

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

Biodiversität und Klima

– Vernetzung der Akteure in Deutschland IV –

Ergebnisse und Dokumentation des 4. Workshops



Biodiversität und Klima

– Vernetzung der Akteure in Deutschland IV –

**Ergebnisse und Dokumentation des 4. Workshops
an der Internationalen Naturschutzakademie des
Bundesamtes für Naturschutz, Insel Vilm
14.-17.10.2007**

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



Titelfoto: *Ilex aquifolium* L. (Stechpalme), eine Art, deren Verbreitungsgrenze sich mit der 0°C-Januar-Isotherme klimawandelbedingt verschiebt

Bildautor: Konrad Lauber

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
Tel.: 0228/ 8491-0
Fax: 0228/ 8491-9999
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 Schriftliche Beiträge	
2.1 Klimawandel und Schutzgebiete	
- Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "Schutzgebiete und Klimawandel" - ein Überblick über das Forschungsvorhaben KATRIN VOHLAND, FRANZ BADECK, KATRIN BÖHNING-GAESE, ANNE HOLSTEN, JAN HANSPACH, PIERRE IBISCH, STEFAN KLOTZ, STEFAN KREFT, INGOLF KÜHN, IRINA LAUBE, ALEXANDER POPP, WOLFGANG CRAMER	9
- Naturschutzgebiete im Klimawandel – Risiken für Schutzziele und Handlungsoptionen. Klimaszenarien und Vulnerabilitäten KATRIN VOHLAND, FRANZ BADECK, ALEXANDER POPP, ANNE HOLSTEN, ANDREA SPITZNER, WOLFGANG CRAMER	11
- Klimaszenarien, bioklimatische Daten und Regionalisierungsansätze FRANZ BADECK, SVEN POMPE & ACHIM GLAUER	14
- Ökologische Vulnerabilität von Schutzgebieten gegenüber Klimawandel - exemplarisch untersucht für Brandenburg ANNE HOLSTEN, KATHRIN VOHLAND, WOLFGANG CRAMER, VOLKER HOCHSCHILD	17
- Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risikoabschätzung für Gefäßpflanzen JAN HANSPACH, INGOLF KÜHN & STEFAN KLOTZ	19
- Erarbeitung einer Nationalen Anpassungsstrategie an Klimaänderungen - systematische Analyse von Handlungsoptionen für den Naturschutz PIERRE IBISCH & STEFAN KREFT	20
- Die Wahrnehmung des Risikos Klimawandel in Biosphärenreservaten RAINER SCHLIEP & SUSANNE STOLL-KLEEMANN	22
- Klimawandel und Arealverschiebungen europäischer Brutvogelarten – Risiken und Herausforderungen für deutsche Schutzgebiete IRINA LAUBE & KATRIN BÖHNING-GAESE	25

2.2 Klimawandel - Auswirkungen auf Fauna und Flora

- Modellierung klimainduzierter Arealverschiebung der Flora von Deutschland - Ein erweiterter Modellierungsansatz
SVEN POMPE, FRANZ BADECK, JESSICA BERGMANN, JAN HANSPACH, STEFAN KLOTZ & INGOLF KÜHN27
- Klimawandel – sind Pflanzenarten in der Lage dem vorhergesagten Arealwandel zu folgen?
OLIVER TACKENBERG, STEVEN HIGGINS, WILFRIED THUILLIER & HEIDRUN WILL30
- Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldvegetation: Anpassungsfähigkeit und ihre Grenzen
MAIK VESTE.....31
- Klimaanaloge Regionen in Europa als Quelle neuer Artenpools für Deutschland
- Test eines neuen methodischen Ansatzes
JESSICA BERGMANN, SVEN POMPE, RALF OHLEMÜLLER, MARTIN FREIBERG, STEFAN KLOTZ & INGOLF KÜHN35
- Klimawandel und invasive gebietsfremde Arten in Deutschland und Österreich
CHRISTELLE OTTO38
- Veränderungen der Libellenfauna in Deutschland und Europa aufgrund des Klimawandels und Konsequenzen für den Naturschutz
JÜRGEN OTT41
- Schutzgebietsmanagement im Zeichen des Klimawandels - Probleme und Lösungsansätze am Beispiel des Nationalparks Hardangervidda
SVEN RANNOV43

2.3 Klimawandel - Auswirkungen auf Ökosystemfunktionen / Monitoring

- Bodenfunktionen und Klimawandel
THOMAS KAMP, KEYA CHOUDHURY, REINER RUSER, UWE HERA & THOMAS RÖTZER45
- Extrem-Wetterereignisse und ihre Folgen - ein neues Experiment zur Auswirkung von Trockenheit, Starkregen und Frostwechseln auf Pflanzengemeinschaften und Ökosystemfunktionen
JÜRGEN KREYLING, CARL BEIERKUHLEIN & ANKE JENTSCH.....49

- Die Möglichkeiten des ökosystemaren Monitoring, Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität zu erkennen
SUSANNE FRIEDRICH & OLIVER BRAUNER50
- Exploratorien für funktionelle Biodiversitätsforschung in Deutschland
SIMONE PFEIFFER, MARKUS FISCHER, ELISABETH KALKO, EDUARD LINSENMAIR,
ERNST-DETLEF SCHULZE & WOLFGANG WEISSER52
- Das Sachverständigengutachten „Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität – unter besonderer Berücksichtigung der Klimarelevanz von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege“
MARTIN LANGE54

2.4 Beispiele von Projekten aus den Bundesländern und Verbänden

- Situation des arktisch-alpinen Florenelementes in Sachsen
WOLFGANG RIETHER55
- Klimawandel & Biodiversität - eine Kommunikationsstrategie für den ehrenamtlichen Naturschutz: erste Erfahrungen aus dem BfN/NABU-Projekt
NICOLAI SCHAAF61
- Abkürzungsverzeichnis63
- Teilnehmer- und Autorenliste, Ansprechpartner65
- Workshop-Programm69

1 Einführung

An dem Workshop „Biodiversität und Klimawandel – Vernetzung der Akteure in Deutschland IV“ vom 14. bis 17. Oktober 2007 nahmen 45 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 an der Internationalen Naturschutzakademie auf der Insel Vilm durchgeführt.

Um den Verpflichtungen Deutschlands aus der Biodiversitätskonvention nachzukommen, ist ein besserer Informations- und Erfahrungsaustausch der nationalen Akteure in den Bereichen Biodiversität, Klima und Wüstenbildung/Landdegradation sowie eine Vernetzung der damit befassten Institutionen wünschenswert. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens führt das Bundesamt für Naturschutz (BfN) zu diesem Zweck eine Reihe von Workshops mit deutschen Expert/Innen aus Wissenschaft, Politik/Verwaltung und NROs durch, die sich mit den genannten Themen 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 sollen konkrete Synergie- und Kooperationsmöglichkeiten erarbeitet werden, die auch zu einem verbesserten Wissenstransfer von der Forschung in die Umsetzung, bzw. Politikberatung führen sollen. Dies stand auch im Vordergrund des vierten Workshops, der unter dem Vorsitz von Dr. Horst Korn (BfN) als informelles wissenschaftliches Treffen durchgeführt wurde. Die hier veröffentlichten Beiträge sind als persönliche Meinungsäußerung der Teilnehmer/Innen in ihrer Kapazität als Fachleute zu verstehen und müssen nicht die Meinung der Institutionen darstellen, denen sie angehören.

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Kurzfassungen der Vorträge, mit Hilfe derer 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. Der Bericht enthält auch schriftliche Beiträge von Expertinnen und Experten, die keinen Vortrag während des Workshops halten konnten.

2 Schriftliche Beiträge

2.1 Klimawandel und Schutzgebiete

Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt: "Schutzgebiete und Klimawandel" – ein Überblick über das Forschungsvorhaben

KATRIN VOHLAND, FRANZ BADECK, KATRIN BÖHNING-GAESE, ANNE HOLSTEN, JAN HANSPACH, PIERRE IBISCH, STEFAN KLOTZ, STEFAN KREFT, INGOLF KÜHN, IRINA LAUBE, ALEXANDER POPP, WOLFGANG CRAMER

Der Klimawandel verändert die biologische Vielfalt. Veränderungen sind in der Verbreitung von Arten zu beobachten, aber auch in Veränderungen der Phänologie. In Europa hat sich die Vegetationsperiode von Pflanzen verlängert, und einige Insektenarten bilden mehrere Generationen im Jahr. Ökologische Beziehungen wie z.B. Nahrungsnetze können sich aufgrund veränderter Produktivitäten und verändertem Timing wandeln. Wie groß die Wahrscheinlichkeit für Veränderungen in einzelnen Gebieten und Regionen ist, und damit das Risiko des Verfehlens der jeweiligen Naturschutzziele, wird in einem integrierten, vom Bundesamt für Naturschutz geförderten Forschungsprojekt des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung (PIK), des Helmholtzzentrums für Umweltforschung (UFZ), der Fachhochschule Eberswalde (FHE) und der Universität Mainz untersucht.

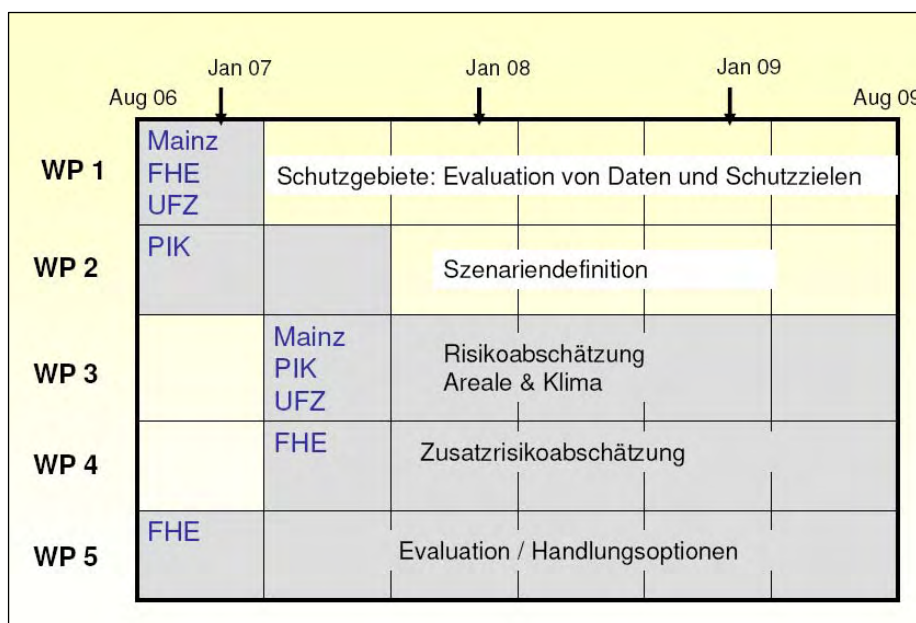


Abbildung 1: Struktur und Verantwortlichkeiten im Projekt.

