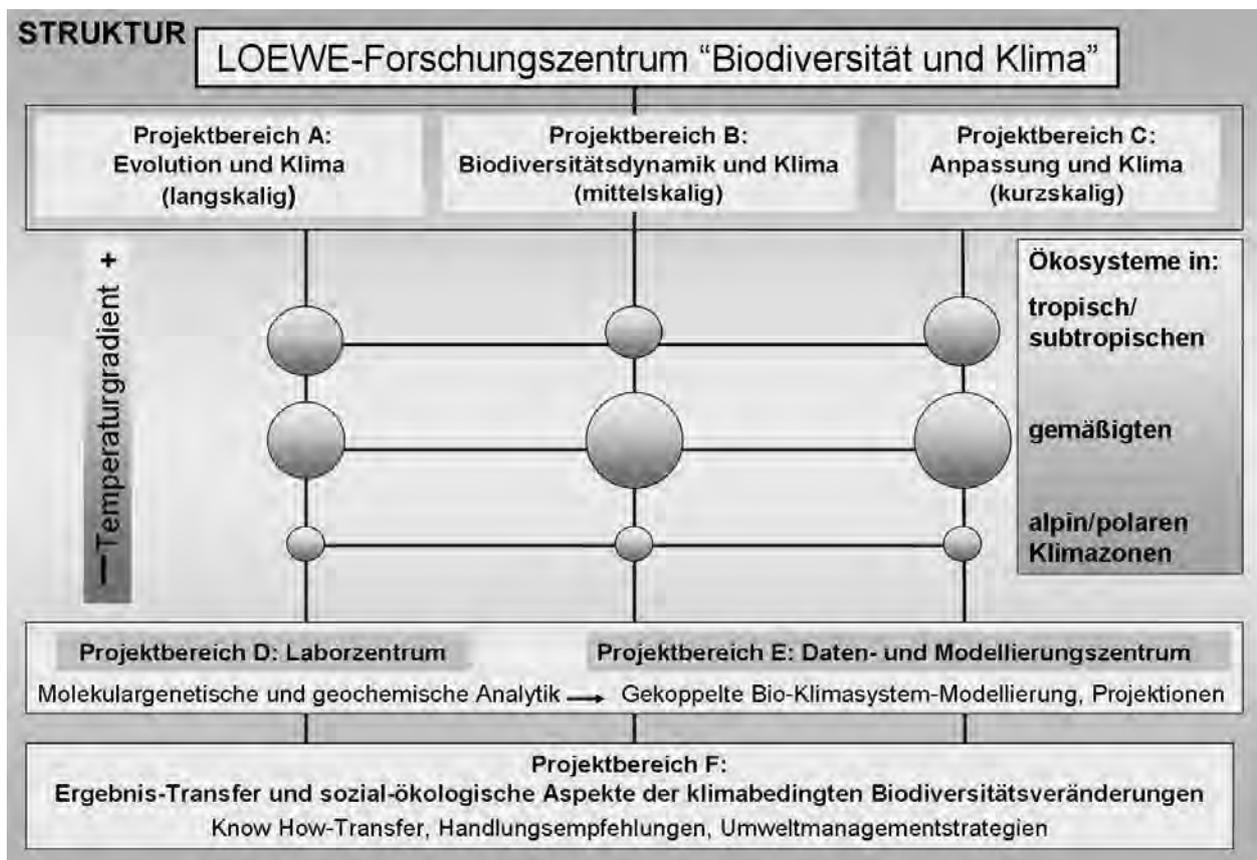


Abb.1: Struktur des Biodiversität und Klima Forschungszentrums (BiKF)

Projektbereich A: Evolution und Klima: Erforschung langskaliger Prozesse

Wie der Klimawandel langfristig Evolution und Diversifikation der Organismen beeinflusst, ist bis heute kaum verstanden. Sicher ist jedoch, dass das Absinken der Temperatur in den letzten fünfzig Millionen Jahren einherging mit einem steten Anwachsen der Biodiversität – wie dies aber im Detail zusammenhängt, ist bislang noch nicht geklärt. Entscheidende Aufschlüsse kann hier die Erdgeschichte geben. Ziel ist, Abschätzungen der Langzeit-Konsequenzen des anthropogenen Klimawandels vorzunehmen sowie Empfehlungen zu Schutz- und Milderungsmaßnahmen zu entwickeln. Folgende Projektgruppen sind hier u.a. angesiedelt:

- Känozoische Diversifikation und Klimawandel
- Vom Wald zur Savanne: Klimawandel, Koevolution von frühen Hominiden, großen Herbivoren und Süßgräsern
- Biodiversitätsverlust und Klimadynamik im Quartär: Der Weg ins Eishaus
- Biodiversitäts- und Ökosystemreaktionen während Perioden raschen Klimawandels

Projektbereich B: Biodiversitätsdynamik und Klima: Erforschung von Art-, Areal- und Ökosystemdynamik

In einem interdisziplinären Ansatz werden Prozesse erforscht, die in kürzeren Zeiträumen ablaufen. Es werden Auswirkungen des Klimawandels auf die Verbreitung von Arten, die Dynamik von Artengemeinschaften und die Konsequenzen für die Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze untersucht.

Hierzu gehören z.B. die Projektgruppen

- Arealdynamik von Arten
- Dynamik von Biozönosen
- Biodiversität und Dynamik von Pathogenen, Vektoren und Reservoirwirten unter Klimawandelbedingungen

Projektbereich C: Anpassung und Klima: Erforschung rascher klimainduzierter Wechselwirkungen

Wie reagieren Arten und Gemeinschaften auf den anstehenden Klimawandel? Zur Beantwortung dieser Frage werden hier schwerpunktmäßig Prozesse untersucht, die infolge ökologischer und ökophysiologischer Anpassungen (Akklimationen) auftreten oder durch rasche genetische Selektion innerhalb weniger Generationen hervorgerufen werden können. Die Untersuchungen werden sowohl im terrestrischen als auch im aquatischen Milieu durchgeführt. Folgende Projektgruppen existieren bislang:

- Wald der Zukunft
- Geschwindigkeit und Qualität der genomischen Anpassung ökologischer Schlüsselarten
- Differenzierung von Kältezeigern am Rande ihres Areals
- Anpassungspotential von Lebensgemeinschaften und Einzelarten an Klimaänderung in Kombination mit weiteren Stressoren

- Evolutionäres Anpassungspotential klimarelevanter Fitnessmerkmale von Schlüsselarten
- C4-Gräser in Westafrika: Arealveränderung und Physiologie unter Klimawandel und geänderter Landnutzung

Projektbereich D: Molekulare Analysen: Hochdurchsatzeinrichtung für Forschung in ökologischer Genomik und DNA-Taxonomie

Das neu einzurichtende Laborzentrum ist eine verbindende, methodisch orientierte Querschnittseinrichtung, welche die notwendigen molekulargenetischen Laborkapazitäten für alle Forschungsprojekte bereitstellt und exzellente Forschung und Methodenentwicklung auf dem Gebiet der ökologischen Genomik und der automatisierten taxonomischen Identifikation biologischer Diversität leisten soll. Neben der Zusammenarbeit für die anderen Projektbereiche geht es um

- Taxon-übergreifende genomische Grundlagen klimarelevanter Fitnessmerkmale
- Entwicklung taxonomischer DNA-Chips und anderer Hochdurchsatz-Tests für die Routine-Identifikation von Monitoringproben und die klinische Labordiagnostik.

Projektbereich E: Daten und Modellierung: Integration bio- und klimarelevanter Daten und Entwicklung neuer Methoden und Modelle

Die in den anderen Projektbereichen gewonnenen Daten werden in einem integrierten Datenbanksystem gesammelt, qualitätskontrolliert und allgemein zugänglich gemacht. Außerdem werden die gewonnenen Erkenntnisse und Daten in prozessorientierten numerischen Modellen formalisiert, die nach umfangreicher Evaluation die Erstellung der benötigten Zukunftsszenarien erlauben.

- Dynamische Biosphäre und Klimavariabilität
- Arealmodellierung

Projektbereich F: Sozial-ökologische Forschung und Ergebnistransfer: Forschung und Handlungsempfehlungen im Spannungsfeld ökologischer, ökonomischer und sozialer Folgen des Klimawandels

Dieser Projektbereich stellt die Schnittstelle des Zentrums nach außen dar. Im Rahmen seiner strategischen Ziele soll das Forschungszentrum wissenschaftliche Beiträge zur Erfüllung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Wasser-Rahmenrichtlinie der Europäischen Union sowie der UN-Artenschutz-, Biodiversitäts- und Klimarahmen-Konventionen liefern. Für den Transfer aus der Forschung in die Politik und Anwendung ist die Zusammenarbeit mit gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Anspruchsgruppen (z. B. Naturschutz, Umweltschutz, Forst- und Holzwirtschaft, Wasserversorger und Landwirte, Fischerei, Entwicklungszusammenarbeit) wichtig. Daten und Erkenntnisse des Forschungszentrums sollen so aufbereitet werden, dass sie bei den Anspruchsgruppen und der Politik Wirkung erzielen.

Das Forschungszentrum Biodiversität und Klima stellt durch seine Tätigkeit sowohl auf regionaler, nationaler und europäischer als auch auf globaler Ebene wissenschaftliche Expertise zur Verfügung, wie sie für die umfassende Erforschung und für das Management klimawandelbedingter, ökologisch und medizinisch relevanter Biodiversitätsveränderungen benötigt wird.

Diese Vortragszusammenfassung wurde aus Mitteln der Hessischen Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz (LOEWE) unterstützt.

Weitere Informationen: www.senckenberg.de/bikf

Kontakt und Transferstelle:

Prof. Dr. Bernhard Stribny, Dr. Julia Krohmer

Biodiversität und Klima Forschungszentrum

Senckenberganlage 25

D-60325 Frankfurt am Main

Tel. (0 69) 7542-1550

bstribny@senckenberg.de

www.senckenberg.de/bik-f/

Internationaler Masterstudiengang *Global Change Ecology* in Bayreuth

ANNE SIMANG

Am traditionellen Geoökologie Standort Bayreuth hat sich seit 2006 der englischsprachige internationale Masterstudiengang *Global Change Ecology* (MSc) etabliert. Globale Umweltveränderungen und die Analyse ihrer Ursachen und Folgen für Ökosysteme weltweit sowie ihre sekundären Folgen für die Menschen stehen im Fokus dieses Studienganges. Ziel ist die Ausbildung hoch qualifizierter und motivierter Führungskräfte für Wissenschaft, Umweltschutz, Politik- und Wirtschaftsberatung. Der Studiengang, der in enger Kooperation mit dem Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung (BayCEER) steht, trägt hiermit zur weiteren Stärkung des umweltwissenschaftlichen Profils der Universität Bayreuth bei.

Eingebunden in das Elitenetzwerk Bayern (ENB) ermöglicht das Global Change Ecology Studienprogramm (GCE) aufgrund der sehr guten Personalausstattung eine enge fachliche und studienorganisatorische Betreuung der Studierenden. Über 20 Dozenten aus den Universitäten Augsburg, Bayreuth und Würzburg engagieren sich in der Lehre für die GCE Studenten mit Jahrgangsstärken von bis zu 20 Studierenden. Das Resultat ist ein sehr gutes Verhältnis zwischen Lehrendem und Lernendem. Hinzu kommen in jedem Semester Gastdozenten aus renommierten Instituten Deutschlands und Österreichs (Max Planck Institut, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ, *International Institute for Applied System Analysis* IIASA, Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt DLR).

Steckbrief:	Global Change Ecology MSc
Abschlussart:	Master of Science
Studiendauer:	4 Semester
Studienort:	Bayreuth
Zugangsvoraussetzungen:	Bachelor (oder Master, Diplom) in einem umweltwissenschaftlichen oder verwandten Fach
Unterrichtssprache:	Englisch
Bewerbungsfrist:	15. Juli, Start nur im Wintersemester

Von den Kandidaten werden Interesse an ökologischen und gesellschaftlichen Fragen, hervorragende naturwissenschaftliche Kenntnisse und die Fähigkeit zur Reflexion komplexer Zusammenhänge erwartet. Außerdem erfordert die Auseinandersetzung mit globalen Umweltproblemen neben natur-, umwelt- und gesellschaftswissenschaftlichen Fachkenntnissen transdisziplinäres Denken, Teamfähigkeit und Kreativität.

Studienablauf und Inhalte

Der Studiengang ist in die vier Module: (A) *Global Change*, (B) *Ecology*, (C) *Human Dimensions* und (ABC) Integration bzw. Verknüpfung der Themen A-C gegliedert. Eine Übersicht über die Struktur des Studienprogrammes findet sich in der folgenden Tabelle:

Global Change		1. Semester (WS)
A1	Driving Forces of Global Change	Einführung in die Thematik Vermittlung von naturwissenschaftlichem Grundlagenwissen Theorien und Methoden
A2	Global Climate Changes	
A3	Regional Changes in Aquatic and Terrestrial Ecosystems	
B1	Ecosystem Variability and Change	
B2	Spatial Modelling in Ecology	
C1	Resource Management	
Ecology		2. Semester (SS)
A4	Ecosystem Research and Experiments	Methodologische Vertiefung und Erfahrung mit ökologischer Geländearbeit in Experimenten interdisziplinäre Teamarbeit eigenständige Beiträge und Leistungen der Studenten Entwicklung einer eigenen Position auf der Grundlage des Standes der Forschung
A5	Extreme Events and Natural Hazards	
B3	Life on Earth	
B4	Biogeochemical Fluxes	
B5	Biodiversity and Ecosystem Functioning	
ABC1	Internationale Summerschool	
Implications		3. Semester (WS)
C2	Ecological Services	Übertragung des Wissens in die Praxis Internationaler Austausch Kommunikation mit Studenten anderer Länder Erfahrungen an außeruniversitären Einrichtungen
C3	Laws and Regulations	
ABC2	International Winterschool	
ABC3	Internship in Economy or Science	
ABC4	Internship in Administration or international Organisation	
ABC5	Coordination and Communication	
Master Thesis		4. Semester (SS)
Analyse komplexer Zusammenhänge mit einem transdisziplinären Ansatz Auseinandersetzung mit globalen Problemfeldern Übertragung der Kenntnisse auf eine aktuelle Umweltfragestellung; Einsatz moderner Methoden und Ansätze (z.B. Remote Sensing, Ecological Modelling, Experimental Ecosystem Manipulation) Nutzung aktueller Referenzen und Quellen		

Im Bereich Biodiversität werden Veranstaltungen zur Entwicklung und Wandel von Biodiversität, zu biogeographischer Modellierung von Aussterbe- und Invasionsprozessen, Biodiversität und Landschaftshaushalt und Fernerkundung in der Biodiversitätsforschung angeboten.

Innerhalb des Studienprogramms wird besonderer Wert auf die insgesamt zwölf Wochen Praktika gelegt. Diese werden sowohl in Wirtschaft oder Forschung, als auch in Verwaltung oder einer internationalen Organisation absolviert. Partner wie IUCN, Münchner Rückversicherung oder das Helmholtz Zentrum für

Umweltforschung UFZ ermöglichen den Studierenden tiefe Einblicke in mögliche zukünftige Berufsfelder und Arbeitsweisen.

Zusätzlich zum regulären Lehrangebot haben die Studenten des Masterstudiengangs *Global Change Ecology* auch die Möglichkeit, an nationalen und internationalen Konferenzen und Fachtagungen teilzunehmen. Hier können die Studenten selbst Vorschläge einbringen und der Studiengang unterstützt die Teilnahme auf organisatorischer und finanzieller Ebene. Die im letzten Jahr stattfindende 9. Vertragsstaatenkonferenz des Übereinkommens über die biologische Vielfalt bot z.B. eine großartige Gelegenheit für die Studenten des Masterstudiengangs *Global Change Ecology*, direkte Einblicke in den Ablauf politischer Entscheidungsfindung auf internationaler Ebene zu bekommen.

Weitere Informationen

www.global-change-ecology.de

Sprecher des Studienganges:

Prof. Dr. Carl Beierkuhnlein

Lehrstuhl Biogeografie

Koordination:

Volker Audorff

Stephanie Thomas

gce@uni-bayreuth.de

Universitätsstr. 30

95440 Bayreuth

Tel.: ++49 (0)921 55 2364



2.3 Aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Biodiversität und Desertifikation / Landdegradation

Desertifikation - Forschung für die Umsetzung der Ziele der UNCCD für den nachhaltigen Umgang mit Naturressourcen in Trockengebieten

MARIAM AKHTAR-SCHUSTER

Das Problem

Obwohl das Übereinkommen der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Wüstenbildung (englisch: *United Nations Convention to Combat Desertification*, UNCCD) seit nunmehr über 10 Jahren besteht und viele der 193 Vertragsstaaten nationale Aktionsprogramme entwickelt haben, sagen alle vier Szenarien des MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT DESERTIFICATION SYNTHESIS REPORT (2005) voraus, dass Desertifikation in den nächsten Jahrzehnten zunehmen wird. Armut und unangepasste Landnutzungspraktiken werden als die Hauptursachen der Verödung ehemals produktiver Gebiete in Trockengebieten angesehen. Trocken subhumide, semiaride, aride und hyperaride Regionen¹, die zusammengenommen als Trockengebiete bezeichnet werden, bedecken 41% der globalen Landoberfläche. Im Jahre 2000 lebten über 34% der Menschheit in diesen von sehr unregelmäßiger Wasserzufuhr gekennzeichneten Regionen. Landdegradation in Trockengebieten und seine ökologischen und sozialen Folgen können somit weder im „Flächenverbrauch“ noch im ökonomisch-politischen Sinne als ein marginales Problem angesehen werden. Sollten keine adäquaten Gegenmaßnahmen eingeleitet werden, so ist aufgrund globaler Umweltveränderungen (z. B. Klimawandel) eine weitere Intensivierung und Ausweitung der Desertifikationsproblematik zu befürchten.