Die Schutzziele beziehen sich, je nach Gebietskategorie, auf unterschiedliche Typen von Schutzobjekten. Im Natura-2000-Schutzgebietsnetz betreffen sie Arten von aus europäischer Perspektive naturschutz-

fachlichem Interesse sowie gemeinschaftlich bedeutsame Habitats, deren Vernetzung räumlich (und funktionell) kohärent gestaltet sein soll. Im Rahmen des Projektes wird anhand einer Spannweite von Klimaszenarien untersucht, wie sich Veränderungen auf die Zielarten und -gebiete auswirken, und welche Handlungsoptionen zur Anpassung von Naturschutzstrategien möglich und machbar sind.

Weitere Interessen des Vorhabens betreffen den Beitrag von Schutzgebieten zur Minderung des Klimawandels (z.B. Moorschutz) sowie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (z.B. genetische Vielfalt für Anpassungsprozesse auch im Agrar- und Forstbereich, ökologischer Hochwasserschutz).

Weitere Informationen unter: www.pik-potsdam.de/vme/schutzgebiete

Naturschutzgebiete im Klimawandel – Risiken für Schutzziele und Handlungsoptionen. Klimaszenarien und Vulnerabilitäten

KATRIN VOHLAND, FRANZ BADECK, ALEXANDER POPP, ANNE HOLSTEN, ANDREA SPITZNER, WOLFGANG CRAMER

Klimawandel und Landnutzung

Das Risiko für Naturschutzziele hängt zum einen von der Größe der Belastung, zum anderen von der Sensitivität der einzelnen Schutzgüter ab (Abb. 1). Zur Bestimmung der Vulnerabilität geht weiterhin ein, wie hoch die Anpassungskapazität der jeweiligen Gebiete ist.

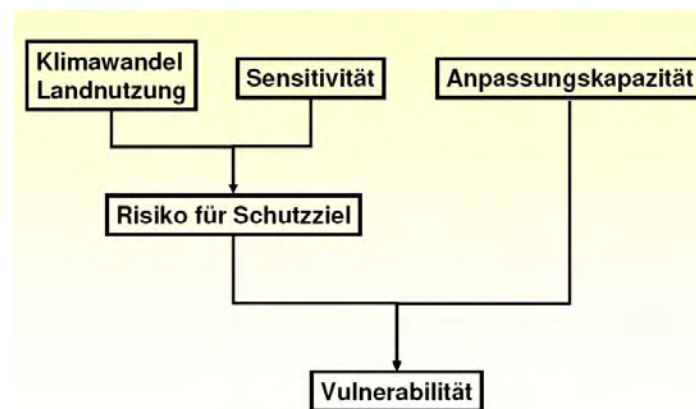


Abb. 1: Konzeptdiagramm zur Vulnerabilität.

Für die meisten Tiere und Pflanzen spielt das Klima eine herausragende Rolle zur Festlegung der Verbreitungsgrenzen. Zur Abschätzung der Spannbreite der klimatischen Entwicklungen der nächsten 50 Jahre werden regionale Klimaszenarien für die gut 4000 deutschen Schutzgebiete berechnet. Dafür werden die Temperaturtrends, die sich aus den globalen Zirkulationsmodellen ergeben, mittels des am PIK entwickelten regionalen Klimamodells STAR auf den deutschen Raum bezogen. Die neun ausgewählten Szenarien sollen die Extreme und den Mittelwert der Temperatur, und dann jeweils der Niederschläge abbilden.

Ein geographischer Algorithmus wird verwendet, um die auf die Koordinaten der Wetterstationen bezogenen Daten auf die Mittelpunkte der Schutzgebiete zu projizieren (Abb. 2).

Der Verlust von Habitat spielt weiterhin eine große Rolle beim Verlust von Biodiversität, anthropogene Landnutzung ist dabei der entscheidende Faktor. Der größte Teil an Fläche wird landwirtschaftlich genutzt, wobei der Landwirtschaft eine entscheidende Rolle auch zum Erhalt von Arten zukommt. In den nächsten Jahren wird der Landnutzungswandel stark von der Nachfrage nach Biomasse auch zur energetischen Nutzung getrieben sein und zu einer stärkeren Intensivierung führen, mit Folgen für den Naturschutz.

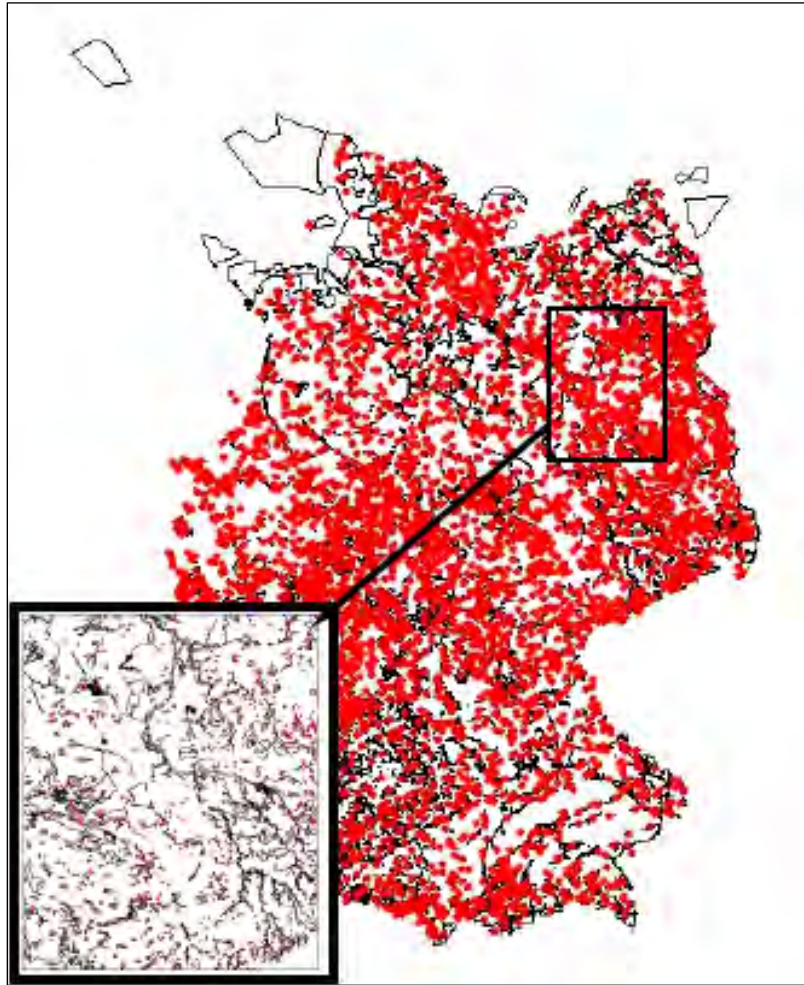


Abb. 2: Für alle geographischen Mittelpunkte der FFH-Gebiete in Deutschland (Punkte) liegen räumlich projizierte klimatologische Informationen vor.

Modellierung von Risiken für Schutzziele

Die einzelnen Habitate sind ökologisch und anderen Beziehungen sehr unterschiedlich, so dass zur Quantifizierung des Risikos unterschiedliche Modellansätze herangezogen werden.

Wir haben mit der Analyse der Waldgebiete begonnen, da sie flächenmäßig und in ihren Funktionen für Ökosysteme wichtig sind. Ein wichtiges Werkzeug hierbei ist LPJ-GUESS. LPJ-GUESS ist eine Erweiterung von LPJ, welches zur Familie der globalen dynamisch-mechanistischen Vegetationsmodelle zählt. Dabei sind Wasser- und Kohlenstoffkreislauf eng gekoppelt, und laufen über funktionelle Vegetationstypen. In LPJ sind das Biome wie z.B. immergrüner Regenwald oder Tundra. LPJ-GUESS verwendet einen individuenbasierten Modellierungsansatz, mit dessen Hilfe die funktionellen Pflanzentypen besser aufgelöst sind und ökologische Prozesse wie z.B. Etablierung von Keimlingen und Konkurrenz um Ressourcen betrachtet werden können. Die meisten Anwendungen betreffen den europäischen Raum, für welchen ca. 25 funktionelle Pflanzentypen bereits parametrisiert sind. Das sind neben C3 und C4 Gräsern insbesondere die Hauptbaumarten Europas (Abb. 3).

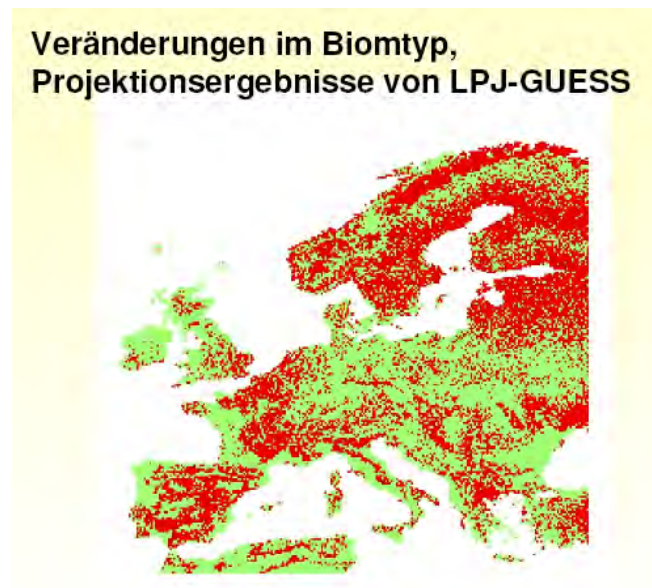


Abb. 3: Veränderungen im Vegetationstyp bis 2100; Gitternetzbasierete Ergebnisse von LPJ-GUESS nach SRES-Szenario B1. Daten Hickler et al.

Angetrieben wird das Modell über Klimaparameter, i.e. Niederschläge, Temperatur und Strahlung. Als weitere exogene Parameter gehen der Kohlendioxidgehalt der Luft und der Boden ein. Hierbei spielen die Wasserhaltekapazität, die Wasserleitfähigkeit sowie die thermische Leitfähigkeit eine Rolle. Ziel ist, die Richtung und Wahrscheinlichkeit von Veränderungen der Waldvegetation zu simulieren, und damit die Risikoabschätzung für die Habitattypen Wald zu quantifizieren. In Teilen kann diese Werkzeug auch dazu verwendet werden, Aussagen über Offenland zu machen, da die Zunahme von CO_2 im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung Auswirkungen auf die relativen Anteile der C_3 und C_4 Pflanzen hat.

Studien zu Fließwasserökosysteme, und hier zuerst Veränderungen in der räumlichen und zeitlichen Dynamik werden über ein hydrologisches Modell, SWIM, betrachtet. Eine Pilotstudie etabliert die Methode an ausgewählten FFH Gebieten. Das Risiko für stehende Gewässer wird anhand unterschiedlicher Kriterien bezüglich Tiefe, Morphologie, Durchfluss etc. indiziert.

Neben der Vulnerabilitätsanalyse auf deutscher Skala werden Kooperationen mit Universitäten etc. zur Analyse von Fallstudien unterstützt.

Klimaszenarien, bioklimatische Daten und Regionalisierungsansätze

FRANZ BADECK, SVEN POMPE & ACHIM GLAUER

Klimaszenarien, d.h. plausible Zeitserien möglicher zukünftiger Klimate, sind ein zentrales Werkzeug für die Untersuchung von Auswirkungen des im 20. Jahrhundert beobachteten und im 21. Jahrhundert sich fortsetzenden anthropogenen Klimawandels auf die biologische Vielfalt. Für vier Projekte, innerhalb derer solche Studien für Deutschland durchgeführt wurden und werden, sind Klimaszenarien in unterschiedlicher räumlicher Auflösung und mit alternativen Methoden erstellt worden. In Funktion des Anwendungsfalles sind dabei unterschiedliche Anforderungen an die benötigten bioklimatischen Daten und die Regionalisierung der auf räumlich relativ grob auflösenden Rastern zur Verfügung stehenden Simulationsergebnisse von globalen Klimamodellen gestellt.

Für das durch die EU finanzierte Projekt ATEAM (*Advanced Terrestrial Ecosystem Analysis and Modelling*, Schröter et al. 2005, weitere Informationen unter <http://www.pik-potsdam.de/ateam/ateam.html>) wurden zusammen mit einem aus Beobachtungsdaten für das 20. Jahrhundert stammenden Datensatz monatlich aufgelöste Klimaszenarien mit einer räumlichen Auflösung von zehn geografischen Minuten für Europa bereitgestellt (MITCHELL et al. 2004). Die Regionalisierung erfolgte hier durch Interpolation der Ergebnisse von globalen Klimamodellen auf das Zehn-Minuten-Raster. Die Zukunftsszenarien wurden durch Addition der Differenzen zwischen Simulationen des zukünftigen und gegenwärtigen Klimas auf die historische Beobachtungsserie produziert. Diese Datenbasis erlaubte die Anpassung von bioklimatischen Hüllen an in gleicher räumlicher Auflösung für Europa vorliegende Karten der Areale von Tier- und Pflanzenarten, welche dann zur Projektion von Szenarien zukünftiger potentieller Areale verwendet wurden (siehe SCHRÖTER et al. 2005 sowie Diskussion der Ergebnisse für Deutschland in ZEBISCH et al. 2005, KÜHN et al. 2009).

In dem durch die EU finanzierten Forschungsvorhaben ALARM (*Assessing Large scale Risks for biodiversity with tested Methods*, SETTELE et al. 2005) wurden einige dieser Klimaszenarien in einen Satz von Politikszenerarien integriert, die auch Szenarien des Landnutzungswandels umfassen (SPANGENBERG 2007). Die ALARM-Daten wurden auch in zwei für das BfN durchgeführten Projekten verwendet: Klimawandel und Flora (<http://www.ufz.de/index.php?de=6370>, POMPE et al. 2009); Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel (<http://www.pik-potsdam.de/forschung/forschungsbereiche/klimawirkung-vulnerabilitat/vme/schutzgebiete>; BADECK et al. 2007). Ergebnisse dieser Projekte, welche die ALARM-Daten/Szenarien zur Abschätzung der Auswirkungen des klimatischen Wandels auf die biologische Vielfalt verwenden, wurden von BERGMANN et al., HANSPACH et al., POMPE et al. und VOHLAND et al. (Beiträge in diesem Heft) sowie Pompe et al. (2008, 2009) mitgeteilt.

Während die ALARM-Klimaszenarien für Europa jedoch nur in monatlicher Auflösung zur Verfügung stehen, gibt es eine Reihe von biotischen Effekten des Klimas, zu deren Analyse zeitlich höher auflösende Klimainformationen benötigt werden. Deshalb wurden für die beiden zuvor genannten, im Auftrag des BfN durchgeführten Projekte, Klimaszenarien in täglicher Auflösung produziert (BADECK et al. 2008). Ausgehend von Stationsmessdaten wurden Szenarien der Wetterzeitreihen auf die Mittelpunkte von

NATURA 2000 und Vogelschutzgebieten sowie auf die Mittelpunkte des Messtischblattrasters (TK25) interpoliert. Unter Verwendung eines statistischen Modells für die Regionalisierung wurde der durch das Klimamodell ECHAM5 (ROECKNER *et al.* 2003) simulierte Klimatrend zur Produktion von Klimaszenarien bis zum Jahr 2055 verwendet. Weitere Informationen zu den Klimaszenarien sowie der Datenverfügbarkeit sind den obengenannten Web-Seiten und BADECK *et al.* (2008) zu entnehmen.

Literatur

- BADECK F.-W., BÖHNING-GAESE K., CRAMER W., IBISCH P., 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 hochauflösende Klimainformationen auf dem Messtischblattraster und für Schutzgebiete in Deutschland. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, **40**, 343-345.
- KÜHN I., VOHLAND K., BADECK F., HANSPACH J., POMPE S. & KLOTZ S. 2009. Aktuelle Ansätze zur Modellierung der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die biologische Vielfalt. *Natur und Landschaft* **1/2009**, 8-12.
- MITCHELL T.D., CARTER T.R., JONES P.D., HULME M. & NEW M. 2004. A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100). *Tyndall Centre Working Paper 55, Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich, UK*, 30 pp.
- 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* **1/2009**, 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.
- ROECKNER E., BÄUML G., BONAVENTURA L., BROKOPF R., ESCH M., GIORGETTA M., HAGEMANN S., KIRCHNER I., KORNBLUEH L., MANZINI E., RHODIN A., SCHLESE U., SCHULTZWEIDA U. & TOMPKINS A. 2003. The atmospheric general circulation model ECHAM5. Part I: Model description. Max-Planck-Inst. F. Meteor., Report No. 349. Hamburg.
- SCHRÖTER D., CRAMER W., LEEMANS R., PRENTICE I.C., ARAUJO M.B., ARNELL N.W., BONDEAU A., BUGMANN H., CARTER T.R., GRACIA C.A., DE LA VEGA-LEINERT A.C., ERHARD M., EWERT F., GLENDINING M., HOUSE J.I., KANKAANPAA S., KLEIN R.J.T., LAVOREL S., LINDNER M., METZGER M.J., MEYER J., MITCHELL T.D., REGINSTER I., ROUNSEVELL M., SABATE S., SITCH S., SMITH B., SMITH J., SMITH P., SYKES M.T., THONICKE K., THUILLER W., TUCK G., ZAEHLE S. & ZIERL B. 2005. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *Science*, **310**, 1333-1337.
- SETTELE J., HAMMEN V., HULME P., KARLSON U., KLOTZ S., KOTARAC M., KUNIN W., MARION G., O'CONNOR M., PETANIDOU T., PETERSON K., POTTS S., PRITCHARD H., PYSEK P., ROUNSEVELL M., SPANGENBERG J., STEFFAN-DEWENTER I., SYKES M., VIGHI M., ZOBEL M. & KÜHN I. 2005.

ALARM: Assessing LArge-scale environmental Risks for biodiversity with tested Methods.
Gaia-Ecological Perspectives For Science And Society, **14**, 69-72.

SPANGENBERG J.H. 2007. Integrated scenarios for assessing biodiversity risks. *Sustainable Development*, **15**, 343-356.

ZEBISCH M., GROTHMANN T., SCHRÖTER D., HASSE C., FRITSCH U. & CRAMER W. 2005. Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Abschlussbericht für das Umweltbundesamt. Forschungsbericht 201 41 253; UBA-FB 000844, 205 S.

Ökologische Vulnerabilität von Schutzgebieten – exemplarisch untersucht für Brandenburg

ANNE HOLSTEN, KATHRIN VOHLAND, WOLFGANG CRAMER, VOLKER HOCHSCHILD

Der Klimawandel beeinflusst sowohl Arten als auch Ökosysteme. So wurden bereits zahlreiche Veränderungen der Phänologie sowie Veränderungen der Verbreitungsgebiete von Flora und Fauna beobachtet. Das Ziel der FFH-Gebiete ist es, bestimmte Arten und Ökosysteme zu schützen. Die Gebiete weisen eine unterschiedliche ökologische Vulnerabilität gegenüber Klimawandel auf. Der Grad der Vulnerabilität hängt von den intrinsischen Parametern der FFH-Gebiete ab, den Belastungen durch klimatische Veränderungen sowie der potenziellen Anpassungsfähigkeit der Arten und Ökosysteme.

Im Rahmen des vom Bundesamt für Naturschutz finanzierten Forschungsprojekts “Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel - Risiken und Handlungsoptionen“ wurde ein GIS-basierter Indikator zur Einstufung der ökologischen Vulnerabilität von Schutzgebieten gegenüber Klimawandel ausgearbeitet. Der Ansatz wurde anschließend auf FFH-Gebiete Brandenburgs angewendet.