Notwendige Maßnahmen: Bessere Integration der Forschung im UNCCD

Auf dem G8-Vorbereitungstreffen in Sassari auf Sardinien (Sept. 2008) stellte Herr Luc Gnacadja, Exekutivsekretär der UNCCD, die gesellschaftlich und politisch existierenden Mängel dar, die gegenwärtig einer erfolgreichen Umsetzung von Maßnahmen zur Bekämpfung- oder Verhinderung der Desertifikation entgegen wirken:

- Mangelhafte oder fehlende Hochskalierung von *Good Practice*-Beispielen
- Mangelhafte oder fehlende Verbreitung verfügbaren Wissens (speziell auch wissenschaftlich fundierten Wissens)

¹Obwohl hyperaride Regionen nicht formal in die UNCCD einbezogen sind, möchte die Verfasserin darauf aufmerksam machen, dass Desertifikation auch in hyperariden Regionen vorkommt (z.B. in Oasen und in Tälern von Fremdlingsflüssen, d. h. Flüsse in Trockengebieten, deren Wasser aus niederschlagsreicheren Gebieten stammt). Somit bezieht die Verfasserin diese Regionen in die Betrachtung der Desertifikationsproblematik mit ein.

- Mangelhafte oder fehlende Etablierung des Problems in der nationalen Agenda.
- Mangelhafte oder fehlende Mobilisierung der notwendigen Ressourcen.
- Mangelhafte oder fehlende Konvergenz der globalen zur lokalen Ebene.

Im *10-Year Strategic Plan and Framework to Enhance the Implementation of the Convention* (2008–2018), der im Rahmen des Reformprozesses der UNCCD auf COP-8 in Madrid (Sept. 2007) verabschiedet wurde, wird auf die sub-optimale wissenschaftliche Aufstellung der UNCCD im Vergleich zu den beiden Klima- und Biodiversitätskonventionen (UNFCCC und UNCBD) hingewiesen. Bis dato fließt wissenschaftliches Wissen nur über kleine von der/dem UNCCD/CST beauftragten Expertengruppen in die UNCCD ein. Dies hat zum Aufbau einer Barriere zwischen der Konvention und der wissenschaftlichen Community geführt (GRAINGER 2007)².

Für die erfolgreiche Umsetzung der Ziele der UNCCD wird seitens des Sekretariats der Konvention und der Vertragsstaaten eine bessere wissenschaftliche Begleitung des Komitees für Wissenschaft und Technologie (CST) der UNCCD gefordert. Diese gilt speziell für die nur interdisziplinär zu bewältigenden Bereiche „Adaption“, „Mitigation“ und „Belastbarkeit“.

Erste Maßnahmen zur Stärkung der *Science-Policy-Schnittstelle* – ein Experiment

Auf der UNCCD-COP-8 in Madrid wurde entschieden, dass in der zweiten Dekade des Bestehens der Konvention die CST-Sitzungen ein neues Format erhalten sollen, Zitat: „*each future ordinary session of the CST shall be organised in a predominantly scientific and technical conference-style format in consultation with the lead institution/consortium, which is qualified in and has expertise in the relevant thematic topic selected by the Conference of the Parties (COP).*“ Um dieses Ziel zu erreichen hat das Komitee für Wissenschaft und Technologie (CST) des UNCCD im Frühsommer 2008 das Konsortium *Dryland Science for Development (DSD)*³ beauftragt, es bei der Planung der ersten wissenschaftlichen Konferenz, die im Herbst 2009 stattfinden wird, zu unterstützen. Die Konferenz trägt den Titel *Understanding Dryland Trends: Bio-physical and Socio-economic Monitoring and Assessment of Desertification and Land Degradation, to Support Decision-making in Land and Water Management*.

Das DSD-Konsortium (www.drylandscience.org) ist dabei, drei Arbeitsgruppen mit ausgewiesenen Experten aus allen Kontinenten zu bilden, die umsetzbare und politisch relevante wissenschaftliche Ergebnisse für die UNCCD produzieren werden. Da diese Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen/Netzwerken und UNCCD/CST bisher einzigartig ist, werden auf beiden Seiten bei der Organisation der Konferenz wichtige Erfahrungen gemacht, die für die Konsolidierung der Kooperation

² The prospects for improving science-policy communication in the desertification regime: the role of uncertainty. Alan Grainger, School of Geography, University of Leeds, 2007.

³ Mitglieder des DSD Konsortiums: European DesertNet (EDN), International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Joint Research Centre/Institute for Environment and Sustainability of the European Commission (JRC/IES), United Nations University's International Network on Water, Environment and Health (UNU-INWEH).

zwischen Wissenschaft und UNCCD relevant sind. Es stellt sich auch in der UNCCD und in den wissenschaftlichen Kreisen über die laufende Kooperation hinaus die Frage, ob für die Zukunft eine IPCC-artige Struktur auch für UNCCD angestrebt werden soll.

Nationale Netzwerke für Desertifikationsforschung aus Deutschland (Desert*Net Deutschland), Frankreich (CSFD) und Belgien (*Group of Experts Belgium*) haben schon im Jahre 2005, auf CRIC-3⁴ in Bonn, die Weichen für den Aufbau eines globalen wissenschaftliches Netzwerks für Desertifikationsforschung begonnen, das im Herbst 2006, mit der Gründung von European DesertNet (www.european-desertnet.eu) im UN-Gebäude in Bonn, ins Leben gerufen wurde. Ziel dieser globalen Vernetzung von Wissenschaftlern ist einerseits die Bereitstellung einer dauerhaften Schnittstelle für den kontinuierlichen Dialog zwischen Forschung und Politik. Andererseits soll das Netzwerk Forschung in Trockengebieten stärken. Um in UN-Aktivitäten besser integriert zu sein, steht das Netzwerk kurz vor seiner Vereinsgründung. Mit der Institutionalisierung wird European DesertNet den Namen *Association of the Network for International Research on Desertification* – DesertNet International (DNI) tragen. Damit hat die internationale wissenschaftliche Community zumindest schnell auf die Behebung der Kommunikationsbarrieren reagiert. Es bleibt nun zu prüfen, ob die gegenwärtig angelaufenen Bemühungen zur gemeinsamen Gestaltung eines *predominantly scientific and technical conference-style format* bis COP-9 weitere Wege zur weiteren Stärkung der Wissenschaft bei der Implementierung der Ziele der CCD aufzeigen können.

⁴ Committee for the Review of the Implementation of the Convention (CRIC).

BIOTA-Maroc: Ein Biodiversitätsmonitoringsystem zwischen dem Hohen Atlas und der Sahara

ANNA AUGUSTIN

BIOTA-Maroc, eine Initiative von Wissenschaftlern der Universität Hamburg und dem *Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II* in Rabat, Marokko, ist eingebunden in das internationale Forschungsnetzwerk BIOTA-Africa (www.biota-africa.org), ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Forschungsprojekt zur Untersuchung der Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Biodiversität in afrikanischen Ländern.

Die Biodiversität der marokkanischen Hochgebirge und Wüstenränder ist potentiell besonders stark durch den Klimawandel und zu intensive Landnutzung gefährdet. Um Aussagen über Veränderungstrends der Biodiversität treffen zu können, wurde im Rahmen des BIOTA Projektes ein Netzwerk an Dauerbeobachtungsflächen entlang eines Höhen- und Ariditätsgradienten vom Rande der Sahara bis zum Hauptkamm des Hohen Atlas eingerichtet.

Der Monitoringansatz basiert zum einen auf 1 km² großen Biodiversitäts-Observatorien, auf denen nach standardisierten Methoden die Phytodiversität erfasst wird. Zum anderen betreut BIOTA-Maroc 35 Dauerbeobachtungsflächen entlang eines Transektes, auf denen die Vegetation jährlich individuell genau ausgezählt und vermessen wird. Diese Dauerbeobachtungsflächen wurden paarweise angelegt. Seit 2001 eingezäunte Flächen à 100 m² erlauben einen Ausschluss der Beweidung und somit im Vergleich zu normal genutzten Beobachtungsflächen eine Quantifizierung des Einflusses von Landnutzung. Analysen der Populationsdynamik und der Biomasseverfügbarkeit zeigen die Resilienz der Vegetation und zeitliche Trends der Veränderung der jeweiligen Ökosysteme. Die so gewonnenen Ergebnisse fließen in lokale und regionale Planungsverfahren zum Ressourcenmanagement ein.

Weitere Forschungsschwerpunkte von BIOTA-Maroc sind unter anderem:

- Biodiversitätsmuster entlang des Ariditätsgradienten
- Auswirkungen pastoraler Strategien auf die Ökosysteme
- Umweltauswirkungen von Brennholzentnahme auf die Trockensteppen
- Keimungsstrategien als Erklärungsmodelle für Veränderungen von Biodiversitätsmustern
- Identifizierung funktionaler Pflanzentypen als Indikatoren für Wandel im Ökosystem
- Modellierung der Verbreitungsmuster bestimmter Arten
- ...

Kontakt und weitere Informationen

BIOTA-Maroc

www.biota-africa.org

Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten

Ohnhorststr. 18

22609 Hamburg

Anna Augustin

a.augustin@biota-africa.org

Tel. 040 42816 408

Manfred Finckh

mfinckh@botanik.uni-hamburg.de

Tel. 040 42816 549

2.4 Beispiele von Projekten aus den Bundesländern und von Verbänden

Nordrhein-Westfalen - auf dem Weg zu einer Anpassungsstrategie

THOMAS HÜBNER

In Nordrhein-Westfalen (NRW) konnten in den letzten Jahrzehnten deutliche Klimaänderungen beobachtet werden. Z. B. erhöhte sich die Temperatur in den letzten 50 Jahren um 1,5 °C. In den nächsten Jahrzehnten ist mit einer weiteren deutlichen Erhöhung der Temperaturen, vor allem im Winter und Sommer, sowie mit geändertem Niederschlagsverhalten zu rechnen. Dabei sollen die Niederschläge im Jahresdurchschnitt zunehmen. In den Sommermonaten wird allerdings in den meisten Landesteilen mit einer deutlichen Verringerung der Niederschläge gerechnet. Im Mittel soll sich die klimatische Wasserbilanz trotz insgesamt steigender Niederschläge deshalb negativ verändern.

In Nordrhein-Westfalen können bereits zahlreiche Folgen des Klimawandels beobachtet werden. Auffällig ist z. B. die Ausbreitung Wärme liebender Arten inkl. Wärme liebender Neophyten sowie bei Vögeln ein Rückgang Kälte liebender Arten. Deutlich haben sich auch die Gewässertemperaturen erhöht. Z. B. nahm die maximale Wassertemperatur im Rhein von 1980 bis 2005 um 5 °C zu.

Der Klimawandel wird erhebliche Auswirkungen auf Feuchtgebiete - z.B. Austrocknung, Niedrigwasserführung, Temperaturerhöhung, Nährstoffmobilisierung - aber auch anderer Lebensräume wie Wälder haben. Darunter befinden sich auch zahlreiche FFH-Lebensraumtypen. Probleme werden hauptsächlich Arten mit einem engen ökologischen Toleranzbereich, Kälte und Feuchtigkeit liebende Arten sowie Arten mit eingeschränkter Migrationsfähigkeit bekommen. Insgesamt wird in NRW von einer erheblichen Veränderung der Artenzusammensetzung der Lebensgemeinschaften und dem Verschieben von Artarealen ausgegangen. Das Maß der Auswirkungen hängt vor allem vom Ausmaß der Klimaveränderung ab und von den durchgeführten Anpassungsmaßnahmen.

Seit ca. 2 Jahren ist der Klimawandel ein Schwerpunktthema des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV) sowie des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV). In einem ersten Schritt wurde eine Broschüre „Klimawandel in Nordrhein-Westfalen – Wege zu einer Anpassungsstrategie“ erarbeitet.

Bis April 2009 soll eine Anpassungsstrategie für das Land Nordrhein-Westfalen als Gemeinschaftswerk der Ressorts aufgelegt werden. Grundlage hierfür ist eine bis Ende 2008 vorzulegende Anfälligkeitsstudie des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung. Ziel der Anpassungsstrategie ist die Bereitstellung von Informationen und die Etablierung der Anpassungspolitik im politischen Raum. Im Rahmen des sogenannten Innovationsfonds werden von NRW 10 Mio. € Landesmittel zur Förderung von Untersuchungen, Projekten und Maßnahmen zur Thematik „Anpassung an den Klimawandel“ zur Verfügung gestellt. Bisher

wurden mehr als 20 Projekte bewilligt mit den inhaltlichen Schwerpunkten Klimasimulation, land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Wasserwirtschaft, Niedrigwasserführung und Biodiversität.

Im Bereich Naturschutz wird davon ausgegangen, dass vor allem die Stabilisierung der Systeme und ein wirksamer Biotopverbund eine bedeutende Rolle spielen wird. Die Stabilisierung der Systeme, insbesondere in den Schutzgebieten, ist erforderlich zur Verringerung anderer Stressfaktoren. Zu diesen gehören neben anderen intensive Landnutzungen und Schädigungen der Hydrologie durch Entwässerung. Insgesamt gesehen kommt der Schaffung großflächiger, zusammenhängender Schutzgebiete mit entsprechender Qualität eine besondere Bedeutung zu.

Da die Natur auf den Klimawandel dynamisch reagieren wird, ist es wichtig, diese Dynamik zu ermöglichen und zu unterstützen. Dies ist durch die Erhaltung und den Aufbau eines effektiven Biotopverbundes möglich. Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist es Ziel der Biotopverbundplanungen, geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen, die es den Arten ermöglichen, in für sie klimatisch geeignete Räume zu gelangen. Insgesamt ist die Durchlässigkeit der Landschaft zu erhöhen. Notwendig ist die Gewährleistung sowohl klein- als auch großräumiger Verlagerungen. Es müssen qualitativ hochwertige Flächen zur Verfügung stehen, um auch die Migration wenig mobiler Arten zu ermöglichen. Denkbar ist der Ausbau eines Teils des landesweiten Biotopverbundes in einer besonders guten Qualität, um diesen theoretischen Anforderungen zu entsprechen. Hierzu bieten sich vor allem verschiedene Auenkorridore (Rur, Rhein, Sieg, Ruhr, Lippe, Ems) sowie Mittelgebirgskorridore in der Eifel mit dem Nationalpark Eifel sowie vom Sieger- über das Sauerland und die Egge bis zum Teutoburger Wald sowie Anschluss nach Osten über die Diemelhänge und Bereiche des Weserberglandes an. Ein derartiges Biotopverbundsystem, das in besonderer Weise die Anforderungen des Klimawandels berücksichtigt, muss selbstverständlich in ein national/internationales System eingebunden sein.

Es sollte interdisziplinär zusammengearbeitet werden, um mögliche Synergien zu nutzen. So bietet sich die verstärkte Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Wasserwirtschaft bei der Umsetzung des Biotopverbundes in Auen an, um gleichzeitig Ziele des Naturschutzes, der Wasserrahmenrichtlinie und des Hochwasserschutzes zu verfolgen.

Zur Verifizierung und Konkretisierung des o.g. Ansatzes hat das MUNLV die „Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen – Ausarbeitung von Vorschlägen für eine Anpassungsstrategie“ an das Institut für Landschaftsökologie der Universität Münster vergeben.

Im Rahmen dieser Studie sollen die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Welche Lebensräume und Arten sind in Nordrhein-Westfalen in welcher Weise (Wirkpfade; positive und negative Auswirkungen) durch den Klimawandel betroffen?
- Für welche Arten und Lebensräume ist der Biotopverbund geeignet?
- Wie muss der Biotopverbund in Nordrhein-Westfalen gestaltet und weiterentwickelt werden, um als wirkungsvolle Anpassungsmaßnahme des Naturschutzes an den Klimawandel zu funktionieren?
- Wie groß ist der erforderliche Flächenbedarf?

- Welche Kosten entstehen bei der Realisierung?
- Welche Umsetzungsinstrumentarien sind für den Biotopverbund erforderlich?
- Welche Synergien ergeben sich mit anderen Handlungsfeldern?

Untersuchungen zur Entwicklung von Waldtypen im Klimawandel am Beispiel Nationalpark Eifel - Auswertungen auf Basis der forstlichen Standortklassifikation

NORBERT ASCHE

Karten über die Verbreitung von Waldtypen sind eine wichtige Basis für zahlreiche Arbeiten im Wald, in der Naturschutzplanung und der Landschaftsbewertung. Während bis vor kurzem diese Karten mit hohem Aufwand analog erarbeitet wurden, besteht heute die Möglichkeit, mit Geografischen Informationssystemen (GIS) und den in z. T. hoher räumlicher Auflösung vorhandenen ökologischen Basisdaten, die Waldgesellschaften bzw. Waldtypen für eine Landschaft lagegetreu zu beschreiben. Neue Auswertungen der Ergebnisse der forstlichen Standortklassifikation in Nordrhein-Westfalen ermöglichen darüber hinaus Betrachtungen darüber, wie sich durch den Klimawandel die heutigen Waldtypen im Nationalpark Eifel verändern könnten.