Ein Indikator trägt dazu bei, das komplexe Thema der Auswirkungen des Klimawandels zu veranschaulichen und eine Vergleichbarkeit der Auswirkungen des Klimawandels zu ermöglichen. Dadurch können besonders gefährdete Schutzgebiete identifiziert und mögliche Handlungsschwerpunkte für den angewandten Naturschutz erarbeitet werden. Die Arbeit knüpft damit an einen ersten Ansatz zur Bewertung der Sensitivität der Lebensraumtypen der FFH-RL an (PETERMANN *et al.* 2007).

Das Land Brandenburg eignet sich aufgrund der besonders im Bereich des Wasserhaushalts zu erwartenden starken klimatischen Veränderungen für diese Arbeit besonders gut (GERSTENGARBE *et al.* 2003, ZEBISCH *et al.* 2005).

Die Vulnerabilität wurde hier durch Indikatoren der Sensitivität, der Belastungen durch den Klimawandel und des Anpassungspotenzials der Gebiete bewertet. Die Sensitivität wurde anhand der Anteile der sogenannten Kälte- und Feuchtezeiger an den charakteristischen Arten der Biotope eines Gebiets, des Erhaltungszustands der Lebensraumtypen und der Bewertung der umliegenden Landschaft nach naturschutzfachlichen Aspekten bestimmt. Die Belastungen durch den zu erwartenden Klimawandel wurden durch die Stärke der Veränderung der Temperatur und des aktuell nutzbaren Bodenwassers ausgedrückt. In die Anpassungsfähigkeit eines Gebiets flossen die Regenerierbarkeit seiner Biotope und das Vernetzungspotenzial der umliegenden Biotope ein. Die Wahl der einzelnen Indikatoren zur Beschreibung erfolgte anhand ihrer Relevanz und Datenverfügbarkeit.

Jeder der Indikatoren wurde anhand eines dreistufigen Schemas bewertet. Aufgrund der unterschiedlichen Datenlage der hier verwendeten Einzelindikatoren erfolgte die Einstufung der Werte jeweils individuell unter Berücksichtigung ihrer Herkunft.

Eine Aggregation der Ergebnisse der Sensitivität mit der Stärke der Belastung durch den Klimawandel führte zur Bewertung der potenziellen Auswirkungen des Klimawandels. Diese wurden zusammen mit dem Indikator der potenziellen Anpassungsfähigkeit kartografisch und tabellarisch für die FFH-Gebiete dargestellt. Ihre Kombination drückt die ökologische Vulnerabilität aus.

Insgesamt zeigten sich Gebiete mit einem hohen Anteil an Moorbiotopen besonders vulnerabel, während Gebiete trockenerer Standorte, beispielsweise mit großflächigen Trockenrasen oder -heiden die geringste Vulnerabilität aufwiesen. Die Qualität dieser Ergebnisse hängt jedoch direkt von den hier getroffenen Annahmen über Wechselbeziehungen ab, welche eventuell unter dem Einfluss des Klimawandels Veränderungen unterworfen sein werden.

Die zur Verfügung stehende heterogene und zum Teil lückenhafte Datenlage stellte eine der größten Herausforderungen bei der Aggregation der Werte dar. Es muss auch beachtet werden, dass die Ergebnisse keine absoluten Werte darstellen, sondern lediglich einen Vergleich zwischen Schutzgebieten oder Regionen ermöglichen können. Aufgrund der besonderen hydrologischen Situation Brandenburgs, beispielsweise bedingt durch den großen Einfluss des Braunkohletagebaus, sollten bei Anwendung von Naturschutzmaßnahmen einzelne Gebiete detaillierter betrachtet werden. Diese Arbeit kann dennoch als wichtige Grundlage für Naturschutzmaßnahmen dienen. Durch die hier aufgezeigte Vulnerabilität der Gebiete können für klimarelevante Maßnahmen Prioritäten festgelegt werden.

Literatur

- GERSTENGARBE, F.-W., F. BADECK, F. HATTERMANN, V. KRYSANOVA, W. LAHMER, P. LASCH, M. STOCK, F. SUCKOW, F. WECHSUNG und P. C. WERNER 2003. "Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven." *PIK-Report No.83*.
- PETERMANN, J., S. BALZER, G. ELLWANGER, E. SCHRÖDER und A. SSYMANK 2007. "Klimawandel - Herausforderungen für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. In: Balzer S., Dietrich M., Beinlich B. (Bearb.): Natura 2000 und Klimaänderungen." *Naturschutz und biologische Vielfalt*: (im Druck).
- ZEBISCH, M., T. GROTHMANN, D. SCHRÖTER, C. HAßE, U. FRITSCH und W. CRAMER 2005. Klimawandel in Deutschland, Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Dessau, Umweltbundesamt, 203 S.

Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risikoabschätzung für Gefäßpflanzen

JAN HANSPACH, INGOLF KÜHN & STEFAN KLOTZ

Im Rahmen des F+E Vorhabens "Schutzgebiete und Klimawandel" erfolgt eine Abschätzung der Risiken, die für Gefäßpflanzen in deutschen Schutzgebieten durch die Auswirkungen des Klimawandels entstehen. Diese Risikoabschätzungen basieren auf statistischen Modellierungen. Dabei wird die Verbreitung, d.h. das Vorkommen oder die Abwesenheit jeder einzelnen Arten mit Umweltparametern korreliert, um die ökologischen Leistungsgrenzen zu erfassen, innerhalb derer eine Art in der Lage ist zu existieren. Der dafür weit verbreitete Ansatz des "*bioclimatic envelope modelling*", das heißt der Modellierung von Arten mittels klimatischer Variablen, wird hier durch wichtige ökologische Parameter (Boden, Landbedeckung), die maßgeblich zur Verbesserung der Verbreitungsmodelle beitragen, erweitert.

Um die Leistungsgrenzen einer Art möglichst gut zu erfassen, sollte möglichst das gesamte Verbreitungsgebiet in die Modelle einfließen. Dazu wurden aus dem Atlas ‚*Flora Europaea*‘, die europäischen Verbreitungsinformationen für alle Arten, die in Deutschland vorkommen (ca. 650), extrahiert. Der Atlas enthält ungefähr 20% der europäischen Flora. Dazu gehören sämtliche Farnpflanzen und Nacktsamer, sowie ein Teil der bedecktsamigen Gefäßpflanzen (z.B. *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*). Die Verbreitungsinformationen werden bei der Modellkalibrierung für jede Art einzeln mit den zugehörigen Umweltinformationen korreliert. Die Umweltinformationen setzen sich aus klimatische Variablen (verschiedene Niederschlags- und Temperaturparameter, Feuchte-Indizes), Bodenvariablen (Parameter aus der europäischen Bodendatenbank) und Informationen über die Landbedeckung (Corine 2000) zusammen.

Erste Ergebnisse der Modellkalibrierung zeigen, dass die Verbreitung der Arten im Mittel zu 50% durch Klimavariablen, zu 20% durch Bodenvariablen und zu 30% durch Landnutzung erklärt werden können. Die Validierung der Modelle, die auf der Beurteilung der richtig und falsch vorhergesagten Vorkommen und Abwesenheiten im Vergleich zu den beobachteten Werten beruhen, ergab eine mittlere Modellgüte von gut (Kappa-Statistik) bis exzellent (AUC-Werte).

Die nächsten Schritte sind eine weitere Verfeinerung der Modellierungen (Parameter, Modellstrategien) und die Anwendung der Ergebnisse regionaler Klimaszenarien (STAR Modell) auf die kalibrierten Modelle. Die Implementierung von Klimaszenarien ermöglichen die Erstellung von Risikobewertungen für die Arten in den Schutzgebieten und ist somit eine Grundlage für die Erarbeitung von angepassten Handlungsoptionen, um mit den Risiken, die durch den Klimawandel entstehen, umgehen zu können.

Erarbeitung einer Nationalen Anpassungsstrategie an Klimaänderungen - systematische Analyse von Handlungsoptionen für den Naturschutz

PIERRE IBISCH & STEFAN KREFT

Seit August 2006 führt eine Arbeitsgruppe des Fachbereiches für Wald und Umwelt der Fachhochschule Eberswalde zusammen mit dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, dem Helmholtzzentrum für Umweltforschung Leipzig-Halle – UFZ und der Universität Mainz das von BMU/BfN finanzierte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben "Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel - Risiken und Handlungsoptionen" durch (Laufzeit: drei Jahre).

Die Eberswalder Arbeitsgruppe widmet sich vor allem der Identifizierung von Handlungsoptionen zur Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel. Die Ergebnisse aus den Risikoabschätzungen, die von der Gemeinschaft der Projektpartner erarbeitet werden, bilden hierfür eine wichtige Grundlage. Neben dem Leiter (Prof. Pierre Ibisch, Professur Naturschutz) und dem Koordinator (Dipl.-Biol. Stefan Kreft) sind auch Diplom-, Master- und Bachelor-Kandidaten aus den Studiengängen des Fachbereichs in die Arbeitsgruppe eingebunden.

Wesentliche Felder der Managementforschung erstrecken sich auf:

- die Erfassung, strukturierte Dokumentation und Erörterung von international diskutierten oder umgesetzten Anpassungsmaßnahmen;
- die Analyse der bereits erfolgten, geplanten, in der Diskussion befindlichen oder auch bislang ausgebliebenen Anpassungen des Naturschutzes an den Klimawandel in Deutschland;
- Methodenentwicklung zur systematischen, nachvollziehbaren Herleitung von gesellschaftlich akzeptablen und umsetzbaren Handlungsoptionen;
- Vorschläge für Handlungsoptionen, wo immer möglich im Dialog mit Akteuren des staatlichen und des nichtstaatlichen Naturschutzes.

Wichtige Gegenstände der Managementforschung sind beispielsweise (vorhandene oder zu erarbeitende) Managementpläne von Natura 2000-Gebieten und Großschutzgebieten. Die Analysen folgen dabei unter anderem den Fragestellungen:

- Ist die Klimawandelproblematik in den Managementplänen berücksichtigt? Für welche Handlungsfelder sind Anpassungen vorgesehen, und welchen Prinzipien folgen diese Anpassungen (z.B. statischer vs. dynamischer Ansatz)?
- Existieren Vorgaben für das Schutzgebietsmanagement, die implizit oder indirekt zur Anpassung an Klimawandelwirkungen geeignet sind (etwa Herstellung eines Biotopverbundes, Ziele des Prozessschutzes oder zyklisch-adaptives Management)?
- Welche Vorgaben machen die Bundesländer, z.B. in Form von Leitfäden zur Erstellung von Managementplänen oder durch Pilotmanagementpläne?
- Wie lassen sich Managementpläne von Schutzgebieten an die Herausforderungen durch den Klimawandel anpassen?

In Anerkennung der durch den Klimawandel noch deutlicher werdenden Notwendigkeit, die Durchlässigkeit der Gesamtlandschaft für die ihre Areale verschiebenden Arten zu verbessern, beschäftigt sich die Arbeitsgruppe über die Schutzgebiete hinaus auch mit der diese umgebenden Matrix und den Problemen der Landnutzung. Wald und Forstwirtschaft sowie Wasser und Wasserwirtschaft stehen hierbei im Mittelpunkt.

Das Vorhaben bietet die Gelegenheit, zeitgerecht substantielle Beiträge zum gegenwärtig laufenden, vom Umweltbundesamt koordinierten Prozess der Erarbeitung einer Nationalen Anpassungsstrategie an Klimaänderungen zu leisten (<http://www.anpassung.net>). Die Teilnahme an Veranstaltungen, Vorträge, Publikationen und Kooperationen mit Akteuren stellen geeignete Plattformen dar.

Weitere Informationen unter: <http://www.fh-eberswalde.de/ibisch>

Die Wahrnehmung des Risikos Klimawandel in Biosphärenreservaten

RAINER SCHLIEP & SUSANNE STOLL-KLEEMANN

Schutzgebiete nehmen zurzeit global mit rund 12% einen beachtlichen Anteil der terrestrischen Landoberfläche ein. Vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels sind deshalb Schutzgebietsmanager zentrale Akteure zur Minderung von Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Zum einen stellt der Klimawandel eine große Bedrohung für die biologische Vielfalt dar (IPCC 2007), - auch für die Populationen in Biosphärenreservaten. Zum anderen können Schutzgebiete durch die Erhaltung z. B. von großen Waldökosystemen potenzielle Kohlenstoffsenken sein. Aber wie nehmen Schutzgebietsmanager – im Kontext der hier vorgestellten Untersuchung im speziellen Mitarbeiter von Biosphärenreservaten – diese Bedrohung überhaupt wahr?

Eine weltweite Umfrage der *Governance of Biodiversity (GoBi)*-Forschungsgruppe an der Universität Greifswald unter 225 Mitarbeitern (in 42% aller Biosphärenreservate) hat diese Fragestellung mithilfe eines kombinierten Ansatzes aus quantitativen und qualitativen Methoden der empirischen Sozialforschung untersucht (SCHLIEP *et al.* 2008). Die Ergebnisse dieser Untersuchung legen die Vermutung nahe, dass die Risikowahrnehmung des Klimawandels eng verknüpft ist mit den ökonomischen Rahmenbedingungen in den Heimatländern der Biosphärenreservate. Während in den entwickelten Industrieländern mit hohem Pro-Kopf-Einkommen das Bewusstsein der Mitarbeiter für die Risiken des Klimawandels im Vergleich zu weiteren Bedrohungen in Biosphärenreservaten am höchsten war, zeigen die Ergebnisse für Transformations- und Entwicklungsländer mit niedrigem Pro-Kopf-Einkommen einen anderen Trend: hier rückt der Klimawandel insbesondere im Vergleich zu illegalen Aktivitäten wie Holzeinschlag und Wilderei in der Wahrnehmung der Befragten deutlich in den Hintergrund (s. Tab. 1).

Tab. 1: Risikowahrnehmung von Biosphärenreservatsmanagern für vier vorgegebene Bedrohungen als Funktion des Pro-Kopf-Einkommens (nach World Bank 2007; n=213); verändert nach SCHLIEP *et al.* 2008

Pro-Kopf-Einkommen (GNI/cap.)	Bedrohung	Gültige Antworten	Arithmetisches Mittel	Normalisierter Wert	Rang
hoch	Klimawandel	83	2,2	1,000	1
	Invasive Arten	84	2,3	0,949	2
	Verschmutzung	83	2,4	0,868	3
	Illegale Aktivitäten	82	3,1	0,486	4
nicht hoch	Illegale Aktivitäten	117	1,6	1,000	1
	Invasive Arten	113	2,7	0,523	2
	Verschmutzung	115	2,8	0,500	3
	Klimawandel	110	2,8	0,496	4

Entscheidet also allein Reichtum darüber, wie die Gefahr des Klimawandels für die biologische Vielfalt in den Biosphärenreservaten wahr genommen wird? Staaten mit hohem Pro-Kopf-Einkommen weisen in

der Regel auch einen hohen Entwicklungsindex (*Human Development Index*) auf. So kann das Pro-Kopf-Einkommen gesehen werden als hinreichend genaue Proxy-Variable für Umweltbewusstsein und -bildung, welche entscheidend für die gesellschaftliche Fähigkeit zur Anpassung an eine sich wandelnde Umwelt sind. 18 von 20 führenden Volkswirtschaften (WORLD BANK 2007) stehen an der Spitze des Entwicklungsindex-Rankings des *UNDP Human Development Report* (UNDP 2006). Auch eine Auswertung des *Environmental Sustainability Index* bestätigt, dass reichere Länder ein höheres Potenzial für eine nachhaltige Entwicklung ihrer Umwelt haben als ärmere Länder, die zunächst einmal in Umwelt- und Naturschutz sowie den Aufbau funktionierender Institutionen investieren müssen (ESTY *et al.* 2005). Zur verbesserten Umsetzung von Vermeidungs- und Anpassungsstrategien folgern wir daher, dass Mitarbeiter in Biosphärenreservaten besonders in Ländern mit niedrigerem Pro-Kopf-Einkommen viel umfassender als bisher über die wahrscheinlichen und absehbaren Folgen des Klimawandels informiert und verstärkt in transdisziplinäre Forschungsaktivitäten eingebunden werden müssen.

Die Untersuchung macht gleichzeitig klar, dass das UNESCO Mensch-und-Biosphäre (MaB)-Programm bislang zur Umsetzung seiner Zielsetzungen aus der Sevilla-Strategie (1995) und dem *Madrid Action Plan* (2008) zu wenig Durchgriff auf die nationale Ebene hat: Biosphärenreservate sollen demnach zu ‚Modellregionen‘ u.a. zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels entwickelt werden. Allerdings liegt die Umsetzung des MaB-Programms in nationaler Verantwortung, um die Einrichtung und Unterhaltung von Biosphärenreservaten möglichst weit an die stark variierenden institutionellen Rahmenbedingungen anpassen zu können. Dies ändert aber wenig an der Tatsache, dass besonders den einkommens- und strukturschwachen Staaten, die wahrscheinlich am härtesten von den Folgen des Klimawandels betroffen sein werden (YOHE *et al.* 2006), nach wie vor die geringsten Kapazitäten zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels zur Verfügung stehen. Wo also Biosphärenreservate aufgrund sozio-politischer Rahmenbedingungen unter restriktiveren Bedingungen und geringerer Ressourcenverfügbarkeit agieren müssen, sind die Möglichkeiten, bestehendem Handlungsdruck wie z.B. dem Klimawandel effektiv zu begegnen am geringsten. Es ist deswegen besonders wichtig, den Informations- und Wissensaustausch zwischen den Biosphärenreservaten im Weltnetzwerk zu verbessern und das Netzwerk auch zur Generierung der notwendigen finanziellen Ressourcen zu nutzen. Die GoBi-Forschungsgruppe wird im Frühjahr 2009 das *Global Centre for Biosphere Reserve Advancement* (C-BRA) gründen, das dieses Anliegen mit der Schaffung einer Kommunikationsplattform unterstützen wird (<http://biosphere-research.org>).

Weitere Informationen zur GoBi-Forschungsgruppe: <http://www.biodiversitygovernance.de>

Literatur

ESTY, D. C., M. LEVY, T. SREBOTNJAK, AND A. DE SHERBININ 2005. 2005 Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.

- SCHLIEP, R., M. BERTZKY, M. HIRSCHNITZ, S. STOLL-KLEEMANN 2008: Changing climate in protected areas? Risk Perception of Climate Change by Biosphere Reserve Managers. *GAIA* 17/S1: 116 - 124.
- 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.
- UNDP (United Nations Development Programme) 2006. Human development report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. New York, NY: UNDP.
- WORLD BANK 2007. GNI per capita 2006, Atlas method and PPP. World Development Indicators database, World Bank, September 14, 2007.
<http://siteresources.worldbank.org/DATASTATISTICS/Resources/GNIPC.pdf> [12.02.2009].
- YOHE, G., E. MALONE, A. BRENKERT, M. SCHLESINGER, H. MEIJ, X. XING, AND D. LEE 2006. A Synthetic Assessment of the Global Distribution of Vulnerability to Climate Change from the IPCC Perspective that Reflects Exposure and Adaptive Capacity. Palisades, New York: CIESIN (Center for International Earth Science Information Network), Columbia University.
<http://ciesin.columbia.edu/data/climate/> [13.02.2009].

Klimawandel und Arealverschiebungen europäischer Brutvogelarten – Risiken und Herausforderungen für deutsche Schutzgebiete

IRINA LAUBE & KATRIN BÖHNING-GAESE

Für viele Vogelarten bedeutet der Klimawandel eine Veränderung des räumlichen oder zeitlichen Auftretens ihrer bevorzugten Umweltbedingungen. Bereits heute reagieren verschiedene Vogelarten auf den Klimawandel mit einer Anpassung der Phänologie ihrer Lebenszyklen oder der Verschiebung ihrer Verbreitungsgebiete (WORMWORTH 2006).

Zu erwartende Veränderungen der Verbreitungsgebiete von Vögeln in Europa sind Verschiebungen nach Norden und entlang von Höhengradienten. (BÖHNING-GAESE & LEMOINE 2004, CRICK 2004). Hierbei erscheint für viele Vogelarten eine Kontraktion ihres Verbreitungsgebietes wahrscheinlicher als eine Expansion (HUNTLEY *et al.* 2006).