Waldtypen und ihre Ableitung

Waldtypen können als gesetzmäßig von ihrer Umwelt abhängige, konkurrenzbedingte Kombinationen von Pflanzenarten im Wald verstanden werden (ELLENBERG 1956, 1996; STAKA 1996). Man kann sie daher innerhalb eines Klimabereiches am jeweiligen Ort mit Hilfe der Merkmale ihrer Umwelt (u. a. Lage, Klima, Boden bzw. Standorttyp) ableiten (TÜXEN 1931, BURRICHTER *et al.* 1988). Gleichzeitig wird hierdurch das Potenzial der Wuchskräfte des jeweiligen Standortes bzw. Ökotores gekennzeichnet. Unter Waldtypen werden im Folgenden Wälder verstanden, die sich aus Standortdaten über regelhafte, quantifizierbare Zusammenhänge ableiten lassen.

Dynamik von Waldtypen

Bis vor wenigen Jahren ging man davon aus, dass Standortmerkmale und standortangepasste Waldtypen eine relativ konstante Größe sind. Hierauf basiert auch das Konzept der Potentiell Natürlichen Vegetation (PNV; TÜXEN 1956), das Grundlage zahlreicher Vorgaben im Naturschutz und der Waldwirtschaft ist. Jedoch zeigen zahlreiche Untersuchungen, dass sich Merkmale der Standorte durch Einflüsse wie

- Säureeinträge,
- Nährstoffeinträge (insbesondere Stickstoff) und einen
- beschleunigten Klimawandel

schneller ändern als bisher angenommen. Das bedeutet aber auch, dass natürliche Dynamik und anthropogene Einflüsse Wälder ständig weiter entwickeln und damit Konzepte der PNV als überholt erscheinen lassen (IBISCH 2006, BOLTE & IBISCH 2007). In diesem Zusammenhang ist es wichtig die durch den beschleunigten Klimawandel verursachte Dynamik von Wäldern einschätzen zu können, da Wälder eine zentrale Ressource für die Gesellschaft sind, diese mit zahlreichen Leistungen versorgt (u. a.

Erholung, Klimaschutz, Lebensraum, Holz) und politische Vorgaben eine bestimmte Entwicklung von Wäldern fordern (u. a. mit Kabinettsbeschluss vom 7.11.2007 unter B 1.2: Erhaltung und Entwicklung der natürlichen und naturnahen Waldgesellschaften). Welche mögliche Auswirkungen bzw. Entwicklungen durch Klimaänderungen für Wälder in Nordrhein-Westfalen erwartet werden können, wird am Beispiel des Nationalparks Eifel im Folgenden betrachtet.

Methode

Für die Erarbeitung der Waldtypen in NRW wurden 23 Einheiten festgelegt. Ihre Gliederung erfolgte unter Nutzung der Ergebnisse der digitalen forstlichen Standortklassifikation (ASCHE & SCHULZ 2005) und empirischem pflanzensoziologischem Wissen. Im Nationalpark kommen lediglich 15 Waldtypen vor, die in der Kartenlegende fett gedruckt sind.

Für die Standortklassifikation werden Klimamerkmale der Periode 1961-1990 benutzt. Die hiermit erarbeiteten Zielgrößen, insbesondere die Verteilung der Gesamtwasserhaushaltsstufen, stellt den aktuellen Ausgangszustand dar (Klima 0). Als gesetzte Varianten möglicher Klimaänderungen bzw. Abweichungen von dieser Periode wurden folgende Szenarien genutzt (ASCHE 2007):

- Erhöhung aller monatlichen Mitteltemperaturen um 1°C, Niederschlag unverändert der Periode 1961-1990; bei (Klima 1)
- Erhöhung aller monatlichen Mitteltemperaturen um 1°C, Verminderung des monatlichen Niederschlages um 10 % (Klima 3).

Für die Berechnung der Zielgrößen wurde die Standortklassifikation dreimal durchgeführt. In den drei Durchgängen wurden lediglich klimatische Eingangsgrößen entsprechend den oben angegebenen Szenarien Klima 1 und 3 verändert. Alle anderen Parameter wurden unverändert für die Varianten übernommen. Die Ergebnisse der Szenarien wurden genutzt, um die Wirkung von Klimaänderungen auf Waldtypen am Beispiel des Nationalparks Eifel zu beschreiben. Die Erarbeitung der Karten erfolgte digital mit dem Programm ArcView 3.2.

Natürliche Gegebenheiten

Der Nationalpark Eifel hat eine Fläche von ca. 10.800 ha und reicht im Süden von den Hochlagen an der belgischen Grenze (ca. 630 m üNN) bis an den Rand der Niederrheinischen Bucht (ca. 180 m üNN) im Nordosten. Entsprechend diesem Höhengradient und der Lage im Regenschatten des Hohen Venns weisen die Flächen des Nationalparks einen deutlichen Klimagradienten auf. In der Hocheifel betragen die Niederschläge ca. 1.200 mm im Jahresmittel. Sie nehmen zum Nordrand des Nationalparks im Lee der Hocheifel auf kurzer Distanz bis auf ca. 700 mm ab. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 6,5 – 9,5 °C und die Vegetationszeit (Temperatur >10 °C) ist 130 – 160 Tage lang. In dieser Zeit werden Mitteltemperaturen von 11 – 15 °C erreicht.

Aus den im Süden und Westen dominierenden unterdevonischen Silikatgesteinen haben sich basenarme Braunerden mit steinig-grusigem, schluffigen Lehm entwickelt. Auf den Hochflächen und verebneten Lagen treten pseudovergleyte Böden auf Wasser stauenden Schichten kleinflächig auf. Bei stärkerer Vernässung neigen sie zur Vermoorung, insbesondere in den regenreichen Hochlagen. Die triasischen Buntsandsteine im Nordosten des Nationalparkes verwittern meist zu kieshaltigen, lehmigen Sanden, auf denen sich stark podsolige Braunerden oder Podsole entwickelt haben. In Bach- und Flusstälern treten Grundwasser geprägte Böden auf.

Waldtypen im Nationalpark Eifel

Die unterschiedlichen Wasserhaushalts- und Trophiestufen führen, wie auch der Höhengradient, zur Ausbildung verschiedener Waldtypen (u. a. ELLENBERG 1996, HOFFMANN 2001). Auf Böden des Buntsandsteins wachsen i. d. R. Hainsimsen-Buchenwälder. Die trockensten und nährstoffärmsten Flächen besiedeln Birken-Eichen-Buchenwälder, die aber nur kleinflächig vorkommen. Verbreiteter ist dagegen der Hainsimsen-Eichen-Buchenwald, der ebenfalls trockene Standorte besiedelt, aber schon eine geringfügig bessere Nährstoffversorgung anzeigt. Frische basenarme Standorte werden vom Heidelbeer-Buchenwald besiedelt. Auf unterdevonischen Gesteinen dominiert der typische Hainsimsen-Buchenwald. Im Bereich des Regenschattens ist er etwas reicher ausgeprägt als in den luftfeuchten, kühlen Lagen der Hocheifel. Tritt Staunässe auf, kommt es zur Ausbildung von Rasenschmielen-Buchenwäldern. Ab etwa 500 m üNN tritt als Hochmontan-/Montanzeiger die Fichte hinzu (Abb. 1, 2). Aber auch in der Krautschicht erweitern Montanzeiger wie *Polygonatum verticillatum* das Artenspektrum.

Im Nordosten des Nationalparkes geht der Hainsimsen-Buchenwald fließend in den für die planare Stufe typischen, artenarmen Drahtschmielen-Buchenwald über.

Alle diese verschiedenen Hainsimsen-Buchenwälder sind artenarm. Weitere Waldtypen nehmen nur geringe Flächen ein. Zu ihnen zählen die Birken-Eichen-Wälder und die Wälder der Auen sowie die Wälder auf Moorböden.

Klimawandel

Änderungen von Klimamerkmale fanden in der Vergangenheit immer wieder statt (z.B. Eiszeiten; Wärmeperiode im Mittelalter von 950 bis 1250 mit Weinbau in Norddeutschland oder Kleine Eiszeit von 1350 bis 1880) und werden auch in der Zukunft immer wieder auftreten. Untersuchungen in den letzten Jahren belegen einen stark beschleunigten Wandel von Klimamerkmale (SCHÖNWIESE 2005, MYNENI *et al.* 1997). Dieser Wandel scheint durch menschliche Aktivitäten und die Emission von Treibhausgasen mit verursacht zu sein. Prognosen für die Klimaentwicklung in den nächsten Jahrzehnten gehen von einer weiteren Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um 1 - 4 °C und einer Verlängerung der Vegetationszeit in den nördlichen Breiten aus (IPCC 2007).

Die Periode mit einer Tagesmitteltemperatur $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ wird als Vegetationszeit bezeichnet. Nur in dieser Zeit können Pflanzen Biomasse produzieren und ihren gesamten Lebenszyklus (blühen, fruktifizieren, verjüngen) durchlaufen. Die Vegetationszeit ist daher eine wichtige Größe, des jeweiligen (forstlichen) Standortes und insbesondere im Bergland sehr stark differenziert. Sie beträgt im Nationalpark Eifel ca. 160 Tage in den nördlichen Tieflagen und nimmt auf ca. 130 Tage in den südwestlichen Hochlagen ab. Wird das Klima wärmer, so ändert sich auch die Länge der Vegetationszeit. Bei einer Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ist mit einer Verlängerung dieser Periode um ca. 2 Wochen zu rechnen. Da die Ansprüche der Baumarten an die erforderliche Länge der Vegetationszeit für ihr Wachstum unterschiedlich sind, werden durch dieses Standortmerkmal die Verbreitungsareale von Baumarten und Waldtypen mitbestimmt.

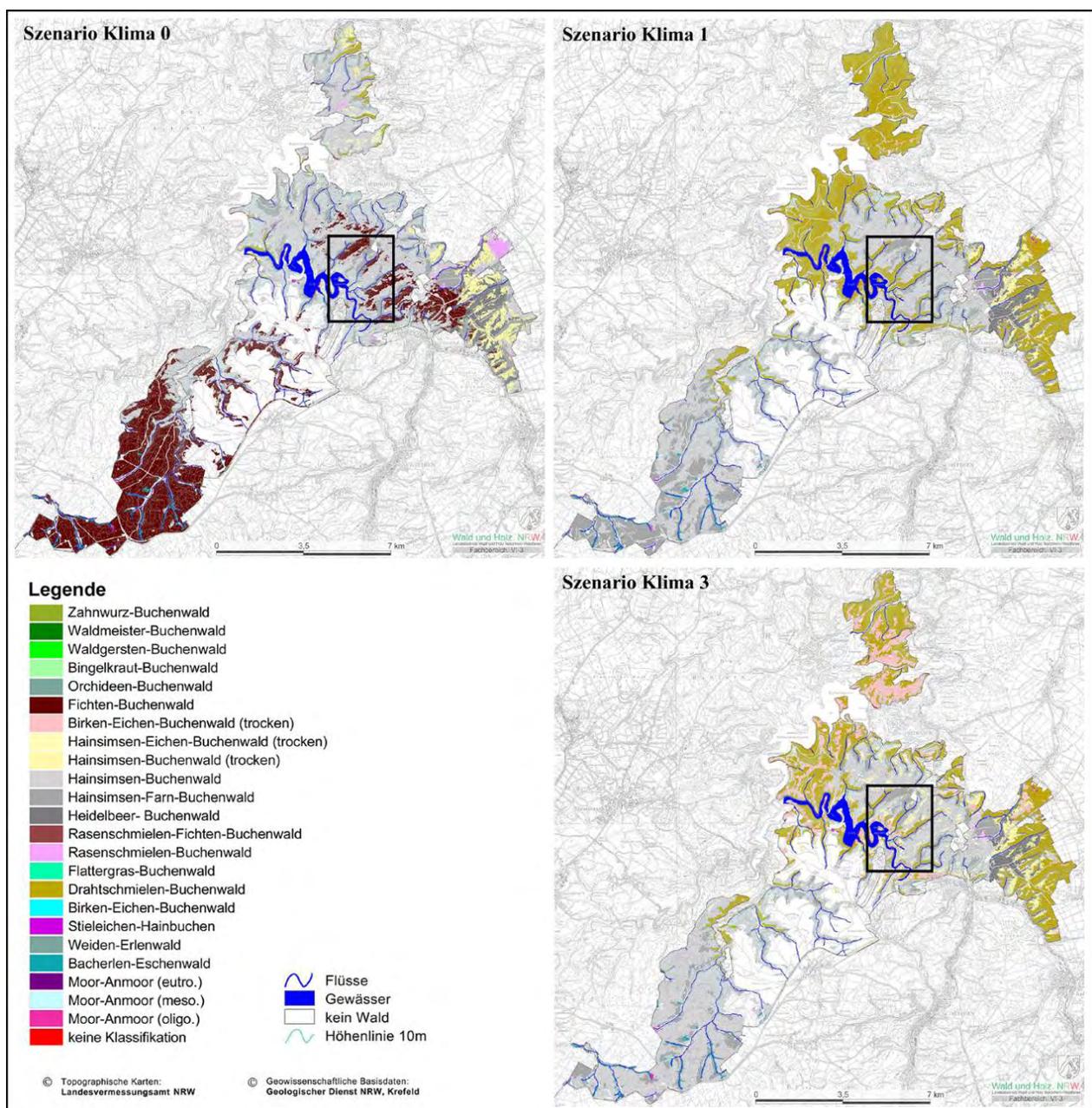


Abb. 1: Waldtypen und Klimawandel im Nationalpark Eifel, Karten der Szenarien Klima 0 (oben links), Klima 1 (oben rechts) und Klima 3 (unten rechts)

Klimawandel und Waldtypen: Ergebnisse des Szenarios Klima 1

Eine mäßige Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur um 1 °C hat deutliche Auswirkungen auf Standortmerkmale und dürfte eine „höhenzonale Verschiebung“ standortangepasster Waldtypen bewirken (Abb. 1, 2). Fichten-Buchenwälder werden sich dann in typische bzw. farnreiche Hainsimsen-Buchenwälder entwickeln. In den Tieflagen kann eine Arealerweiterung des Drahtschmielen-Buchenwaldes vor allem auf Flächen erwartet werden, die heute noch von Hainsimsen-Buchenwäldern bestockt sind. Weitere „Verschiebungen“ zwischen den ausgewiesenen Buchenwäldern treten bei diesem Szenario nur kleinflächig auf.

Klimawandel und Waldtypen: Ergebnisse des Szenarios Klima 3

Neben der Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur um 1 °C wird bei Klima 3 eine gleichzeitige Abnahme der Niederschläge um 10% angenommen. Die verminderte Wasserverfügbarkeit für die Waldbäume bei diesem Szenario dürfte dann weitere deutliche Auswirkungen auf die Vergesellschaftung der Bäume bzw. auf die Waldtypen haben (Abb. 1, 2). Birken-Eichen-Buchenwälder dürften ihr Areal in ursprüngliche Bereiche der Hainsimsen- und Drahtschmielen-Buchenwälder erweitern. Deutlich abnehmen dürfte bei diesem Szenario die Fläche des auf frischen Standorten anzutreffenden Hainsimsen-Farn-Buchenwaldes. Er wird dort durch typische Hainsimsen-Buchenwälder ersetzt. Fichten-Buchenwälder bleiben nur in den kühl feuchten hochmontanen Lagen außerhalb des Nationalparks Eifel erhalten.

Die beschriebenen Veränderungen sind nachvollziehbar und zeigen die standörtlichen Beziehungen und ökologischen Nachbarschaften der ausgewiesenen Buchenwälder, wie sie als Ergebnisse Jahrzehnte langer standortkundlicher Arbeit zurzeit bekannt sind. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass erwartete Änderungen heutiger Waldtypen i. d. R. schleichend stattfinden und erst nach Jahrzehnten im Wald zu erkennen sein dürften.

Schlussbetrachtung

Waldtypen können unter Nutzung digital vorliegender Ergebnisse der forstlichen Standorterkundung für die regionale aber auch lokale Ebene realitätsnah abgeleitet werden. Da mit den Werkzeugen der Standorterkundung auch Klimaszenarien berechnet werden können, besteht auch die Möglichkeit die Wirkung von Klimaänderungen auf die Vergesellschaftung von Waldtypen zu betrachten. Hiermit können nicht nur erwartete Entwicklungsrichtungen der Wälder für den Nationalpark Eifel bzw. des jeweiligen Raum abgebildet, sondern auch die ansonsten kaum wahrnehmbare Dynamik von Waldökosystem visualisiert werden. Damit sind die hier vorgestellten Ergebnisse eine wichtige Hilfe um Schwerpunkte erwarteter Veränderungen durch Klimawandel in den Wäldern zu erkennen und, sofern erforderlich, Anpassungsmaßnahmen zu initiieren. Zudem besteht die Möglichkeit die Ergebnisse für die verschiedensten Arbeiten in jedem gewünschten Maßstab bereitzustellen.

An wärmere Klimabedingungen angepasste Baumarten (u. a. Robinie, Esskastanie, Douglasie) werden bei dem erwarteten Klimawandel ihre Areale erweitern und früher oder später Elemente derzeitiger Waldtypen werden. Welche Wirkungen dies auf die Zusammensetzung und Struktur heutigen Wälder haben wird erfordert dringend weitere Untersuchungen (vgl. ASCHE 2007a).