Im Rahmen des vom Bundesamt für Naturschutz geförderten Forschungsprojektes „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“ werden an der Universität Mainz die Konsequenzen der möglichen Verschiebung von Vogelarealen für deutsche Schutzgebiete analysiert. Zunächst wurden für 370 Vogelarten auf europäischem Maßstab bioklimatische Modelle erstellt, die die Bedürfnisse dieser Arten hinsichtlich Klimabedingungen und Landnutzung charakterisieren. Neben der Analyse des Risikos, dass deutsche Schutzgebiete bestimmte Arten verlieren, erlaubt der europäische Maßstab auch die Berücksichtigung von möglicherweise von Süden neu nach Deutschland einwandernden Arten. Erste Analysen zeigen, dass neben direkten Klimaeinflüssen auch die Landnutzung für Vögel in Europa eine bedeutende Rolle spielt.

Die bioklimatischen Modelle werden nun mit verschiedenen regionalisierten Klimaszenarien des Potsdam Institutes für Klimafolgenforschung kombiniert. Somit lässt sich abschätzen, in welcher Region eine bestimmte Vogelart in Zukunft für sie geeignete Klimabedingungen vorfinden wird. Der zu erwartende Wandel in der deutschen Vogelfauna stellt den Naturschutz vor eine schwierige Herausforderung. Es gilt, das durch den Klimawandel bedingte Aussterben von Vogelarten möglichst zu verhindern, aber gleichzeitig auch die unumgängliche Anpassung der Vogelfauna an die veränderten Bedingungen zu ermöglichen.

Weitere Informationen unter: <http://www.oekologie.biologie.uni-mainz.de/commeacol/main.html>

Literatur

- Böhning-Gaese, K. & Lemoine, N. 2004. Importance of climate change for the ranges, communities and conservation of birds. P. 211-236 in: A. P. Møller, W. Fiedler, and P. Berthold (eds.). *Birds and Climate Change. Advances in Ecological Research 35*, Academic Press.
- Crick, H.Q.P. 2004. The impact of climate change on birds. *Ibis* 146:48-56

Huntley, B., Collingham, Y.C., Green, R.E., Hilton, G.M., Rahbek, C., Willis SG 2006. Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds. *Ibis* 148: 8-28

Wormworth, J. 2006. Bird Species and Climate Change; a Global Status Report. A Climate Risk report to the World Wildlife Fund for Nature. <http://assets.panda.org/downloads/birdsclimatereportfinal.pdf>

2.2 Klimawandel - Auswirkungen auf Fauna und Flora

Modellierung klimainduzierter Arealverschiebung der Flora von Deutschland - Ein erweiterter Modellierungsansatz

SVEN POMPE, FRANZ BADECK, JESSICA BERGMANN, JAN HANSPACH, STEFAN KLOTZ & INGOLF KÜHN

In den letzten Jahren wurden klimainduzierte Veränderungen der Natur zunehmend eine zentrale Fragestellung in Ökologie und Naturschutzpolitik. Natürliche Systeme sind zwar regelmäßig während des Erdzeitalters beeinflusst worden – der prognostizierte Erwärmungstrend in den kommenden Jahrzehnten könnte aber die Anpassungsfähigkeit von Arten maßgeblich beeinflussen (IPCC 2007). Eine Vielzahl von Pflanzen kann dadurch in ihren aktuellen Verbreitungsgebieten gefährdet sein. Sowohl in zeitlicher als auch in räumlichen Dimensionen konnten bereits Reaktionen von Pflanzenarten festgestellt werden (z. B. WALTHER *et al.* 2002). Der prognostizierte Klimawandel lässt Verschiebungen der Verbreitungsgebiete erwarten. Doch Areale sind selten allein durch Klimabedingungen charakterisiert. Edaphische Faktoren und Landnutzungsänderung müssen berücksichtigt werden.

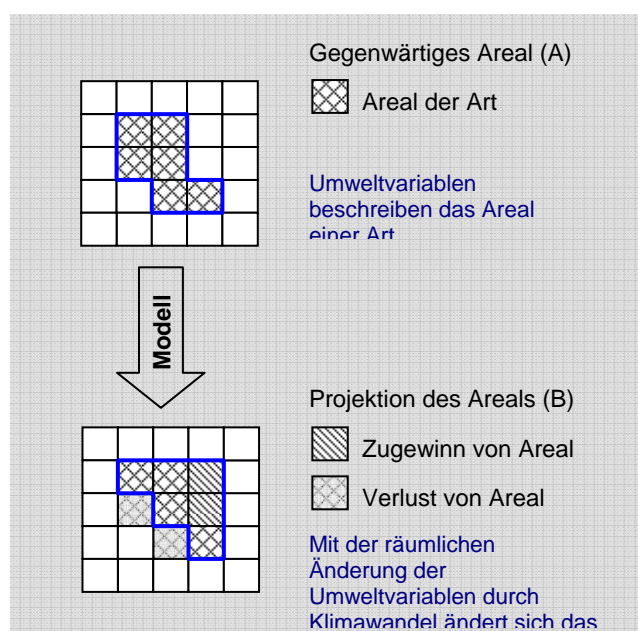


Abb. 1: Hintergrund des Modellansatzes: Auf der Grundlage von Daten zur Verbreitung wird das gegenwärtige Areal (A) einer Art durch Umweltvariablen (z.B. Klima) charakterisiert. Durch die Projektion (B) mit der Änderung der Umweltvariablen kann der Verlust (-2 Felder) oder der Zugewinn potentieller Felder (+2) ermittelt werden (Grafik in Anlehnung an MIDGLEY et al. 2006)

Um eine zuverlässige Diskussionsgrundlage für die Risikoanalyse zu haben, ist es das Ziel, im vom Bundesamt für Naturschutz geförderten Projekt „Modellierung klimainduzierter Arealverschiebungen der Flora von Deutschland“ mögliche Folgen zu analysieren (FK 805 81 001). Hierzu wurden die bisher in

der Forschung angewandten bioklimatischen Modellansätze (vgl. THUILLER 2003) durch den Einsatz von Boden- und Landnutzungscharakteristika erweitert, um den potentiellen Einfluss von Klima- und Landnutzungswandel auf:

- Arealverschiebungen und
- einen möglichen Arealverlust der Arten in Deutschland zu identifizieren,
- sowie die Sensitivität von Arten unter alternativen Klima- und Landnutzungsszenarien zu bewerten.

Derartige ökologische Nischenmodelle charakterisieren Art-Umwelt-Beziehungen und ermitteln dabei statistisch den Zusammenhang zwischen der Verbreitung und den Umweltfaktoren. Im Rahmen der Studie wurden dafür 553 in Deutschland vorkommende Arten ausgewählt – und deren gegenwärtiges Areal über den Atlas ‚Florae Europaeae‘ in Europa definiert (JALAS & SUOMINEN 1972-1994, JALAS *et al.* 1996, JALAS *et al.* 1999, KURTTU *et al.* 2004). Ziel ist es, die Verbreitung einer Art mit ausgewählten Umweltvariablen möglichst gut zu beschreiben, das heißt Vorkommen und Nichtvorkommen der Arten anhand der Modelle zu erklären (vgl. BIOMOD, THUILLER 2003). Schließlich können im Modell Veränderungen der Umweltbedingungen wie Klima und Landnutzung simuliert werden, um deren potenzielle Auswirkungen auf Verbreitungsmuster in Deutschland zu begreifen (MITCHELL *et al.* 2004, MÜCHER *et al.* 2000). Das Modell dient dabei als Werkzeug, um Verlust bzw. Zugewinn von Areal zu erfassen (Abb. 1).

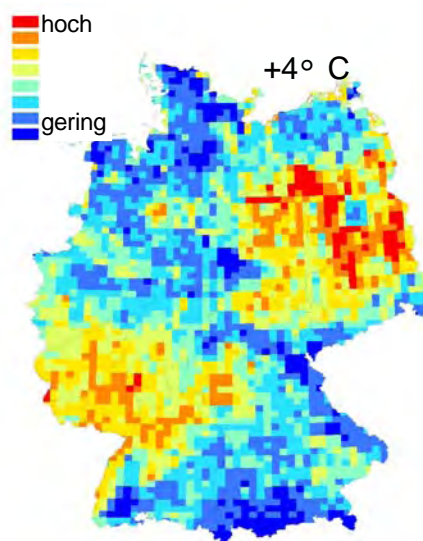


Abb. 2: Relativer Verlust von Arten im Modell unter Extrem-Szenario (ca. +4 °C) mit Klima- und Landnutzungswandel bis 2080, in räumlicher Auflösung der Topografischen Karten (TK25), Beispiel: Generalisiertes Lineares Model (GLM) mit 553 Arten

Je nach Szenario, denen unterschiedliche sozioökonomische Entscheidungen und damit Trends in der Klimaentwicklung und Landnutzung bis 2080 zu Grunde liegen, sind unterschiedlich starke Auswirkungen zu erwarten. Erste Analysen ergaben, dass im Modell mit den getesteten Arten vor allem in Ost- und Südwestdeutschland die größten Veränderungen im Artenpool durch Arealverlust von Spezies auftreten könnten (Abb. 2).

Die bisherigen Ergebnisse unterstreichen die Aktualität und Bedeutung möglicher zeitnaher klimainduzierter Veränderungen der Umwelt. Die im Modell berechneten Veränderungen der Verbreitungsgebiete von Arten stellen zwar keine Vorhersage der zukünftigen Verbreitungsgebiete dar, geben aber Auskunft über Risiken unter bestimmten Trends.

Weitere Informationen und Ergebnisse des Projektes stehen unter www.ufz.de/klimawandel-flora/ zur Verfügung.

Literatur

- 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.
- JALAS, J. & SUOMINEN, J. (eds.) 1972, 1973, 1976, 1979, 1980, 1983, 1986, 1989, 1991, 1994. *Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. Vols. 1-10.* - The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- JALAS, J., SUOMINEN, J. & LAMPINEN, R. (eds.) 1996. *Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. Vol. 11.* - The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki
- JALAS, J., SUOMINEN, J., LAMPINEN, R. & KURTTO, A. (eds.) 1999. *Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. Vol. 12.* - The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- KURTTO, A., LAMPINEN, R. & JUNIKKA, L. (eds.) 2004. *Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 13. Rosaceae (Spiraea to Fragaria, excl. Rubus).* - The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- MIDGLEY, G.F., HUGHES, G.O., THUILLER, W., REBELO, A.G. 2005. Migration rate limitations on climate change-induced range shifts in Cape Proteaceae. *Diversity and Distributions* 12: 555-562.
- MITCHELL, T.D., T.R. CARTER, P.D. JONES, M. HULME, NEW, M. 2004. A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100). Tyndall Centre Working Paper 55, Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich, UK, 30 pp.
- MÜCHER, C.A., STEINNOCHER, K., KRESSLER, F., HEUNKS, C. 2000. Land cover characterization and change detection for environmental monitoring of pan-Europe. *Int. J. Remote Sens.* 21, 1159–1181.
- THUILLER, W. (2003): BIOMOD – optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. *Global Change Biology* 9, 1353–1362.
- 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.

Klimawandel – sind Pflanzenarten in der Lage dem vorhergesagten Arealwandel zu folgen?

OLIVER TACKENBERG, STEVEN HIGGINS, WILFRIED THUILLIER & HEIDRUN WILL

Der Klimawandel hat bereits zu nachweisbaren Veränderungen des regionalen Klimas geführt. Mittelfristig geht man davon aus, dass viele Pflanzenarten als Folge der sich nord(west-)wärts verschiebenden Klima- und Vegetationszonen auch ihr Areal verlagern werden. Ob sich Pflanzenarten aber überhaupt schnell genug ausbreiten können, um dem sich verschiebenden potenziellen Areal zu folgen, ist bisher nicht untersucht worden. Die Fähigkeit dazu hängt in starkem Maße von der Ausbreitungs- und Migrationsfähigkeit der Pflanzenarten ab.

Wir haben deshalb im Rahmen eines Forschungsprojektes:

- 1) Die klimabedingten Arealveränderungen von mitteleuropäischen Pflanzenarten für 2080 vorhergesagt. Dazu wurden *climatic envelopes* der Pflanzenarten verwendet, die mit der Software BIOMOD berechnet wurden und auf dem IPCC-Klimaszenario A1FI beruhen.
- 2) Mit Hilfe von prozessbasierten Modellen der Samenausbreitung wurden Ausbreitungsdistanzspektren für Anemochorie (Windausbreitung), Epizoochorie (Ausbreitung im Fell von Tieren) und Endozoochorie (Ausbreitung nach Fraß und Verdauung) vorhergesagt. Für die Simulation der Windausbreitung wurde das Modell PAPPUS, für die Simulation der Ausbreitung durch Tiere das Modell SEED verwendet.
- 3) Basierend auf den Ausbreitungsdistanzspektren wurden Migrationsraten der berücksichtigten Pflanzenarten berechnet.
- 4) Basierend auf dem aktuellen (mit BIOMOD vorhergesagtem) Areal und den Migrationsraten wurden die im Jahr 2080 realisierbaren Areale berechnet und mit dem potenziellen Areal für 2080 verglichen. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Ergebnisse für *Sisymbrium strictissimum* L., einer Art, für die vorausgesagt wird, dass sich ihr potenzielles Areal stark verschieben wird.

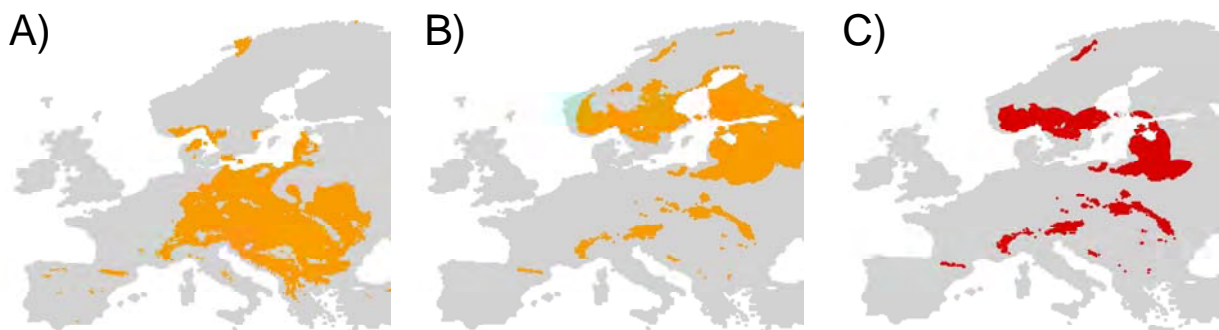


Abb. 1: *Sisymbrium strictissimum* L. A): Aktuelles (mit BIOMOD) vorhergesagtes Areal. B): Für 2080 vorhergesagtes potentiell Areal. C): Realisierbares Areal unter der Annahme mittlerer Populationswachstumsraten.

Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldvegetation: Anpassungsfähigkeit und ihre Grenzen

MAIK VESTE

Die gegenwärtig ablaufenden Änderungen des Klimas werden möglicherweise in naher Zukunft zu starken Veränderungen der Lebens- und Umweltbedingungen in der Landschaft und deren Nutzung führen. Die aktuellen Modellszenarien gehen von einem mittleren Temperaturanstieg von 1.5 bis 4 K in den nächsten Jahrzehnten aus. Bereits heute führt die sich abzeichnende Erwärmung der Erdatmosphäre der vergangenen Jahrzehnte zu einer Verschiebung der Klimazonen und als deren Folge zu signifikanten Veränderung der Verbreitungsareale von Pflanzenarten (BERGER & WALTER 2006). Diese Verschiebung der Vegetationsgürtel in Richtung der höheren Berglagen bzw. der höheren Breitengrade kann als vereinfachtes Modell für die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die Vegetation angesehen werden. Die zu erwartende Zunahme der Häufigkeit von Jahren mit sommerlichen Trocken- und Hitzeperioden mit Intensitäten wie 2003 oder schlimmer und von Starkregenereignissen bedeuten zumindest regional erheblichen Stress für die Ökosysteme.

Angepasstheit und Anpassungsfähigkeit

Die genetische Ausstattung der Arten bedingt die Angepasstheit und Anpassungsfähigkeit der Arten an die Umweltbedingungen. Für die Reaktionen auf den Klimawandel der Waldbaumarten und deren Verbreitung wird die phänotypische Flexibilität entscheidend sein. Molekulargenetische Untersuchungen belegen die hohe genetische Vielfalt, die innerhalb von Populationen sogar größer sein kann als zwischen den Populationen. Diese genetischen Ressourcen und deren phänotypische/ökophysiologische Ausprägung sind grundlegend für das Überleben der Populationen an ihrem Standort. Gerade bei langlebigen Arten – wie den Bäumen – ist deren ökophysiologischen Anpassungsfähigkeit wichtig, um auf extreme Wetterereignisse wie Hitze, Frost, Trockenheit und Starkregen zu reagieren.

Beispiel Buche (*Fagus sylvatica*)

Die Buche (*Fagus sylvatica*) ist eine der wichtigsten laubabwerfenden Baumarten in Europa. Ihr natürliches Verbreitungsgebiet reicht von Spanien, Sizilien, dem Balkan bis nach Südnorwegen, Südschweden und nach Zentralpolen. Die Buche besitzt zwar eine weite ökologische Amplitude, ist aber gegenüber Trockenheit, Staunässe und Spätfrösten empfindlich. Anpassungsmaßnahmen des Waldbaus und des naturschutzfachlichen Managements der Wäldern an die Klimavariabilität und Klimawandel werden intensiv diskutiert (BRECKLE 2005, BOLTE 2005, BOLTE & IBISCH 2007, GEßLER *et al.* 2007), wobei öfters auch eine Abkehr vom Anbau der Buche diskutiert wird.

Für ein besseres Verständnis der Reaktion der Baumarten auf den Klimawandel und zur Untersuchung der Möglichkeit der Anpassung der Wälder an künftige Klimabedingungen werden an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg seit einigen Jahren umfangreiche ökophysiologische und Wachstumsmessungen an verschiedenen Rotbuchen-Herkünften durchgeführt (VESTE *et al.* 2007, KRIEBITZSCH *et al.* 2008). Als Versuchsfläche dient ein von dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der BFH vor 15 Jahren angelegter Provenienzversuch in Schädbeck in der Nähe von Kiel, für den Saatgut von Buchenherkünften aus ganz Europa (Provenienzen) an verschiedenen Orten des Verbreitungsgebiets gesammelt, unter einheitlichen Bedingungen zu Pflanzenmaterial angezogen und feldversuchsmäßig angepflanzt wurden (KRIEBITZSCH *et al.* 2005). Dabei zeigten sich insbesondere nach dem extremen Sommer 2003 deutliche Unterschiede in den untersuchten Herkünften, die sich insbesondere beim Zuwachs und in den Folgejahren auch bei den ökophysiologischen Messungen bemerkbar machten. Die Herkünfte aus dem Harz, Spanien und Österreich erreichten bereits im Jahr 2004 wieder hohe Zuwachsraten, während die Herkunft aus Tschechien deutlich mit ihrem Zuwachs zurückblieb. Auch in den Folgejahren waren Photosynthese, Transpiration und stomatäre Leitfähigkeit der tschechischen Herkunft deutlich reduziert, während insbesondere die Herkünfte aus den feuchteren Regionen des Harzes und Spaniens die höchsten Werte aufwiesen. Diese Untersuchungen zeigen, dass Herkünfte mit einer hohen Sensitivität gegenüber Trockenheit und einer langen Erholungsphase besonders von einer erhöhten Frequenz von Trockenjahren betroffen sein könnten, was drastische Auswirkungen auf die Stabilität dieser Bestände hätte. Welche Auswirkungen eine verstärkte Frequenz von Trockenheitsphasen und hohen Niederschlägen tatsächlich auf die Erholung der Bäume haben wird, ist allerdings ungeklärt. Die Bedeutung der Selektion zeigen auch Untersuchungen entlang eines Trockenheitsgradienten von Ostdeutschland, über Westpolen an Zentralpolen. Jungpflanzen vom östlichen Rand des Verbreitungsgebietes weisen hier eine höhere Trockentoleranz auf, während der Anteil der trockenheitsempfindlichen Jungpflanzen abnahm (BOLTE 2005, CZAJKOWSKI & BOLTE 2005). Ein Anbau von Herkünften aus Südeuropa in Mitteleuropa wird vielfach diskutiert, dürfte aber wegen des früheren Blattaustriebs und damit verbundenen erhöhten Gefährdung durch Spätfröste problematisch sein.

So besteht ein weiterer Forschungsbedarf, um das Potenzial der Anpassungsfähigkeit der Buche an die sich ändernden Klimabedingungen zu erforschen und geeignete waldbauliche Maßnahmen zu entwickeln.