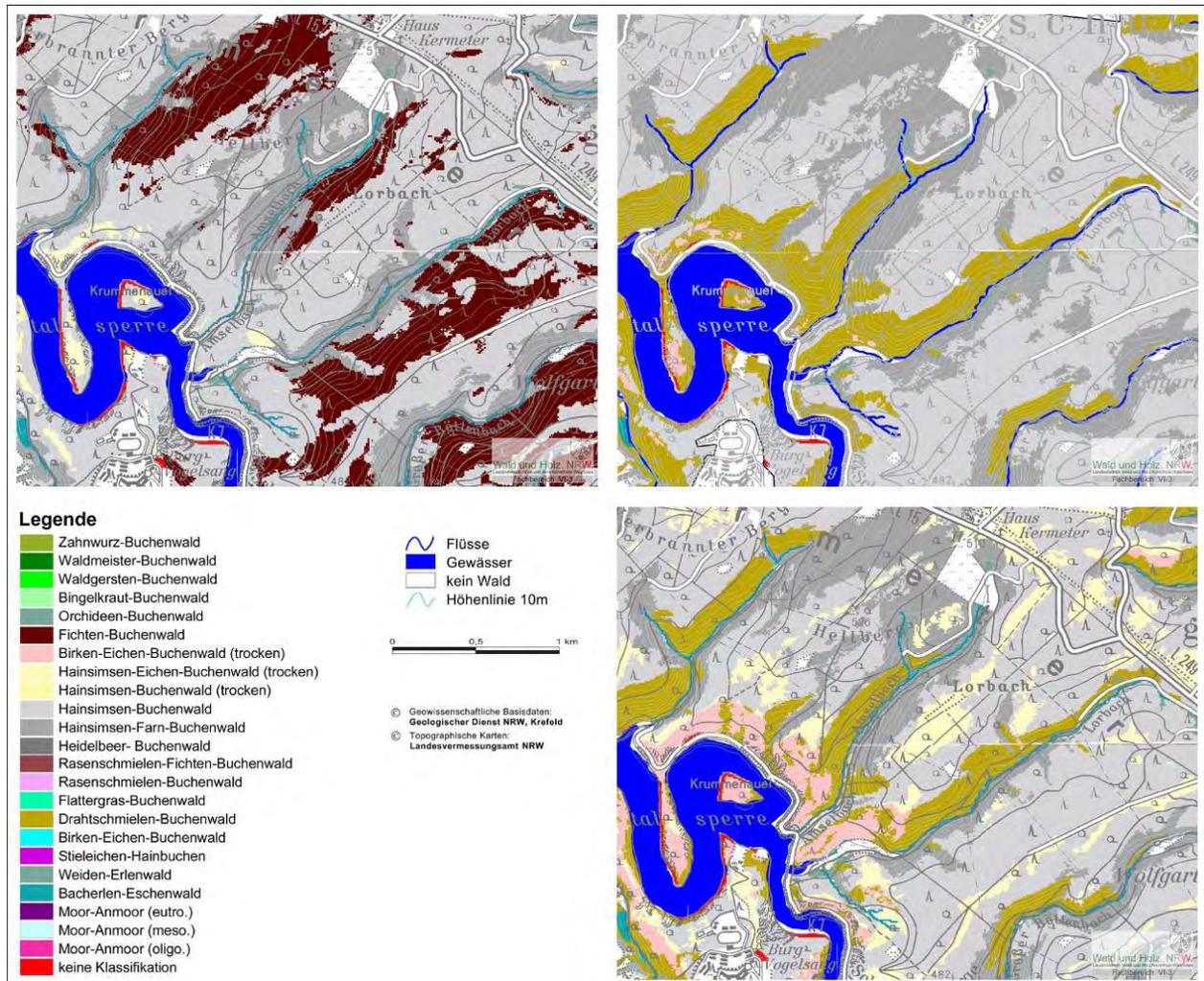


Abb. 2: Waldtypen und Klimawandel im Nationalpark Eifel, Detail-Karten der Szenarien Klima 0 (oben links), Klima 1 (oben rechts) und Klima 3 (unten rechts)

Dank

Bei der Durchführung der Studie haben zahlreiche Persönlichkeiten durch Rat und Tat mitgeholfen. Dafür bedanke ich mich recht herzlich. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. A. Neitzke für Hinweise zur Pflanzensoziologie, Herr T. Husemann für die Datenaufbereitung und Herrn U. Norra für die Erstellung der Abbildungen.

Literatur

- ASCHE, N. 2004. Waldtypen in Nordrhein-Westfalen. Mit digitalen Werkzeugen erarbeitete Karten. AFZ/Der Wald, 4, S. 203-205
- ASCHE, N. 2007. Wald und Klimawandel in NRW. http://www.waldundklima.net/klima/klima_docs/lbwuh_kw_2007.pdf
- ASCHE, N. 2007a. Fremdländische (neophytische Baumarten in der Waldwirtschaft. Forst und Holz, 62, 10, S. 30-32
- ASCHE, N. 2008. Waldtypenkarten für Nordrhein-Westfalen auf Basis der Forstlichen Standortklassifikation - unter besonderer Berücksichtigung des Klimawandels. AFZ/Der Wald, im Druck
- ASCHE, N., SCHULZ, R. 2005. Forstliche Standorterkundung mit digitalen Werkzeugen. Ein neuer Weg in Nordrhein-Westfalen. Wertermittlungsforum 23. Jg., 4, S. 129-132
- ASCHE, N., SCHULZ, R. 2006. Waldstandorte und Klimawandel. AFZ/Der Wald, 11, S. 587-591
- BOLTE, A., IBISCH, P.L. 2007. Neun Thesen zu Klimawandel, Waldbau und Waldnaturschutz. AFZ/Der Wald, 11, S. 572-576
- BURRICHTER, E., POTT, R., FURCH, H. 1988. Geografisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen, Potentielle Natürliche Vegetation, Themenbereich II Landesnatur, Lieferung 4, Doppelblatt 1, Herausgeber. Geographische Kommission für Westfalen, Landesverband Westfalen Lippe, Aschendorff Münster
- ELLENBERG, H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer Verlag, Stuttgart, 5. Auflage, S. 1095
- ELLENBERG, H. 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 136
- HOFFMANN, G. 2001. Mitteleuropäische Wald- und Forst-Ökosysteme in Wort und Bild. AFZ/Der Wald, CD-Rom Sonderausgabe, S. 95
- IBISCH, P.L. 2006. Klimawandel und Klimaschutz: Chancen, Gefahren und Handlungsoptionen für den Naturschutz im Wald. BFN-Skripten 185, S. 71-81
- IPCC 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>
- KAISER, T., ZACHARIAS, D. 2003. PNV-Karten für Niedersachsen auf Basis der BÜK 50. Inform. d. Naturschutz Niedersachs. 23. Jg., Nr. 1, S. 2-60
- MYNENI, R.B., KEELING, C.D., TUCKER, C.J., ASRAR, G., NEMANI, R.R., 1997. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. Nature, Vol. 386, S. 698-702.
- SCHÖNWIESE, C.-D. 2005. Globaler und regionaler Klimawandel. Indizien der Vergangenheit, Modelle der Zukunft. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox., 17, S. 171-175
- STAKA 1996. Forstliche Standortaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. IHW-Verlag, Eching, 5. Auflage, S. 352
- TRAUTMANN 1966. Erläuterungen zur Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000, Blatt 85 Minden, Schriftenr. Vegetationskunde Heft 1, S. 137, Bad Godesberg
- TÜXEN, R. 1931. Die Grundlagen der Urlandschaftsforschung. Ein Beitrag zur Erforschung der Geschichte der anthropogenen Beeinflussung der Vegetation Mitteleuropas. Niedersächsisches Jahrbuch für Landesgeschichte 8, S. 59-105
- TÜXEN, R. 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angew. Pflanzensoz. 13, S. 5-42

Forschung zu Biodiversität und Klimawandel im Rahmen des Projekts "KlimLandRP" zum Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz

ULRICH MATTHES

Einleitung

Welche Folgen Klimaveränderungen für Umwelt und Landnutzung in Rheinland-Pfalz haben können, welche Risiken und Chancen sich ergeben und welche Anpassungsoptionen dem Klimawandel in einem zukunftsorientierten Landschaftsmanagement entgegengesetzt werden können, untersucht das Land Rheinland-Pfalz seit 2008 in dem interdisziplinären wissenschaftlichen Forschungsprojekt KlimLandRP (Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz – Folgen und Anpassungen). Das Forschungsprojekt baut auf den im „Klimabericht Rheinland-Pfalz 2007“ in den einzelnen Umwelt- und Landnutzungsbereichen skizzierten Forschungsfragen auf. Die Leitung hat die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF), das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) ist Kooperationspartner. Das Forschungsprojekt wird vom Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV) getragen und ist auf dreieinhalb Jahre angelegt.

Projektstruktur

Rheinland Pfalz hat eine ausgeprägte Landschaftsvielfalt, mit einem oft kleinräumigen Mosaik unterschiedlicher Landnutzungen und Ökosysteme. Mit 42% ist der Wald das prägende Landschaftselement, 39% der Fläche sind landwirtschaftlich (inkl. Weinbau) genutzt. Die zentralen Forschungsfelder in den einzelnen Umwelt- und Landnutzungsbereichen werden in „KlimLandRP“ in fünf Modulen (s. Abb. 1) interdisziplinär bearbeitet. Folgende Forschungsfragen stehen im Mittelpunkt:

- ⇒ Welche **Indizien/Beobachtungen** für den Klimawandel gibt es bereits?
- ⇒ Wie wirkt sich der Klimawandel auf **klimasensitive**, meist schützenswerte **azonale Ökosysteme** aus, und wie werden sich flächenrepräsentative **zonale Ökosysteme** verändern?
- ⇒ Welchen Einfluss haben unterschiedliche **Schutz- und Nutzungsmuster**?
- ⇒ Welche **Risiken und Chancen** gibt es für Arten und Lebensräume?
- ⇒ Wie verändern sich **Wirt-/Parasit- und Konkurrenzverhältnisse**?
- ⇒ Wie wirken sich unterschiedliche **Szenarien der Landnutzung** aus?
- ⇒ Inwieweit müssen wir uns im **Naturschutz** anpassen bzw. neu orientieren?
- ⇒ Welche – gesellschaftlich tragfähigen – **Anpassungsoptionen** lassen sich ableiten?
- ⇒ Welche **Forschungsfragen** bleiben offen, und wie müssen **Monitoringsysteme** angepasst werden?

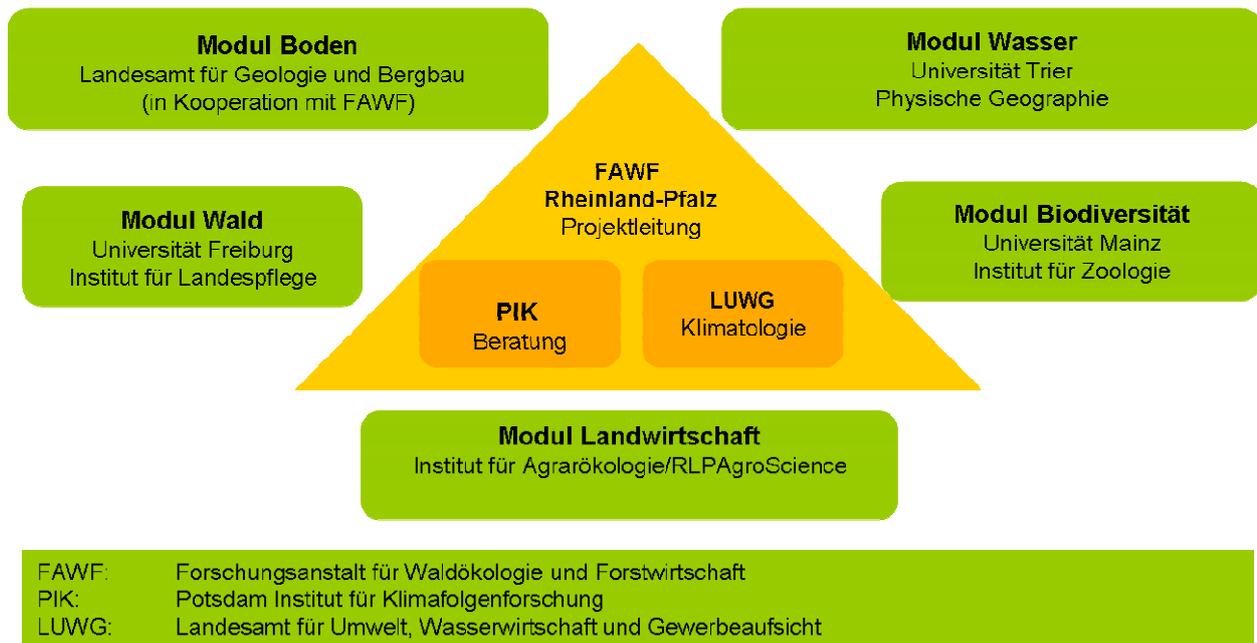


Abb. 1: Projektstruktur von KlimLandRP.

Welche Klimaveränderungen sind zu erwarten?

Die Jahresdurchschnittstemperatur hat sich in Rheinland-Pfalz im letzten Jahrhundert um 0,8 °C erhöht, wobei vor allem die Winter wärmer geworden sind. Beim Niederschlag wird für die Zukunft erwartet, dass sich der Trend zu steigenden Niederschlägen im Winter und zu abnehmenden Niederschlägen im Sommer fortsetzen wird. Insbesondere sind häufigere und intensivere Extremwetterereignisse wie Sturm, Hagel, Starkniederschläge oder Trockenperioden zu erwarten. Regionale Klimaprojektionen zeigen, dass die im Klimawandel erwartete Veränderung von Temperatur und Niederschlag in den einzelnen Landschaftsräumen unterschiedlich ausfallen wird.

In KlimLandRP soll die Bandbreite möglicher Klimaveränderungen durch unterschiedliche Klimaprojektionen abgebildet werden, die aus verschiedenen Regionalmodellen, Emissionsszenarien und Projektionszeiträumen resultieren. Orientiert an der Frage „Was passiert, wenn ...?“ können über Sensitivitätsanalysen die Wirkungen des Klimawandels auch bei extremen Entwicklungen abgeschätzt werden. So ist es möglich, die Vulnerabilität der verschiedenen Umweltsektoren und Landnutzungen aufzuzeigen und Anpassungsoptionen bei Unsicherheit zu entwickeln. Ausgehend vom Ist-Zustand der Landnutzung werden landesweit und für repräsentative Landschaftsräume (RLE) Szenarien der künftigen Landnutzung bei unterschiedlichen Klimaprojektionen entwickelt.

Welche übergeordneten Aspekte sind im Themenfeld Biodiversität und Klimawandel relevant?

Die Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Klimawandel sind ausgesprochen komplex. Regional differenzierte Klimaprojektionen müssen in ihrer Wirkung auf die verschiedenen Landschaften und Nutzungsformen analysiert werden, in denen unterschiedliche Strategien von Schutz und Nutzung sowie Schutz durch

Nutzung verfolgt werden. Raum-zeitliche Veränderungen der Biodiversität beeinflussen wichtige Ökosystemfunktionen sowie kulturelle Güter und Leistungen, von deren Funktionserfüllung und Qualität wiederum die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse abhängt.

Beobachtungen in der Natur geben erste Hinweise auf klimabedingte Veränderungen der Biodiversität. An äußerlichen Naturerscheinungen aufbauende sog. Phänologische Uhren zeigen z.B., dass die Vegetationszeit in Rheinland-Pfalz früher beginnt und länger andauert. Bei einzelnen Arten sind Arealveränderungen besonders augenfällig: So ist die Anzahl der Brutpaare bei Wärme liebenden Vogelarten wie dem Bienenfresser in den letzten Jahren angestiegen; eher kälteangepasste Baumarten wie die Fichte befinden sich regional auf dem Rückzug. Neben diesen äußerlichen Erscheinungen beeinflussen Klimaveränderungen die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften und Biotopen und damit die funktionellen Eigenschaften der Ökosysteme, z.B. hinsichtlich Artenaustausch, Stabilität und Reaktionsvermögen auf Umweltveränderungen. Ziel muss sein, die wichtigen Ökosystem-Funktionen zu erhalten. Im Modul Biodiversität wird den damit verbundenen Fragen gezielt nachgegangen (ausführlicher s. Beitrag von Buse in diesem Heft).

Wie wirkt der Klimawandel auf Boden und Wasser?

In den Modulen Boden und Wasser sollen prioritäre Untersuchungs- und Maßnahmegebiete identifiziert werden. Im Modul Boden gibt es folgende Arbeitsschwerpunkte: Klimabedingte Veränderung der Erosionsgefährdung, des Bodenwasserhaushaltes und des Humushaushaltes. Infolge erhöhter Temperaturen und veränderter Niederschläge wird sich der Klimawandel auf Oberflächen-, Grund- und Bodenwasser auswirken. Über eine landschaftsbezogene Modellierung des Wasserhaushalts werden im Modul Wasser die Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt für ausgewählte Standorte analysiert. In den Oberflächengewässern beeinflussen veränderte Abflüsse und eine veränderte Niederschlagsverteilung die Wasserqualität bzw. Schadstoffdynamik, mit Auswirkungen auf die Gewässerbiozöosen und damit Biodiversität der Ökosysteme.

Welche Fragen sollen im Modul Wald beantwortet werden?

Für die Landnutzung in Rheinland-Pfalz werden exemplarisch die das Landschaftselement Wald betreffenden Aspekte beleuchtet. Mit 42% Wald ist Rheinland-Pfalz das walddreichste Bundesland in Deutschland. Im Klimawandel stehen wir vor der besonderen Herausforderung, heute Entscheidungen treffen zu müssen, die je nach Baumart und Waldbewirtschaftungsform für Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte gelten. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand sind ein reich strukturierter Laubmischwald mit einer großen Baumartenvielfalt und eine naturnahe Forstwirtschaft auf vielen Standorten eine erfolgversprechende Strategie von Risikostreuung im Klimawandel. Doch welche Baumarten sind anpassungsfähig, welche Mischungstypen sind möglich und wie gut können die künftigen Wälder die vielfältigen gesellschaftlichen Ansprüche erfüllen?

Ein großer Unsicherheitsfaktor in der Land- und Forstwirtschaft sind extreme Witterungsereignisse. Zudem erhöht sich infolge abiotischer Einwirkungen auch die Anfälligkeit der Wälder für biotische

Einflüsse wie Insektengradationen. In deren Folge entstandene Lücken und Blößen bieten aber auch Chancen für die regionale Arten- und Lebensraumvielfalt der Waldlandschaften, indem über natürliche Sukzession klimastabile Pionier- und Lichtbaumarten günstige Habitatbedingungen vorfinden. Solche Prozesse könnten einen bedeutsamen Beitrag zur Förderung einer funktionellen Strategie-Diversität leisten.

Maßgebend für die künftige Waldzusammensetzung sind Baumarteignung und sich verändernde Konkurrenzverhältnisse. „Klimahüllen“ (*climate envelopes*) sind ein erster Ansatz, auf der Grundlage von Temperatur-/Niederschlagsbeziehungen im natürlichen Verbreitungsgebiet der jeweiligen Baumart die Eignung von Baumarten im Klimawandel abzuschätzen. Klimahüllen müssen allerdings mit anderen Methoden kombiniert werden, um wesentliche Faktoren wie die physiologischen Potenziale einer Baumart, den Bodenwasserhaushalt oder die Resistenz gegenüber Trockenheit und Frost berücksichtigen zu können. Große Unsicherheit besteht bezüglich der Frage künftiger Wirt-Parasit-Beziehungen, die sich kaum modellieren lassen.

Wie ist die aktuelle Waldzusammensetzung und welche Potenziale birgt sie? Rheinland-Pfalz liegt inmitten des natürlichen Verbreitungsgebietes von Buchenwäldern. Aktuell hat die Buche als ökologische Leitbaumart in der Waldoberschicht einen Anteil von 22%; in der Verjüngung ist mit einem Anteil von 70% Buche ein deutlicher Trend zu buchengeprägten Wäldern in Rheinland-Pfalz festzustellen. Auch das Potenzial der Buche unter den Vorzeichen des Klimawandels steht dieser Entwicklung zu mehr Naturnähe nicht entgegen. Danach ist die Buche eine klimaplastische, über ein weites Standortspektrum anpassungsfähige Baumart.

Die Fichte dürfte demgegenüber u. a. durch den Klimawandel auf Sonderstandorte zurückgedrängt werden. Als Ersatz für die Fichte wird auf den mittleren Standorten die Douglasie verstärkt diskutiert. Aus naturschutzfachlicher Sicht muss jedoch sorgfältig geprüft werden, welche Mischungsformen und -anteile in einzelnen Waldorten und auf Landschaftsebene vertretbar sind und auf welchen Standorten und in Vergesellschaftung mit welchen Waldtypen die Douglasie ein nicht erwünschtes invasives Verhalten zeigt, das steuernde Eingriffe erfordert. Mit Blick auf die Erhaltung/Förderung der regionaltypischen Vielfalt und möglichst baumartenreicher Laubmischwälder müssen aber auch weniger konkurrenzkräftige, im Klimawandel potenziell zukunftsfähige Baumarten wie die Eiche berücksichtigt werden. Als ökologische Leitbaumart noch mit 18% vertreten, liegt ihr Anteil in der Verjüngung aktuell unter 5%.

Der gesellschaftliche Aspekt

Welche Szenarien der Landnutzung sind realistisch, wie werden die im Projekt ermittelten Chancen und Risiken beurteilt und inwieweit sind die entwickelten Anpassungsoptionen für die Akteure und Bewohner der Landschaft konsensfähig? Um diese Fragen zu beantworten und die wissenschaftlichen Untersuchungen auf eine solide gesellschaftliche Basis zu stellen, werden in einer Stakeholder-Analyse die regionalen Akteure/Stakeholder mittels Experteninterviews, Fokusgruppen und regionalen Workshops in die Untersuchungen einbezogen.

Zusammenfassung und Ausblick

Das interdisziplinäre Projekt KlimLandRP ist ein wesentlicher Beitrag zur wissenschaftlich fundierten regionalen Auseinandersetzung mit dem Klimawandel in Rheinland-Pfalz. Es wird grundlegende Erkenntnisse und mögliche Anpassungsoptionen für einen zukunftsorientierten Umgang mit dem Klimawandel liefern. In einem Ausblick wird das Projekt den weiteren Forschungsbedarf identifizieren und Vorschläge für ein klimasensitives Monitoring machen. KlimLandRP ist mit landesweiten und nationalen Projekten bzw. Prozessen zum Klimawandel vernetzt.

Der Einfluss des Klima- und Landschaftswandels auf Arten und ihre Lebensräume in Rheinland-Pfalz

JÖRN BUSE, EVA MARIA GRIEBELER und ALFRED SEITZ¹

Einleitung

Auf allen organisatorischen Ebenen, von Individuen, über Populationen bis hin zur Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften, sind bereits Einflüsse des Klimawandels auf terrestrische und aquatische Arten in ihren Lebensräumen nachgewiesen. So haben sich die Lebenszyklen einzelner Arten verändert (SANZ 2003), aber auch zeitliche Muster von Populationen (BOTH & VISSER 2001, EDWARDS *et al.* 2002). Verschiedenste Pflanzen- und Tierarten verschieben ihr Verbreitungsgebiet in Richtung der Erdpole, wandern in vormals kühlere Gewässerbereiche ein oder besiedeln höher gelegene Areale (THOMAS & LENNON 1999, KELLER *et al.* 2000). Ebenso wurden Änderungen in der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften von z.B. Zooplankton, Vögeln, Reptilien und Amphibien nachgewiesen, die das Ergebnis von drastischen Verringerungen in den Populationsgrößen einzelner Arten sind (POUNDS *et al.* 1999). Neben der Klimaveränderung stellt die intensive anthropogene Landnutzung eine weitere generelle Gefahr für die Biodiversität dar. Landnutzung allgemein und insbesondere die großräumige agrarische oder forstliche Landnutzung kann sowohl zur Fragmentierung der Lebensräume von Arten führen, aber auch zur Verschlechterung der Habitate und damit zu einer Erhöhung des Extinktionsrisikos von Populationen sowohl unter den gegenwärtigen als auch den zukünftig zu erwartenden Lebensbedingungen (WARREN *et al.* 2001). Bei vielen beobachteten Veränderungen im Verbreitungsgebiet von Arten und der Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften muss jedoch davon ausgegangen werden, dass diese nicht ausschließlich anthropogen verursacht sind, da gerade in Mittel- und Nordeuropa immer noch postglaziale Wiederbesiedlungsprozesse eine wichtige Rolle spielen. Eine vollständige Trennung der verschiedenen Ursachen von Veränderungen in den komplexen natürlichen Systemen ist heute nicht möglich.

Das durch das rheinland-pfälzische Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz geförderte Projekt KlimLandRP versucht deshalb den Einfluss von Klima- und Landnutzungsänderungen auf Ökosysteme auf mehreren Ebenen (Boden, Wasser, Wald, Landwirtschaft, Biodiversität) zu betrachten. Das hier vorgestellte Modul Biodiversität ist dabei eingebettet in eine interdisziplinäre Struktur, wobei die Projektteilnehmer vom Austausch der in verschiedenen Modulen erarbeiteten Ergebnisse profitieren (siehe Matthes, dieser Band).

¹ Alle Autoren: Johannes Gutenberg Universität Mainz, Institut für Zoologie, Abt. Ökologie, J.J. Becherweg 13, 55099 Mainz, <http://www.klimawandel-rlp.de>, <http://www.oekologie.biologie.uni-mainz.de>

Methoden

Das Modul „Biodiversität“ untersucht auf der Basis von Klimaprojektionen, ob und wie sich die Biodiversität von Offenlandarten in Rheinland-Pfalz in den nächsten Jahrzehnten verändern wird. Untersucht werden Arten mit besonderen Habitatansprüchen, an denen man Veränderungen am leichtesten nachweisen kann. Zudem werden Arten ausgewählt, die unter dem Aspekt des Artenschutzes besonders wichtig sind (z. B. Indikator- und Leitarten). Vorgesehen sind Amphibien, Reptilien, Tagfalter, Heuschrecken und Libellen, sowie Pflanzenarten, die in besonderer wechselseitiger Abhängigkeit mit den ausgewählten Tierarten stehen oder unter Artenschutzaspekten besonders wichtig sind. Zunächst werden für diese Arten aus der Verteilung in Rheinland-Pfalz und den angrenzenden südlichen Bundesländern und Frankreich Verbreitungsmodelle (ENGLER *et al.* 2004, PEARCE & BOYCE 2006) auf der Basis von abiotischen (Temperatur, Strahlungsbilanz, Niederschlag, Bodentypen, Landnutzung) und biotischen (Verfügbarkeit von Futterpflanzen und Mutualisten) Habitateigenschaften entwickelt.

Bisherige Modelle zur Wirkung von Klimaänderungen auf das Verbreitungsbild von Arten wurden fast ausschließlich großräumig (z.B. für Europa) und basierend auf Klimadaten erstellt (*Climate envelope models*). Die Entwicklung kleinräumigerer Modelle erlaubt die Verwendung relativ präziser Umweltdaten, vor allem auch Daten zur Landnutzung und zum Wasser- und Bodenhaushalt, ist aber zugleich eine große Herausforderung. Die benötigten Daten zur gegenwärtigen Verteilung der Arten werden durch Auswertung der Literatur und existierender Datenbanken gewonnen. Nur in Ausnahmefällen werden eigene Verbreitungsdaten erhoben, um Lücken zu füllen oder die Plausibilität der vorhandenen Daten zu überprüfen.

Projektionen zukünftiger Veränderung der klimatischen Bedingungen, des Bodens, der Verfügbarkeit von Wasser und der Landnutzung, die in den anderen Modulen des Verbundprojekts entwickelt werden, werden benutzt, um eine zukünftige Verteilung von Arten und Schwerpunkten der Biodiversität in Rheinland-Pfalz zu extrapolieren. Aus diesen Szenarien werden Managementoptionen für existierende oder zukünftig zu planende Schutzgebiete abgeleitet.

Mit welchen Fragen befasst sich das Modul Biodiversität?

Biodiversität ist auf verschiedenen räumlichen Ebenen unterschiedlich verteilt. Deshalb interessiert uns in einem ersten Schritt, wie die verschiedenen zu untersuchenden Taxa in Rheinland-Pfalz verbreitet sind. Es geht dabei um die Beschreibung räumlicher Muster in Abhängigkeit von Umweltvariablen sowie um das Identifizieren von für den Artenschutz besonders wichtigen Regionen. Das Erkennen von Korrelationen dieser Verteilungsmuster zwischen verschiedenen Taxa ermöglicht eine Beurteilung von Gebieten anhand bestimmter repräsentativer Gruppen. Beispielsweise sind die Artenzahlen für Amphibien und Reptilien in Rheinland-Pfalz auf Basis eines TK25-Quadrantenrasters signifikant miteinander korreliert. Räume mit hoher Artendichte zeichnen sich durch eine reich strukturierte Landschaft, mittlere bis niedrige Höhenlage und relativ günstige klimatische Bedingungen aus (BITZ *et al.* 1996). Die Zahl der nachgewiesenen Tagfalterarten korreliert hingegen nur mit der Zahl der Reptilienarten und nicht mit der Zahl der Amphibienarten. Viele Tagfalter- und Reptilienarten sind auf thermisch begünstigte und extensiv genutzte oder natürliche Standorte

angewiesen. Amphibien benötigen hingegen notwendigerweise die Nähe zum Wasser um sich reproduzieren zu können und zeigen daher eine andere räumliche Verteilung. Für die Etablierung von Schutzgebieten ist es auch notwendig, in Zukunft potenziell besonders artenreiche Gebiete zu lokalisieren.

Wie spiegelt sich der Klimawandel bereits heute im Auftreten und der Ausbreitung von Arten wider?

Seit Beginn der Wetteraufzeichnungen gab es immer wieder überdurchschnittlich ausgeprägte Kälte- und Wärmephasen. Insekten sollten aufgrund ihrer relativ kurzen Entwicklungszeiten und einer artspezifischen Temperaturabhängigkeit ihres Bewegungs- und Ausbreitungsverhaltens zeitnah auf Umweltveränderungen reagieren können. Dank der bereits seit 200 Jahren im Untersuchungsraum stattfindenden entomologischen Aktivitäten, lassen sich Reaktionen von Insektenarten auf Temperaturänderungen ansatzweise nachvollziehen. Mehrere Autoren des 18. bis 20. Jahrhunderts veröffentlichten Funde von Arten, die heute entweder nur noch reliktsch im Gebiet vorkommen oder deren Verbreitung als mediterran einzustufen ist. Diese Funde lassen sich recht gut mit nachgewiesenen Phasen einer überdurchschnittlichen Jahresmitteltemperatur in Einklang bringen. Seit ca. 60 Jahren steigt die Jahresmitteltemperatur in Mitteleuropa kontinuierlich an, und es sind Folgen für die Tier- und Pflanzenwelt dokumentiert. NIEHUIS (2001) führt als Beispiel den Bockkäfer *Calamobius flum* an, der sich polyphag an verschiedenen Gräsern entwickelt. Die Ausbreitung und Etablierung dieser Art in Rheinland-Pfalz seit 1961 lässt stark auf klimatische Gründe schließen, da die Wirtspflanzen fast überall vorhanden waren. Es gibt keinerlei Hinweise darauf, dass die Art vor 1960 in Rheinland-Pfalz nachgewiesen worden ist. Zum anderen finden eingebürgerte oder verschleppte Arten vermehrt günstige Lebensbedingungen aufgrund der mildereren Winter vor und können sich dauerhaft etablieren (z.B. Asiatischer Marienkäfer *Harmonia axyridis*).

Welche Arten werden Arealverschiebungen oder –einbußen/-erweiterungen aufweisen?

Aus Naturschutzsicht interessiert besonders, ob Arten mit einem heute eng begrenzten Vorkommen in Rheinland-Pfalz langfristig eine Überlebenschance haben. Mit Hilfe von Verbreitungsmodellen für diese wertvollen Arten wollen wir untersuchen, inwiefern sich die Verfügbarkeit ihrer Habitate in der Zukunft ändert und welche Maßnahmen gegebenenfalls notwendig sind, um ihnen eine Arealverschiebung zu ermöglichen. Grundsätzlich soll mit den entwickelten Verbreitungsmodellen evaluiert werden, wie sich Veränderungen in der Landnutzung auf die Verfügbarkeit von Habitaten und die Verteilung organischer Vielfalt auswirken. Daraus lassen sich generelle praktische Empfehlungen für den Naturschutz ableiten. Für die untersuchten Taxa lassen sich Aussagen über den Gefährdungsgrad einzelner Arten treffen. Besonders bedrohte Arten könnten dann im Rahmen eines Monitorings gezielt beobachtet werden. Ebenso können Korridore und Biotopverbundmaßnahmen zur Ermöglichung von Arealänderungen und zur Erhaltung lebensfähiger Populationen überprüft und angepasst werden.

Die hier diskutierten Fragestellungen stellen nur eine kleine Auswahl der im Modul Biodiversität bearbeiteten Bereiche dar.

Literatur

- BITZ, A., FISCHER, K., SIMON, L., THIELE, R. UND VEITH, M. 1996. Die Amphibien und Reptilien in Rheinland-Pfalz. Band 1, Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz Rheinland-Pfalz, Landau, 312 S.
- BOTH, C. UND VISSER, M. E. 2001. Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 411: 296-298.
- EDWARDS, M., BEAUGRAND, G., REID, P.C., ROWDEN, A.A. UND JONES, M.B. 2002. Ocean climate anomalies and the ecology of the North Sea. *Mar Ecol Prog Ser.* 239: 1-10.
- KELLER, F., KIENAST, F. UND BENISTON, M. 2000. Evidence of response of vegetation to environmental change on high-elevation sites in the Swiss Alps. *Reg Environ Change* 1: 70-77.
- NIEHUIS, M. 2001. Die Bockkäfer in Rheinland-Pfalz und im Saarland. Schriftenreihe „Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz“, Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz, Landau, 604 S.
- ENGLER, R., GUISAN, A., RECHSTEINER, L. 2004. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *Journal of Applied Ecology* 41: 263-274.
- PEARCE, J.L. UND BOYCE, M.S. 2006. Modelling distribution and abundance with presence-only data. *Journal of Applied Ecology* 43: 405-412.
- POUNDS, J.A., FOGDEN, M.P.L., CAMPBELL, J.H. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398: 611-615.
- SANZ, J.J. 2003. Large-scale effects of climate change on breeding parameters of pied flycatchers in Western Europe. *Ecography* 26: 45-50.
- THOMAS, C.D. UND LENNON, J.J. 1999. Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399: 213.
- WARREN, M.S., HILL, J.K., THOMAS, J.A., ASHER, J., FOX, R., HUNTLEY, B., ROY, D.B., TELFER, M.G., JEFFCOATE, S., HARDING, P., JEFFCOATE, G., WILLIS, S.G., GREATORIX-DAVIES, J.N., MOSS, D., THOMAS, C.D. 2001. Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature* 414: 65-69.

Landespolitischer Maßnahmenkatalog Brandenburgs zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel

PETRA VAN RÜTH

Der brandenburgische Landtag hat im Juli 2008 einen Landespolitischen Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel beschlossen, der die Schwerpunkte der künftigen Arbeit aufzeigt².

Es werden Maßnahmen für verschiedene Handlungsfelder formuliert und Zuständigkeiten für die verschiedenen Fachressorts angegeben (MLUV, MIR, MW, MWFK, MdF, MI, MASGF, MBJS, BLB, Regionale Planungsgemeinschaften)³. Im Maßnahmenkatalog werden Zeithorizonte für die Umsetzung angegeben (kurzfristige, mittelfristige und langfristige Maßnahmen). Zum Teil sind Maßnahmen weiter zu entwickeln und auszuformulieren. Der Maßnahmenkatalog hat zwei Schwerpunkte: Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel.

Unter Klimaschutz wird die Minderung klimarelevanter Emissionen verstanden, Maßnahmen in der Energiewirtschaft bilden hier den Schwerpunkt und sind abgestimmt mit der Energiestrategie 2020⁴ des Landes Brandenburg. In dieser wird das Ziel vorgegeben, dass 2020 der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch bei 20% liegen soll (2004: 6,2%). Gedeckt werden soll dieses Ziel zu 45% durch Windenergieanlagen, zu 40% durch die Nutzung von Biomasse, zu 10% durch Solarenergie sowie zu 5% durch Geothermie, Deponie- und Klärgasnutzung sowie Wasserkraft. Um die Integration der erneuerbaren Energien in das Energiewirtschaftssystem zu verbessern sollen Verteil- und Übertragungsnetze ausgebaut und Energiespeicher entwickelt werden. Um die Energieeffizienz zu steigern soll der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) erhöht und Energie sowohl im Gebäudebereich als auch in Industrie und Gewerbe effizienter genutzt werden.

Im Einzelnen besagen die Ausbauziele für die Erneuerbaren Energien, dass die Nutzung von Windenergie um den Faktor 3 gesteigert werden muss. Das bedeutet trotz der Nutzung von Standorten älterer Anlagen zur Errichtung moderner Anlagen mit höherer Leistungsfähigkeit (*Repowering*), dass die Flächennutzung für Windenergieanlagen um 50% gesteigert werden muss. Die Nutzung von Bioenergie wird nach diesen Vorgaben um den Faktor 2 gesteigert. Der Ausbau der Solarenergie bedeutet eine Steigerung um den Faktor 10, in der Stromerzeugung wird ein Schwerpunkt in der Errichtung von Freiflächenanlagen auf Konversionsstandorten gesehen. Hier lagen um Herbst 2008 Anträge im Umfang von 30 km² mit einer

² http://www.mlur.brandenburg.de/cms/media.php/2328/mk_klima.pdf

³ MLUV: Ministerium Landwirtschaft - Umwelt - Verbraucherschutz, MIR: Infrastruktur + Raumordnung, MW: Wirtschaft, MWFK: Wissenschaft - Forschung - Kultur, MdF: Finanzen, MI: Inneres, MASGF: Arbeit - Soziales - Gesundheit - Frauen, MBJS: Bildung - Jugend - Sport, BLB Brandenburgischer Landesbetrieb für Liegenschaften und Bauen, Regionale Planungsgemeinschaften

⁴ <http://www.wirtschaft.brandenburg.de/cms/media.php/gsid=lbm1.a.1312.de/Energiestrategie%202020.pdf>

elektrischen Leistung von 40 – 80 MW vor. Dachflächen werden als Potential für solarthermische Nutzung (Wärmebereitstellung) gesehen.

Brandenburg hat sich zum Ziel gesetzt, die Entwicklung von Techniken zu fördern, die eine klimaverträgliche Nutzung von Braunkohle ermöglichen. Es sollen CO₂ Abscheidungstechnologien für Kohlekraftwerke entwickelt und erprobt werden. Seit September 2008 wird in der Lausitz eine kleine Versuchsanlage (30 MW) vom Energiekonzern Vattenfall erprobt, die mit dem Oxyfuel-Verfahren arbeitet. In Ketzin wird in einem Forschungsvorhaben des Geoforschungszentrums Potsdam (GFZ) die unterirdische Speicherung von CO₂ untersucht. Der Landtag hat zudem beschlossen, dass in Brandenburg ohne wirksame CO₂ Abscheidung und sicherer Verfahren zur Lagerung von CO₂ keine neuen Kohlekraftwerke genehmigt werden.

Neben der Senkung klimarelevanter Emissionen zur Minderung des Klimawandels wird es in Zukunft wichtiger werden, proaktiv Maßnahmen zur Anpassung an den sich bereits vollziehenden Klimawandel zu ergreifen. Dazu sind neben Modellierungen potenziell möglicher Veränderungen des Klimas in der Zukunft auch Bestandsaufnahmen dessen notwendig, was sich in der Vergangenheit schon an klimabedingten Veränderungen entwickelt hat. Der zweite Schwerpunkt des Maßnahmenkatalogs beschäftigt sich mit dieser Thematik. Als Aufgabenfelder werden formuliert: 1. Wasserhaushalt: Wasserwirtschaft, Landschaftswasserhaushalt, Bewirtschaftungspläne, Hochwasserschutz; 2. Bodenschutz, 3. Landwirtschaft, 4. Forstwirtschaft, 5. Ökosysteme, Naturschutz, 6. Wissenschaft, Forschung, Bildung und 7. Gesundheitswesen.

1. Wasserhaushalt

Eine zentrale Bedeutung für das Land Brandenburg hat die Entwicklung des Landschaftswasserhaushaltes. Zurückgehende bzw. ungünstig verteilte Jahresniederschläge, ein kontinental geprägtes Klima, sowie die Jahrhunderte langen Meliorationen der großen Luchgebiete und die Auswirkungen des Braunkohlebergbaus in der Lausitz haben zu starken Veränderungen geführt. Ziel einer zu entwickelnden Anpassungsstrategie soll es sein, zusätzlich negative Auswirkungen des Klimawandels auf den Landschaftswasserhaushalt Brandenburgs zu verringern. Wesentliche Aufgaben sind der Wasserrückhalt in der Landschaft, die Entwicklung eines Niedrig- und Hochwassermanagements und die Gewährleistung einer in Qualität und Quantität gesicherten Trinkwasserversorgung.

2. Bodenschutz

Unter Klima- und Bodenschutzaspekten ist eine Reduzierung des Flächenverbrauchs von großer Bedeutung. Maßnahmen gegen Erosion und Verdichtung sowie die Entsiegelung von Flächen sind Instrumente, um eine Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes zu ermöglichen und klimatischen Veränderungen entgegen zu wirken. Zur Einschätzung der Wechselbeziehung von Boden und Klima sind Bodenmonitoring und -dauerbeobachtung sowie das Führen eines Bodenzustandskatasters unerlässlich. Notwendig ist die Entwicklung von Methoden und Anpassungsstrategien zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bei veränderten klimatischen Bedingungen. Als Grundlage dafür dient die Erforschung der Konsequenzen von Temperaturveränderungen, des Niederschlags- und Verdunstungsregimes u.a. für die Grundwasserneubildungsrate, den Humusabbau, die nutzbare Feldkapazität, die Filter- und Pufferkapazität des Bodens

und die Schadstofffreisetzung. Wesentliche Forschungsfragen sind zudem die Ermittlung der Potenziale von Böden zur Bindung bzw. zum Abbau der klimarelevanten Gase Kohlendioxid, Methan und Lachgas.

3. Landwirtschaft

In den letzten Jahren haben lange Trockenperioden und Starkniederschlagsereignisse zugenommen und sich negativ auf die Ernteerträge in der Landwirtschaft ausgewirkt. Mindestens ein Drittel der landwirtschaftlichen Nutzfläche Brandenburgs zählt zu überwiegend grundwasserfernen Standorten mit Ackerzahlen unter 28. Das geringe Wasserspeichervermögen ist deshalb die Hauptursache für Ertragsausfälle in längeren Trockenperioden. Dies verstärkt die Anfälligkeit der Landwirtschaft gegenüber extremen Witterungsschwankungen. Es soll eine Adaptionstrategie entwickelt werden, die Lösungen dafür aufzeigt, wie sich Erträge von Kulturpflanzen unter den veränderten Klimaverhältnissen sichern lassen und welche Konsequenzen sich für die Tierproduktion ergeben.

4. Forstwirtschaft

Für die Forstwirtschaft wird die Fortführung des Waldumbaus mit dem Ziel der Entwicklung von klimaplastischen Wäldern, der Waldmoorschutz und die Weiterführung des Monitoring genannt.

5. Ökosysteme, Naturschutz

Im Bereich Ökosysteme und Naturschutz stehen die Entwicklung von geeigneten Klimamonitoringprogrammen, Biotopvernetzung und die Anpassung der Forst- und Naturschutzpolitik an die sich vollziehenden klimatischen Veränderungen im Mittelpunkt. Zudem wird ein Forschungsbedarf benannt.

6. Wissenschaft, Forschung, Bildung

Grundsätzlich sind alle Fachressorts aufgefordert ihre Fragestellungen in die vielfältige Klimaforschung im Land einzubringen. Zudem möchte Brandenburg sich als Wissenschaftsstandort mit seinen international renommierten Forschungseinrichtungen im Bereich der Klimaforschung weiter profilieren. Seit dem Frühjahr 2008 besteht die Klimaforschungsplattform, an der sich im Winter 2008/09 19 wissenschaftliche Einrichtungen aus Berlin und Brandenburg beteiligen und die vom brandenburgischen Wissenschaftsministerium unterstützt wird. Es wurde eine Koordinierungsstelle am Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und beim GFZ eingerichtet. Die Klimaforschungsplattform betreibt eine Internetseite (<http://www.klimaplattform.de>). Inhaltliche Arbeit findet in acht Foren statt, die unterschiedliche Aspekte des Klimawandels zum Thema haben⁵. Aber auch in den Bildungseinrichtungen des Landes sollen Fragen des Klimawandels in die Lehr- und Rahmenpläne eingebracht werden. Dies ist im schulischen Bereich bereits beispielhaft in der Formulierung des Rahmenplans für das Fach Geographie erfolgt. Als Ziel wird formuliert Fragestellungen des Klimaschutzes und Klimawandels auch in die Bildungspläne beruflicher Bildung einzubringen.

⁵ Forum 1: Klima und Landnutzung im Wandel – Klimaplastizität, Forum 2: Stadt- und Regionalentwicklung, Forum 3: Natur im Wandel, Forum 4: Klimaverträgliche Strom- und Wärmeversorgung, Forum 5: Oxyfuel und Carbon Capture & Storage (CCS), Forum 6: Nachhaltige Kohlendioxidfixierung durch stoffliche Verwertung von Biomasse, Forum 7: Globaler Klimawandel, Forum 8: Geothermie

7. Gesundheitswesen

Im Gesundheitswesen sind die Hauptaufgaben die Berücksichtigung von Klimaveränderungen bei der Planung öffentlicher und privater Bauten. Aspekte die zu beachten sind, sind die Gewährleistung einer guten Luftqualität sowie Frischluftzufuhr, die Vermeidung von Überhitzung und die Planung von Kälteinseln. Ein weiterer Schwerpunkt wird in der Aufklärung über vektorinduzierte und hitzebedingte Krankheiten gesetzt.

Seit 2007 besteht unter Federführung des Umweltministerium eine interministerielle Arbeitsgruppe im Land „Lenkungsgruppe Integriertes Klimaschutzmanagement für das Land Brandenburg (iKSM)“, zudem wurde im Sommer 2008 ein Klimaschutzbeauftragter des Landes benannt.

Klimawandelanpassung in der Forstwirtschaft: Von der Vision zur Implementierung - Klimaprogramm Bayern 2020

CHRISTIAN KÖLLING

Die Forstwirtschaft ist einer der gegenüber Klimawandel anfälligsten Wirtschaftszweige. Dies hängt mit den besonderen Rahmenbedingungen der Forstwirtschaft zusammen. Zum einen findet Forstwirtschaft immer „Open Air“ statt und neben dem Boden ist das Klima einer der wichtigsten, nicht beeinflussbaren Produktionsfaktoren (klimaabhängige Produktion). Zum zweiten sind die Produktionsmittel der Forstwirtschaft, die Bäume, langlebige Organismen und mindestens 80 Jahre lang den sich wandelnden Klimabedingungen ausgesetzt (lange Produktionszeiträume). Drittens gibt es in der Forstwirtschaft keine Möglichkeit zur Verlagerung der Produktionsstätten (Ortsgebundenheit der Waldbestände). Damit ist die Forstwirtschaft einem besonders hohen Anpassungsdruck gegenüber den Folgen des Klimawandels ausgesetzt. Sehr frühzeitig hat man in diesem Wirtschaftszweig die Notwendigkeit zu frühzeitigen Anpassungskonzepten erkannt und in Anpassungsstrategien umgesetzt (BERNHART 2007, MÖGES 2007, KÖLLING 2008a). In Bayern ist die Situation besonders prekär, weil hier auf zwei Dritteln der Waldfläche die besonders anfälligen Baumarten Fichte, Wald-Kiefer und Europäische Lärche stocken. Allein die auf vielen Standorten hochgradig gefährdete Baumart Fichte hat einen Anteil von derzeit 44%. Die Anpassungsmaßnahmen des klimagerechten Waldumbaus (KÖLLING 2008b) haben seit Ende 2007 Eingang in das Klimaprogramm 2020 der Bayerischen Staatsregierung gefunden (STMUGV 2007). Für die Jahre 2008 bis 2011 stehen für die Förderung des Waldumbaus und die begleitende Forschung 26,5 Mio. Euro zur Verfügung.

Auf dem Weg von der wissenschaftlichen Erkenntnis der Einwirkungen des Klimawandels, der Anfälligkeit der Baumarten und der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen bis hin zur Implementierung von konkreten Maßnahmen ist es ein weiter Weg, auf dem einer Reihe von Skeptizismen argumentativ begegnet werden muss. Nach einer Eigenauskunft (www.klimaskeptiker.info) sind Klimaskeptiker „Menschen, die die in den Medien immer wieder verbreiteten Thesen,

- das Erdklima werde maßgeblich von einem sogenannten Treibhauseffekt bestimmt,
 - der Mensch habe auf den Treibhauseffekt über die Emission sogenannter Treibhausgase Einfluss,
 - menschliche Einflussnahme führe zu einer Erderwärmung,
 - eine Erderwärmung würde zu einer dramatischen und katastrophalen Entwicklung führen,
- bezweifeln.“

Einen Vorschlag von RAHMSTORF (2005, 2007) abwandelnd kann man in der Forstwirtschaft folgende Spezies von Klimawandelskeptikern wahrnehmen:

- (1) Fundamentalskeptiker
- (2) Ursachenskeptiker
- (3) Anfälligkeitsskeptiker
- (4) Schwellenwertskeptiker
- (5) Anpassungsskeptiker

Die erste Gruppe leugnet den Klimawandel generell und bestreitet, dass es überhaupt einen Trend zu höheren Temperaturen gibt. Die zweite Gruppe erkennt den Wandel an, bezweifelt aber den anthropogen verstärkten Treibhauseffekt als Hauptursache. Die dritte Gruppe akzeptiert den Wandel und seine Ursachen und bestreitet eine erhöhte Anfälligkeit der Wälder gegenüber veränderten Klimabedingungen. Man verweist in diesem Zusammenhang gern auf Erfahrungen der Waldgeschichte oder nimmt Zuflucht zu spontanen phänotypischen oder genetischen Anpassungsvorgängen. Die vierte Gruppe akzeptiert grundsätzlich die Anfälligkeit der Waldbäume, verneint aber die Möglichkeit, ökologische Existenzbereiche und ihnen zugeordnete Schwellenwerte der Risikovorsorge abzuleiten. So lange das Wissen über die Möglichkeiten und Grenzen der Waldbäume so gering wie derzeit sei, gebe es keinen Grund zur Sorge und erst recht keinen Anlass zu Aktionen. Von dieser Spezies werden oft die Begriffe „Seriosität“, „Panikmache“ und „Aktivismus“ beansprucht. Die letzte Fraktion erkennt Schwellenwerte und die Notwendigkeit zu Anpassungsmaßnahmen generell an, sieht aber Probleme in der raschen Realisierung des Waldumbaus, der auch ökonomisch und technisch zu bewältigen sei.

Alle Skeptikerstimmen müssen ausnahmslos ernst genommen und mit entsprechenden Argumenten widerlegt werden, wenn die voraus schauenden Maßnahmen des Waldumbaus überhaupt wirksam werden sollen (KÖLLING 2008c, KÖLLING *et al.* 2008). Dabei haben sich rückschauend folgende Prinzipien als Erfolg versprechend heraus gestellt:

- Bestehende Strukturen und Prozesse in der Forstverwaltung werden genutzt. Der Waldumbau und das Prinzip der Standortgerechtigkeit sind in der Forstwirtschaft seit langem gängige Praxis und mussten für die Klimawandelanpassung nicht neu erfunden werden.
- Es wird nicht nur in Fachjournalen publiziert, sondern auch unmittelbar an der Basis, bei den Waldbesitzern, Überzeugungsarbeit geleistet. Die Kommunikation mit skeptischen Akteuren (Waldbesitzer, Verbände, Verwaltungsangehörige, etc.) ist unerlässlich.
- Einfache und klare, aber dennoch richtige Botschaften werden verbreitet; Übertreibungen verbieten sich von selbst.
- Zusammen mit der Darstellung der Probleme (Anfälligkeit) werden auch die Lösungen (Waldumbau) geliefert. Erkenntnis mündet in Aktion.
- Differenzierte Planungsgrundlagen werden entwickelt und rasch bereitgestellt. Damit wird die Forstverwaltung ein unentbehrlicher Dienstleister für den klimagerechten Waldumbau.
- Fördergelder werden in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt.

Trotz lauter Skeptikerstimmen ist es gelungen, den klimagerechten Waldumbau von der Vision bis zur Implementierung eine große Strecke voran zu bringen. Das letzte Stück dieses Weges ist allerdings noch nicht beschritten: jetzt kommt es darauf an, die Waldbesitzer zum Handeln zu veranlassen und so den Waldumbau in den Wäldern ankommen zu lassen.

Literatur

- STMUGV 2007. Bavarian Climate Programme 2020. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.
http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/klimaschutz/klimaprogramm/doc/klimaprogramm2020_en.pdf
- BERNHART 2007. Finanzielle Förderung des Waldumbaues. 260.000 Hektar Waldumbauflächen im Privat- und Körperschaftswald in Bayern sind eine gewaltige Herausforderung. *lwfaktuell* 62: 40-41.
<http://www.klimaskeptiker.info/index.php?seite=definitionklimaskeptiker.html> [22.12.2008]
- KÖLLING, C. 2008a. Wälder im Klimawandel: Die Forstwirtschaft muss sich anpassen. In: J. L. Lozán, H. Graßl, G. Jendritzky, L. Karbe und K. (Hrsg. unter Mitwirkung von W.A. Maier). **WARNSIGNAL KLIMA: Gesundheitsrisiken - Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen. GEO/Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg: 357 – 361.**
- KÖLLING, C. 2008b. Klimagerechter Waldumbau in der Forstwirtschaft: Neue Bäume braucht das Land. *Ökologisches Wirtschaften H.1/2008: 17 – 18.*
- KÖLLING, C. 2008c. 14 Antworten zum Klimawandel. *dlz agrarmagazin*, 59. Jg. H. 12: 34 – 36.
- KÖLLING, C., KONNERT, M., SCHMIDT, O. 2008. Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel. Antworten auf 20 häufig gestellte Fragen. *AFZDerWald* 63: 804 – 807.
- MÖGES, M. 2007. Klima-Konzept für den Staatswald. Bis 2012 beplant die Bayerische Staatsforsten alle ihre Forstbetriebsflächen nach dem Programm »Waldumbau zur Anpassung an den Klimawandel«. *lwfaktuell* 62: 42
- RAHMSTORF, S. 2005. Die Klimaskeptiker, in: *Wetterkatastrophen und Klimawandel – Sind wir noch zu retten?* Münchner Rückversicherung, Hrsg., pg-verlag, München: 76-83.
- RAHMSTORF, S. 2007. Alles nur Klimahysterie? Wie „Klimaskeptiker“ die Öffentlichkeit verschaukeln und wirksame Klimaschutzmaßnahmen verhindern. *Universitas H.9: 895-913.*

Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt von Biotopen Baden-Württembergs

PETER WATTENDORF

Das Projekt „Auswirkungen des Klimawandels auf Biotope Baden-Württembergs“ (Laufzeit Oktober 2006 bis Mai 2009) ist ein Baustein des Baden-Württemberg Forschungsprogramms „Herausforderung Klimawandel“. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen die Folgen des Klimawandels für Standort-eigenschaften und Vegetation unterschiedlicher Biotope des Landes.

Hauptziel des Vorhabens ist es, Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt konkreter Standorte in repräsentativen Biotopen zu quantifizieren. Hierzu dient ein Vergleich des heutigen Zustandes am Beispiel der letzten 26 Jahre (1980 – 2005) mit einem gleich langen Zeitraum in der Zukunft. Aus den Standortveränderungen werden Projektionen für die zukünftige Vegetationsentwicklung abgeleitet. Hieraus resultierende Konsequenzen für den Naturhaushalt und den Naturschutzwert der untersuchten Biotope werden ebenfalls betrachtet.

Vorgehensweise und Methoden

Die Standortveränderungen werden am Beispiel von zehn grundwasserfernen und zwei grundwasserbeeinflussten Biotopen für Baden-Württemberg betrachtet. Diese Untersuchungsgebiete sollten für die jeweilige Region und das Land Baden-Württemberg typisch und repräsentativ und nach den regionalisierten Klimaszenarien für Baden-Württemberg (KLIWA 2006) in unterschiedlichem Maß von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. Außerdem sollten jeweils langjährige Klimadatensätze nahegelegener Wetterstationen verfügbar sein. Als Untersuchungsflächen wurden Naturschutzgebiete ausgewählt, da diese meist vegetationsökologisch gut dokumentiert sind und oft zeitlich weiter zurückliegende Informationen über die Vegetation vorliegen.

Messungen der relevanten Kenngrößen des Bodenwasserhaushalts z.B. Bodenwassergehalte, Versickerung über längere Zeiträume sind rar. Deshalb mussten diese Kenngrößen sowohl für den Istzustand als auch für die Zukunftsszenarien mit Wasserhaushaltsmodellen berechnet werden. Grundlage der Modellierungen sind Kennwerte der Bodeneigenschaften und der Vegetation. Für die Modellierung der grundwasserbeeinflussten Biotope waren eine flächendeckende Bodenkarte und ein Digitales Geländemodell des gesamten Einzugsgebietes notwendig. Zur Modellierung einzelner grundwasserferner Standorte genügte die punktuelle Aufnahme von Bodeneigenschaften und Vegetation am jeweiligen Standort. Weiterhin wurden Wetterdaten (Niederschlag, Temperatur, Globalstrahlung, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit) des Zeitraums 1980 – 2005 von jeweils nahegelegenen Stationen verwendet. Der lange Betrachtungszeitraum von 26 Jahren war notwendig, um die Bandbreite der Variabilität der Wetterelemente hinreichend zu berücksichtigen.

Zuerst wurde der Wasserhaushalt der Standorte über den Istzustand mit den realen Wetterdaten der Jahre 1980 bis 2005 berechnet. Für den zweiten Arbeitsschritt, die Modellierung von Zukunftsszenarien des Wasserhaushalts, wurden diese Wetterdaten entsprechend der regionalisierten Trends des Klimawandels (nach KLIWA 2006, Projektionshorizont der Klimaszenarien bis 2050) verändert und so praktisch eine Projektion des Wetters in die Zukunft vorgenommen. Die übrigen Eingangsdaten bleiben gleich. Mit Hilfe der Wasserhaushaltsmodelle konnten so die prognostizierten Veränderungen der Rahmenbedingungen durch das Klima über das Wettergeschehen auf den Wasserhaushalt der Standorte „übertragen“ werden. Sie sind somit besser fassbar und quantifizierbar.

Ergebnisse

Der Klimawandel beeinflusst vor allem über höhere Temperaturen und ein verändertes Niederschlagsregime die reale Evapotranspiration und damit den Bodenwasserhaushalt von Biotopen. Die Auswirkungen sind allerdings sowohl regional als auch lokal, also auf Ebene der Standorte, unterschiedlich und müssen deshalb differenziert betrachtet werden. Prinzipiell werden alle Standorte trockener, obwohl die Jahressummen der Niederschläge fast in allen Regionen Baden-Württembergs ansteigen sollen. Die ansteigenden Niederschlagsmengen werden aber meist durch eine stärker ansteigende Verdunstung kompensiert. Die Sommermonate werden zukünftig durch höhere Verdunstung und abnehmende Niederschlagsmengen, in der Summe also trockenere Verhältnisse, gekennzeichnet sein. Die Zunahme der Niederschläge im Winterhalbjahr ist nur für grundwasserbeeinflusste Standorte und für tiefgründige Böden mit sehr großer Wasserspeicherkapazität relevant. Standorte mit geringer Bodenmächtigkeit können die zusätzlichen Niederschläge nicht speichern.

Bei den grundwasserfernen Biotopen wirken sich standörtliche Unterschiede sehr stark differenzierend aus. Böden mit hoher Wasserspeicherkapazität werden durch höhere reale Evapotranspiration zukünftig stärker ausgetrocknet und Trocken- oder Dürrephasen des Bodens können hier deutlich länger werden. In Böden mit geringer nutzbarer Wasserspeicherkapazität sind die Unterschiede zwischen Ist-Zustand und Zukunftsszenario viel geringer, denn hier steht generell wenig Wasser zur Verfügung. Die mit den höheren Temperaturen ansteigende potentielle Verdunstung kann hier deshalb oft nicht realisiert werden. Diese Böden wurden auch in der Vergangenheit häufig relativ schnell bis zum Welkepunkt ausgetrocknet und schon relativ geringe Niederschläge reichen aus, den Bodenwasserspeicher wieder aufzufüllen. Die Standorte sind heute wie zukünftig von extremen Wechsellagen geprägt. Diese heute schon relativ trockenen Biotope werden aus der Sicht des Naturschutzes nicht zwangsläufig nachteilig beeinflusst. Vegetationslücken nach andauernden Trockenphasen traten auch in der Vergangenheit auf und könnten zukünftig häufiger temporäre Habitate für konkurrenzschwache Therophyten bieten. Es ist sogar zu erwarten, dass kleinräumig neue Trockenstandorte entstehen und sich so Chancen für trockenolerante Arten bieten können. Hier stellt sich allerdings eine Herausforderung für Naturschutz und Landschaftsplanung, denn sie müssen Ausbreitungspfade für diese - oft seltenen - Arten zu geeigneten Standorten in vielfach zergliederten Kulturlandschaften bereitstellen.

Die grundwasserbeeinflussten Biotope werden hingegen deutlich beeinträchtigt. Die beiden untersuchten relativ kleinen Feuchtgebiete ohne regelbare Zu- und Abflüsse sind durch die vom Klimawandel induzierte Veränderung des Wasserhaushalts stark gefährdet. Die Wirkungen des sich ändernden Klimas werden durch die räumliche Konzentration von großen Einzugsgebieten auf die meist viel kleineren Grundwasser-beeinflussten Biotope verstärkt. Die Grundwasserstände sinken zukünftig im Sommer stärker ab und die Amplitude des Grundwasserspiegels wird dadurch größer. Bislang weitgehend dauerhaft vernässte Flächen werden zukünftig wechsellass, was sich auf Flora und Vegetation auswirkt. Weniger stark spezialisierte Arten können Fuß fassen. Darüber hinaus fördert häufigere sommerliche Austrocknung über eine stärkere Mineralisierung der organischen Substanz die Nährstofffreisetzung. Die angestammte Vegetation muss mit wuchsstärkeren Pflanzenarten, darunter Ubiquisten wie Goldrute, Brennnessel sowie Gehölzarten konkurrieren. Weiterhin wird der Torfkörper durch die Mineralisierung abgebaut. Dies führt nicht nur zur Freisetzung von Kohlenstoff, auch die Funktion der Moore als landschaftsgeschichtliche Archive (Pollenlager) geht durch die Torfmineralisierung verloren.

Fazit

Veränderungen bedingt durch den Klimawandel wirken auf allen Maßstabsebenen. Bei der Abschätzung dieser Veränderungen auf die Vegetation ist ausgehend vom zukünftig veränderten Temperaturregime der Bodenwasserhaushalt als maßgebliche Steuergröße anzusehen. Unsere Wasserhaushaltsmodellierungen von zwölf ausgewählten Biotopen in Baden-Württemberg zeigen exemplarisch, dass hierbei erhebliche lokale Unterschiede abhängig von den jeweiligen Bodeneigenschaften zu erwarten sind. Die Maßstabsebene „Standort“ wirkt demnach sehr stark differenzierend auf die vom Klimawandel induzierten Prozesse und muss deshalb bei allen Überlegungen und Prognosen berücksichtigt werden.

Naturschutz im Klimawandel - NABU-Projekt zu den Handlungsoptionen des Naturschutzes zwischen Klimafolgen, Anpassung und Klimaschutz

NICOLAI SCHAAF

Aufbauend auf dem jüngst abgeschlossenen Projekt „Klimawandel und Biodiversität – eine Kommunikationsstrategie für den ehrenamtlichen Naturschutz“ startete Ende 2008 das NABU-Projekt „Naturschutz im Klimawandel“, das ebenfalls über die BfN-Verbändeförderung unterstützt wird.

Hauptziele des Projektes sind die Identifikation von Handlungsoptionen und die Entwicklung von Strategien, wie die wachsenden Erkenntnisse über die Folgen des Klimawandels im Naturschutz berücksichtigt und umgesetzt werden können. So sollen gleichzeitig die Anpassungsfähigkeit der Natur gefördert und die Beiträge einer intakten Natur für den Klimaschutz und die Anpassung der Gesellschaft an die Folgen des Klimawandels genutzt werden. Zentraler Projektbaustein sind daher Wissenssynthese und Informationsaustausch zwischen den unterschiedlichen Forschungsprojekten, Akteuren des Naturschutzes bis hin zu den Naturnutzern (z.B. in Land-, Forst- und Wasserwirtschaft). In Fachgesprächen sollen die gemeinsamen oder unterschiedlichen Betroffenheiten und Interessen zwischen Naturschützern und Naturnutzern identifiziert und diskutiert werden und Handlungsempfehlungen bzw. bisherige Erfahrungen zusammengetragen werden.

Auf einer Auftaktkonferenz im April 2009 sollen die Kernthemen dieser Fachgespräche identifiziert werden und die Ausgangssituationen unter anderem hinsichtlich der Bereiche Forst-, Land- und Wasserwirtschaft beschrieben werden. Zielgruppe der Konferenz sind die Interessensverbände der jeweiligen Akteure, aber auch die entsprechenden Fachbehörden auf Bundes- und Landesebene.

Das Projekt entstand vor dem Hintergrund der großen Sensibilisierung für klimabedingte Veränderungen in der Natur, die im Rahmen des Vorläuferprojektes festgestellt wurde. Viele der durchgeführten Workshops führten zu Fragen nach konkreten Handlungsoptionen, die auf der Ebene des regionalen, ehrenamtlichen Naturschutzes nicht beantwortet werden können. Vielmehr braucht es den fachlichen Austausch über das angesammelte Wissen und die daraus abzuleitenden Erfordernisse oder bereits existierende beispielhafte Maßnahmen.

Ferner entstehen derzeit Anpassungsstrategien an den Klimawandel auf unterschiedlichen föderalen Ebenen und in den unterschiedlichen Sektoren. Je nach Status, soll bei der Entwicklung und Umsetzung die Perspektive des Naturschutzes eingebracht werden, da in vielen Bereichen unter Anpassung vor allem technische Maßnahmen verstanden werden, oftmals sogar mit dem Ziel Veränderungen zu vermeiden.

Aus Sicht des Naturschutzes liegt jedoch der Ansatz nahe, verstärkt auch Dynamik in der Natur zuzulassen und die Pufferkapazitäten intakter Ökosysteme als Beitrag zur Anpassung an langfristige Veränderungen und vor allem an häufigere Extremereignisse zu begreifen. Schädlingsanfälligkeit, Sturmempfindlichkeit oder geringe hydrodynamische Toleranz intensiv genutzter Monokulturen haben bereits deutlich gemacht, wie viel geringer die Anfälligkeit vielfältiger Standorte ist: vom Schutzgebiet über landwirtschaftlich genutzte

Flächen bis in die Siedlungen hinein ist die Vielfalt von Habitaten, Arten und innerhalb von Arten förderlich für Mensch und Natur. Empfehlungen und Informationen dazu, wie dieser Anspruch mit den Anpassungserfordernissen aus Sicht anderer Akteure in der Natur vereinbar ist, sollen im Rahmen des Projektes erarbeitet und verbreitet werden.

Damit die Ergebnisse des Projektes auch in die Naturschutzverbände hinein kommuniziert werden können, wird der Internet-Auftritt www.Natur-im-Klimawandel.de und der dazugehörige Newsletter weiter ausgebaut und das entstehende Netzwerk von ehrenamtlichen „Klima-Aktiven“ weiter betreut. So ist auch gewährleistet, dass Erfahrungen in der Naturschutzarbeit vor Ort durch das Projekt auch weiterhin in die fachlichen Diskussionen eingebracht werden können.

Abkürzungsverzeichnis

BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CAN	<i>Climate Action Networks</i>
CAP	<i>Conservation Action Planning</i>
CBD	<i>Convention on Biological Diversity</i> (Übereinkommen über die biologische Vielfalt)
CEM	<i>Climate Envelope Model</i>
CII	<i>Climatic Impact Indicator</i>
COP	<i>Conference of the Parties</i> (Vertragsstaatenkonferenz)
CST	<i>Committee on Science and Technology</i> (Komitee für Wissenschaft und Technologie, UNCCD)
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DSD	<i>Dryland Science for Development</i> (Konsortium)
EEA	<i>European Environment Agency</i> (Europäische Umweltagentur)
EU	Europäische Union
FAWF	Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (EU)
GFZ	Geoforschungszentrum Potsdam
GESTs	<i>Greenhouse Gas Emission Site Types</i>
GIS	Geografisches Informationssystem
INA	Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IUCN	<i>The International Union for Conservation of Nature</i>
KP	Kyoto-Protokoll
MUFV	Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz
MUNLV	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (NRW)
NABU	Naturschutzbund Deutschland e. V.
NAPA	<i>National Adaptation Program of Action</i>
NBSAP	<i>National Biodiversity Strategy and Action Plan</i>
NRW	Nordrhein-Westfalen

Abkürzungsverzeichnis

PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
PNV	Potentielle Natürliche Vegetation
PRSP	<i>National Poverty Reduction Strategy</i>
REA	Rauchgasentschwefelungsanlage
REDD	<i>Reducing Emissions from Deforestation and Degradation</i> (Reduktion von Emissionen aus vermiedener Entwaldung)
SEBI 2010	<i>Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators</i>
SKE	Steinkohleeinheiten
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
UNCCD	<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i> (Wüstenkonvention)
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Klimarahmenkonvention)
WRRL	Wasserrahmen-Richtlinie (EU)
WWF	<i>World Wide Fund For Nature</i>

Liste der TeilnehmerInnen und AutorInnen

Nr.	Name	Adresse	Kontakt
1.	Akhtar-Schuster, Mariam Dr.	Universität Hamburg Biozentrum Klein-Flottbek und Botanischer Garten 22609 Hamburg	Tel. 040/42816533 Fax 040/42816539 email makhtar-schuster@botanik.uni-hamburg.de
2.	Asche, Norbert Dr.	Landesbetrieb Wald und Holz NRW Lehr- und Versuchsforstamt Arnsberg Brößweg 40 45897 Gelsenkirchen	Tel. 0209/94773208 email norbert.asche@wald-und-holz.nrw.de
3.	Augustin, Anna	Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten Ohnhorststr. 18 22609 Hamburg	Tel. 040/42816408 Fax 040/42816539 email anna.augustin@botanik.uni-hamburg.de
4.	Boutros, Minnattallah	Universität Würzburg Biozentrum, Zoologie 3 Am Hubland 97974 Würzburg	Tel. 0931/8884354 Fax 0931/8884352 email boutros@biozentrum.uni-wuerzburg.de
5.	Buschmann, Axel	Universität Göttingen Fak. für Forstwissenschaften und Waldökologie Büsgenweg 5 37077 Göttingen	Tel. 0551/399832 Fax 0551/399787 email abuschm@gwdg.de
6.	Dröschmeister, Rainer	Bundesamt für Naturschutz FG Monitoring Konstantinstr. 110 53179 Bonn	Tel. 0228/84911461 Fax 0228/8491/9999 email droeschr@bfn.de
7.	Ellwanger, Götz	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn	Tel. 0228/84911551 email ellwangerg@bfn.de
8.	Epple, Cordula	Bundesamt für Naturschutz FG I 3.1 Insel Vilm 18581 Putbus	Tel. 038301/86136 Fax 038301/86150 email cordula.epple@bfn-vilm.de
9.	Fartmann, Thomas PD Dr.	Universität Münster Institut für Landschaftsökologie Robert-Koch-Str.26 48149 Münster	Tel. 0251/8331967 email fartmann@uni-muenster.de
10.	Gabriel, Holger	Landesverwaltungsamt Sachsen- Anhalt Biosphärenreservatsverwaltung Mittelelbe Kapenmühle PF 13 82 06813 Dessau	Tel. 034904/421134 Fax 034904/42121 email holger.gabriel@lwa.sachsen-anhalt.de
11.	Gottschalk, Thomas Dr.	Universität Giessen Institut für Tierökologie Heinrich-Buff-Ring 26-32 35392 Giessen	Tel. 0641/9935711 Fax 0641/9935709 email thomas.gottschalk@allzool.bio.uni-giessen.de
12.	Hein, Roman	Kohlgartenstr. 69 04315 Leipzig	Tel. 0921/552315
13.	Hölzel, Corinna	Greenpeace e. V. Große Elbstr. 39 22767 Hamburg	Tel. 040/30618528 Fax 040/3061819258 email corinna.hoelzel@greenpeace.de
14.	Hommel, Manuel	LUBW Griesbachstr. 1-3 PF 10 01 63 76231 Karlsruhe	Tel. 0721/56001452 Fax 0721/56001675 email manuel.hommel@lubw.bwl.de
15.	Hübner, Thomas	LANU NRW Leibnizstr. 10 45659 Recklinghausen	Tel. 02361/3053283 Fax 02361/30553283 email thomas.huebner@lanuv.nrw.de
16.	Ibisch, Pierre Prof. Dr.	Fachhochschule Eberswalde FB Wald und Umwelt Alfred-Möller-Str. 1 16225 Eberswalde	Tel. 03334/65479 Fax 03334/65428 email pibisch@fh-eberswalde.de

Liste der TeilnehmerInnen und AutorInnen

Nr.	Name	Adresse	Kontakt
17.	Kiess, Matthias	Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Kernerplatz 10 70182 Stuttgart	Tel. 0711/1262429 Fax 0711/1262910 email matthias.kiess@mlr.bwl.de
18.	Kölling, Christian Dr.	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Am Hochanger 11 85354 Freising	Tel. 08161/714945 Fax 08161/714971 email koe@lwf.uni-muenchen.de
19.	Korn, Horst Dr.	Bundesamt für Naturschutz FG I 3.1 Insel Vilm 18581 Putbus	Tel. 038301/86130 Fax 038301/86150 email horst.korn@bfn-vilm.de
20.	Krohmer, Julia	Biodiversität und Klima Forschungszentrum Senckenberganlage 25 60325 Frankfurt/Main	Tel. 069/79824737 Fax 069/79824702 email krohmer@bio.uni-frankfurt.de
21.	Lehmann, Ingo	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz MV Schwerin	Tel. 0385/5886643 email i.lehmann@lu.mv-regierung.de
22.	Lehmann, Susanne Dr.	Bundesamt für Naturschutz Konstantinst. 110 53179 Bonn	Tel. 0228/84911761 Fax 0228/84911719 email lehmanns@bfn.de
23.	Lein, Marta	TU Dresden Lehrstuhl für Landschaftsplanung Institut für Landschaftsarchitektur Helmholtzstr. 10 01062 Dresden	Tel. 0351/46333969 Fax 0351/46337016 email marta.lein@tu-dresden.de
24.	Loft, Lasse	Institute for Sustainability Hufelandstr. 31 10437 Berlin	Tel. 030/42807023 email lasseloft@web.de
25.	Lötters, Stefan Dr.	Universität Trier Fakultät für Geografie 54286 Trier	Tel. 0651/2014174 Fax 0651/2013851 email loetters@uni-trier.de
26.	Luthardt, Vera Prof. Dr.	Fachhochschule Eberswalde FB Landschaftsnutzung und Naturschutz Fr.-Ebert-Str. 28 16225 Eberswalde	Tel. 03334/657327 Fax 03334/236316 email vluthardt@fh-eberswalde.de
27.	Lux, Alexandra	Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) Hamburger Allee 45 60486 Frankfurt/Main	Tel. 069/707691927 Fax 069/707691911 email lux@isoe.de
28.	Mattern, Kati	Umweltbundesamt FG Klimaschutz Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau	Tel. 0340/21033698 Fax 0340/21043698 email kati.mattern@uba.de
29.	Matthes, Ulrich Dr.	Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz Hauptstr. 16 67705 Trippstadt	Tel. 06306/911153 Fax 06306/911200 email ulrich.matthes@wald-rlp.de
30.	Ohl, Cornelia	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ Dept. Ökonomie Permoserstr. 15 04318 Leipzig	Tel. 0341/2351653 Fax 0341/2351836 email cornelia.ohl@ufz.de
31.	Rempt, Michaela	Bayreuther Str. 10 95494 Gesees	Tel. 0921/552299 Fax 0921/552315
32.	Schaaf, Nicolai	NABU Bundesverband Charitestr.3 10117 Berlin	Tel. 030/2849841614 Fax 030/2849843614 email nicolai.schaaf@nabu.de
33.	Schäfer, Achim	DUENE e.V. Grimmer Str. 88 17487 Greifswald	Tel. 03834/864118 Fax 03834/864107 email schaefea@uni-greifswald.de

Liste der TeilnehmerInnen und AutorInnen

Nr.	Name	Adresse	Kontakt
34.	Schäffer, Stefan	Bundesamt für Naturschutz FG I 3.1 Insel Vilm 18581 Putbus NEU: Bund Naturschutz in Bayern e.V. Bauernfeindstraße 23 90471 Nürnberg	Tel. 038301/86151 Fax 038301/86150 email stefan.schaeffer@bfn-vilm.de NEU: Tel. 0911/81878-10 Fax 0911/869568 email monika.frank@bund-naturschutz.de
35.	Schliep, Rainer	Offenbacher Str. 20 14197 Berlin	Tel. 03834/864686 email schliep@biodiv.de
36.	Schmitt, Christine	Universität Freiburg Institut für Forst- und Umweltpolitik Tennenbacherstr. 4 79106 Freiburg	Tel. 0761/2038484 Fax 0761/2033705 email christine.schmitt@ifp.uni-freiburg.de
37.	Seidel, Andrea	Lehrstuhl für Landschaftsplanung Institut für Landschaftsarchitektur Helmholtzstr. 10 01062 Dresden	Tel. 0351/46333969 Fax 0351/46337016 email andrea.seidel@tu-dresden.de
38.	Simang, Anne	Universität Bayreuth Masterprogramm Global Change Ecology Lippacher Str. 10 95445 Bayreuth	Tel. 0173/3913114 email anne.simang@yahoo.de
39.	Stadler, Jutta	Bundesamt für Naturschutz FG I 3.1 Insel Vilm 18581 Putbus	Tel. 038301/86134 Fax 038301/86150 email jutta.stadler@bfn-vilm.de
40.	Steinbauer, Manuel	Bayreuther Str. 10 95494 Gesees	Tel. 0921/552299 Fax 0921/552315 email manuel.steinbauer@uni-bayreuth.de
41.	Stribny, Bernhard Prof. Dr.	Biodiversität und Klima Forschungszentrum Senckenberganlage 25 60325 Frankfurt/Main	Tel. 069/75421550 Fax 069/75421242 email bstribny@senckenberg.de
42.	Trautmann, Sven	Universität Mainz Institut für Zoologie, Abt. 5 Becherweg 13 55128 Mainz	Tel. 06131/39-25200 email sven.trautmann@uni-mainz.de
43.	van Rùth, Petra Dr.	Landesumweltamt Brandenburg Abteilung Technischer Umweltschutz Postfach 60 10 61 14410 Brandenburg NEU: Graefestr. 27 10967 Berlin	Tel. 033201/442 321 Fax 033201/442 399 email Petra.vanRueth@lua.brandenburg.de NEU: Petra.vanRueth@Berlin.de
44.	Vohland, Katrin Dr.	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung Telegrafenberg A 62 14473 Potsdam	Tel. 0331/2882518 Fax 0331/2882535 email katrin.vohland@pik-potsdam.de
45.	von Houwald, Edelgard	BMELV Rochusstr. 1 53123 Bonn	Tel. 0228/995293616 email edelgard.von-houwald@bmelv.bund.de
46.	Wattendorf, Peter Dr.	Institut für Landespflege Tennenbacher Str. 4 79106 Freiburg	Tel. 0761/2033630 Fax 0761/2033638 email peter.wattendorf@landespflege.uni-freiburg.de
47.	Xiushan Li	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ Dept. Community Ecology Theodor-Lieser-Str. 4 06120 Halle (Saale)	Tel. 0345/5585222 Fax 0345/5585329 email xiushan.li@ufz.de

Workshop-Programm

Sonntag, 07.12.2008

Anreise

- 20.45 HORST KORN, BFN
Begrüßung der Teilnehmer/innen, Einführung in das Thema, Ziele des Workshops, Ablauf und erwartete Ergebnisse
- Kurze Vorstellungsrunde der Teilnehmer/innen

Montag, 08.12.2008

08.00 *Frühstück*

Teil I Beiträge zur Verhandlung eines Post-Kyoto-Regimes / REDD

- 09.00 KATI MATTERN, UBA UND CORDULA EPPLE, BFN
Stand und Ausblick zu UNFCCC-Verhandlungen hinsichtlich REDD und Senken
- 09.30 NICOLAI SCHAAF, NABU BUNDESVERBAND
„Bericht aus Poznan“ – Aktueller Stand der Verhandlungen
- 10.00 LASSE LOFT, BERLIN
REDD - Ein Finanzierungsmechanismus für die Erhaltung biologischer Vielfalt?
- 10.30 *Kaffee-/Teepause*
- 11.00 STEFAN SCHÄFFER, BFN
Biodiversität und Klimawandel: Synergien aus dem Moorschutz
- 11.30 BERNHARD STRIBRNY, BIODIVERSITÄT UND KLIMA FORSCHUNGSZENTRUM
Energienmix, Post-Petroleum und Post-Kyoto: Quo vadis?
- 12.00 CORNELIA OHL, UFZ
Fairplay beim Klima und Biodiversitätsschutz - Katalysator für internationale Kooperation?
- 12.30 *Mittagessen*

13.30 *Rundgang um das Naturschutzgebiet Insel Vilm*

15.00 *Kaffee-/Teepause*

Teil II Aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Biodiversität und Klimawandel

15.20 KATI MATTERN, UBA

Impacts of Europe's changing climate - Vorstellung des neuen Indikatorenberichts der Europäischen Umweltagentur

RAINER DRÖSCHMEISTER, BFN

Der „Climatic Impact Indicator“

16.00 STEFAN LÖTTERS, UNI TRIER

Climate Envelope Models: welche Parameter sind relevant?

16.30 KATRIN VOHLAND, PIK

Klimawandel und Lebensräume - wann wird aus Veränderung ein Risiko?

17.00 *Kaffee-/Teepause*

17.15 GÖTZ ELLWANGER, BFN

Wie klimatauglich ist Natura 2000?

17.45 PIERRE IBISCH, EBERSWALDE

Anpassung des Schutzgebietsmanagements an den Klimawandel

18.10 KATI MATTERN, UBA

Die Deutsche Anpassungsstrategie - Stand und Einordnung in die internationalen Prozesse

18.30 *Abendessen*

Dienstag, 09.12.2008

08.00 *Frühstück*

Teil III Anpassungsstrategien an den Klimawandel – Aktivitäten auf Länderebene

09.00 THOMAS HÜBNER, LANU NRW

Nordrhein-Westfalen - auf dem Weg zu einer Anpassungsstrategie

THOMAS FARTMANN, UNI MÜNSTER

Auswirkungen des Klimawandels auf die Artenvielfalt in Nordrhein-Westfalen - Ein erster Überblick

09.45 ULRICH MATTHES, FORSCHUNGSANSTALT FÜR WALDÖKOLOGIE UND FORSTWIRTSCHAFT RHEINLAND-PFALZ

Forschung zu Biodiversität und Klimawandel im Rahmen des Projekts "KlimLandRP" zum Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz

10.30 *Kaffee-/Teepause*

11.00 PETRA VAN RÜTH, LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG

Landespolitischer Maßnahmenkatalog Brandenburgs zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel

11.30 CHRISTIAN KÖLLING, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT

Klimawandelanpassung in der Forstwirtschaft: Von der Vision zur Implementierung - Klimaprogramm Bayern 2020

12.00 PETER WATTENDORF, UNI FREIBURG

Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt von Biotopen Baden-Württembergs

12.30 *Mittagessen*

Teil IV Aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Biodiversität und Klimawandel

14.00 NORBERT ASCHE, LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ NRW

Untersuchungen zur Entwicklung von Waldtypen im Klimawandel am Beispiel Nationalpark Eifel

14.30 ANDREA SEIDEL, LEHRSTUHL FÜR LANDSCHAFTSPLANUNG DRESDEN

Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel des Brambacher Zipfels im Vogtland- Möglichkeiten und Grenzen für die Entwicklung von Lebensräumen und ausgewählten Arten

15.00 *Kaffee-/Teepause*

15.30 SVEN TRAUTMANN, UNI MAINZ

Die Vogelwelt von morgen - Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf Vögel

16.00 JULIA KROHMER, BIODIVERSITÄT UND KLIMA FORSCHUNGSZENTRUM

Banken, Börse, Biodiv - Biodiversitäts- und Klimaforschung in Frankfurt/Rhein-Main

16.30 *Kaffee-/Teepause*

Teil V Aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Biodiversität und Desertifikation / Landdegradation

- 17.00 MARIAM AKHTAR-SCHUSTER, UNI HAMBURG
Desertifikation - Forschung für die Umsetzung der Ziele der UNCCD für den nachhaltigen Umgang mit Naturressourcen in Trockengebieten
- 17.30 ANNA AUGUSTIN, UNI HAMBURG
BIOTA-Maroc: Ein Biodiversitätsmonitoringsystem zwischen dem Hohen Atlas und der Sahara
- 18.00 *Abendessen*
- 20.00 Abschlussdiskussion und Workshopbericht

Mittwoch, 10.12.2008

Abreise