Beispiel Stechpalme (*Ilex aquifolium*)

Die Stechpalme (*Ilex aquifolium*) gehört zu den wenigen immergrünen Laubbaumarten in Mitteleuropa, deren nördliche und östliche Verbreitungsgrenze eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit dem Verlauf der 0°C-Januar-Isotherme hat. Abnehmende winterliche Temperaturen begrenzen hier maßgeblich die Verbreitung der Art. Als eine Folge Anstieg der winterlichen Temperaturen auf Grund der Klimaerwärmung konnte diese Art in den letzten Jahrzehnten ihr Verbreitungsgebiet weiter nach Norden und Osten erweitern (BERGER 2003). Aufgrund ihrer Frostsensitivität eignen sich immergrüne Arten, wie *Ilex aquifolium*, *Hedera helix* und *Prunus lauroceratus*, als ideale Indikatoren für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Pflanzenwelt (BERGER 2003, DIERSCHKE 2005). Der Anstieg der winterlichen Temperaturen wird es den immergrünen Gehölzen ermöglichen, auch Photosynthese im Winter und Frühjahr

zu betreiben, und so einen ökologischen Vorteil gegenüber den laubabwerfenden Bäumen während dieser Jahreszeiten zu bekommen. Die Chlorophyllfluoreszenz-Technik ermöglicht eine *in situ* Messung der maximalen Photosyntheseleistung in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur als auch der tatsächlichen Photosynthese. Freilandmessungen während des milden Winters 2006/07 belegen die hohe Flexibilität der Photosynthese von *Ilex aquifolium* bei niedrigen Temperaturen (BERGER & VESTE 2007). Bei Frost sank zwar die maximale mögliche Photosyntheseleistung (gemessen als maximale Quantenausbeute des Photosystems II) deutlich ab, aber diese Inhibition der Photosynthese war vollständig reversibel. Bereits 2 Stunden nachdem die Blätter einer Raumtemperatur von 20°C ausgesetzt waren, war die volle Photosyntheseleistung wieder erreicht. Diese Untersuchungen zeigten, dass *Ilex aquifolium* von den steigenden winterlichen Temperaturen weiter profitieren wird. Sommerliche Hitze und zunehmende Trockenheit hingegen könnten die weitere Verbreitung der Art an der östlichen und südlichen Verbreitungsgrenze einschränken. Die ökophysiologische Anpassungsfähigkeit dieser Populationen an diese Stressfaktoren am "rear edge" des Verbreitungsgebietes wird hier maßgeblich für ihr Überleben an diesen Standorten sein.

Schlussfolgerungen

Bäume reagieren auf Änderungen in ihrer Umwelt über genetische Änderungen über viele Generationen. Aber bei Umweltschwankungen, die kürzer sind als eine Generation, kommt der flexiblen phänotypischen und ökophysiologischen Anpassungsfähigkeit eine besondere Bedeutung zu. Insbesondere bestehen in der Anpassbarkeit zum Teil große Unterschiede zwischen den Populationen am "leading edge" und "rear edge" ihres Verbreitungsgebietes (HAMPE & PETIT 2005). Das Verständnis dieser Prozesse und deren Einbindung in die verschiedenen Skalenebenen ist ein nächster Schritt, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation und Ökosysteme besser zu verstehen und Prognosen über deren Entwicklung zu geben.

Weitere Informationen unter: <http://www.ecology-climate.de>

Literatur

- BERGER, S. 2003. *Ilex aquifolium* – Bioindikator für Klimaveränderung? – Diplomarbeit am Institut für Geobotanik, Leibniz Universität Hannover.
- BERGER, S. & VESTE, M. 2007. Temperature influence on photosynthetic activity of *Ilex aquifolium* L. - Photosynthetic advantage of climate change? *Verh. Ges. Ökol.* 37: 356
- BERGER, S. & WALTER, G.-R. 2006. Von Einzelarten zu Pflanzengesellschaften – sind Änderungen durch den Klimawandel zu erwarten? *BfN-Skripten* 180: 38-44.
- BRECKLE, S.-W. 2005. Möglicher Einfluss des Klimawandels auf die Waldvegetation Nordwest-Deutschlands? *LÖBF-Mitteilungen* 2/05: 19-24.
- BOLTE, A. 2005. Zur Zukunft der Buche in Mitteleuropa. *AFZ-Der Wald* 20/2005: 1077-1078.
- BOLTE, A. & IBISCH, P. 2007. Neun Thesen zu Klimawandel, Waldbau und Waldnaturschutz. *AFZ-Der Wald* 11/2007: 572-576.

- CZAJKOWSKI T. & BOLTE A. 2005. Unterschiedliche Reaktion deutscher und polnischer Herkünfte der Buche (*Fagus sylvatica* L.) auf Trockenheit. Allg. Forst- u. J Ztg, 177: 30-40.
- DIERSCHKE, H. 2005. Laurophyllisation – auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern. Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 17, S. 151-168
- KRIEBITZSCH, W.-U., BICK, U., DEGEN, B. VON WÜHLISCH, G., SCHWEINLE, J., SCHMITT, U., PULS, J., WELLING, J., BECK, W. 2005. Angepasstheit und Anpassungsfähigkeit von Buchen-Provenienzen an Klimabedingungen. BFH-Nachrichten 2/2005: 2-3.
- KRIEBITZSCH, W.-U., BECK, W., SCHMITT, U & VESTE, M. 2008. Bedeutung trockener Sommer für Wachstumsfaktoren von verschiedenen Herkünften der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). *AFZ-Der Wald*, in press
- GEBLER, A., KEITEL, C., KREUZWIESER, J., MATYSSEK, R., SEILER, W., RENNENBERG, H. 2007. Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. *Trees* 21:1–11
- HAMPE, A. & PETIT, R.J. 2005. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecology Letters* 8: 461-467.
- VESTE, M., SCHMITT, U., KRIEBITZSCH, W.-U. & BECK, W. 2007. European beech provenances (*Fagus sylvatica* L) under climate change: response of transpiration, chlorophyll fluorescence and tree ring growth. *Verh. Ges. Ökol.* 37: 368

Klimaanaloge Regionen in Europa als Quelle neuer Artenpools für Deutschland – Test eines neuen methodischen Ansatzes

JESSICA BERGMANN, SVEN POMPE, RALF OHLEMÜLLER, MARTIN FREIBERG, STEFAN KLOTZ & INGOLF KÜHN

Vor dem Hintergrund des Klimawandels könnte sich der Artenpool in Deutschland wesentlich verändern. Dabei müssen zwei Aspekte beachtet werden: Die Veränderung von Klimabedingungen in Deutschland könnte sowohl das gegenwärtige Verbreitungsgebiet der in Deutschland vorkommenden Arten beeinflussen, als auch für Spezies aus anderen Regionen klimatisch passende Bedingungen schaffen.

Aktuelle Studien greifen dazu überwiegend auf *‘climate envelope’*-Modellierungen zurück, um potentielle Arealverschiebungen von Arten auf der Grundlage von Art-Umweltbeziehungen zu berechnen. Hierzu ist jedoch die Kenntnis des gesamten Areals notwendig. Daten zu Gesamtarealen von Pflanzen liegen bisher unzureichend vor, so dass nur 20% der Europäischen Flora mit diesem Ansatz erfasst werden (JALAS & SUOMINEN 1972-1994, JALAS *et al.* 1996, JALAS *et al.* 1999, KURTTO *et al.* 2004).

Durch eine Erweiterung des Artenpool-Konzeptes (ZOBEL 1992, 1997) werden Kenntnisse über Gesamtareale von Arten nicht benötigt. Das Konzept geht davon aus, dass regionale Arten nur eine Auswahl derjenigen darstellen, die überregional ebenso vorhanden sind. Bestimmte Umweltfilter entscheiden, welche dieser Arten mit den an die Umweltfaktoren angepassten Merkmalen diese Filter passieren und auf lokaler bzw. regionaler Skala vorkommen können. Ein aus diesem Konzept entwickelter neuer methodischer Ansatz setzt voraus, dass das Klima als Filter auf die Zusammensetzung eines Artenpools wirkt. Klimaszenarien geben in dieser Hinsicht Anhaltspunkte, wie sich Bedingungen in Deutschland verändern könnten. Räume mit vergleichbaren (Klein-)Klimaten werden dabei zu „Klimaräumen“ zusammengefasst. In der Theorie hat nun jeder Klimaraum eine charakteristische Artenzusammensetzung.

Die räumliche Verbreitung zukünftiger Klimabedingungen für Deutschland im Zeitraum 2071-2080 wurde für drei verschiedene Klimawandelszenarien, basierend auf den SRES-Emissionsszenarien A1FI, A2 und B1 (IPCC 2007), mit Klimabedingungen in Europa im Referenzzeitraum 1961-1990 verglichen. Die Identifizierung klimaanaloger Regionen in Europa (d.h. solcher Regionen, die heute das Klima aufweisen, was wir unter den zu Grunde liegenden Szenarien für Deutschland erwarten) basiert in dieser Untersuchung auf einer Klimaklassifikation Deutschlands mit sechs Clustern. Die in Abb. 1 dargestellten identifizierten Regionen in Europa weisen ein als analog zu den zukünftigen Klimabedingungen in Deutschland angesehenes Klima auf.

Zur weiteren Betrachtung wurde die Flora der Iberischen Halbinsel, die ‚Flora Iberica‘ (CASTROVIEJO *et al.* 1986-2006) als Herkunftsgebiet für potentielle Arten in Deutschland analysiert und potenziell neue Artenpools identifiziert.

Potentielle Artenpools, die in Deutschland theoretisch zu erwarten sind, weisen zwischen den Emissionsszenarien kaum Unterschiede in Artenzahl und Artenzusammensetzung auf. Indessen sind auf der Ebene der räumlichen Cluster regionale Unterschiede zu finden, die sich in deutlich unterschiedlichen Artenzahlen und Artenzusammensetzungen dieser Artenpools widerspiegeln. Die Artenpools enthalten insbesondere atlantisch-temperate, submediterrane sowie eurosibirische Florenelemente, wobei ein beachtlicher Anteil (zwischen 30% und 50%) bereits ein Vorkommen in Deutschland aufweist (vgl. *FLORKART*, www.floraweb.de).

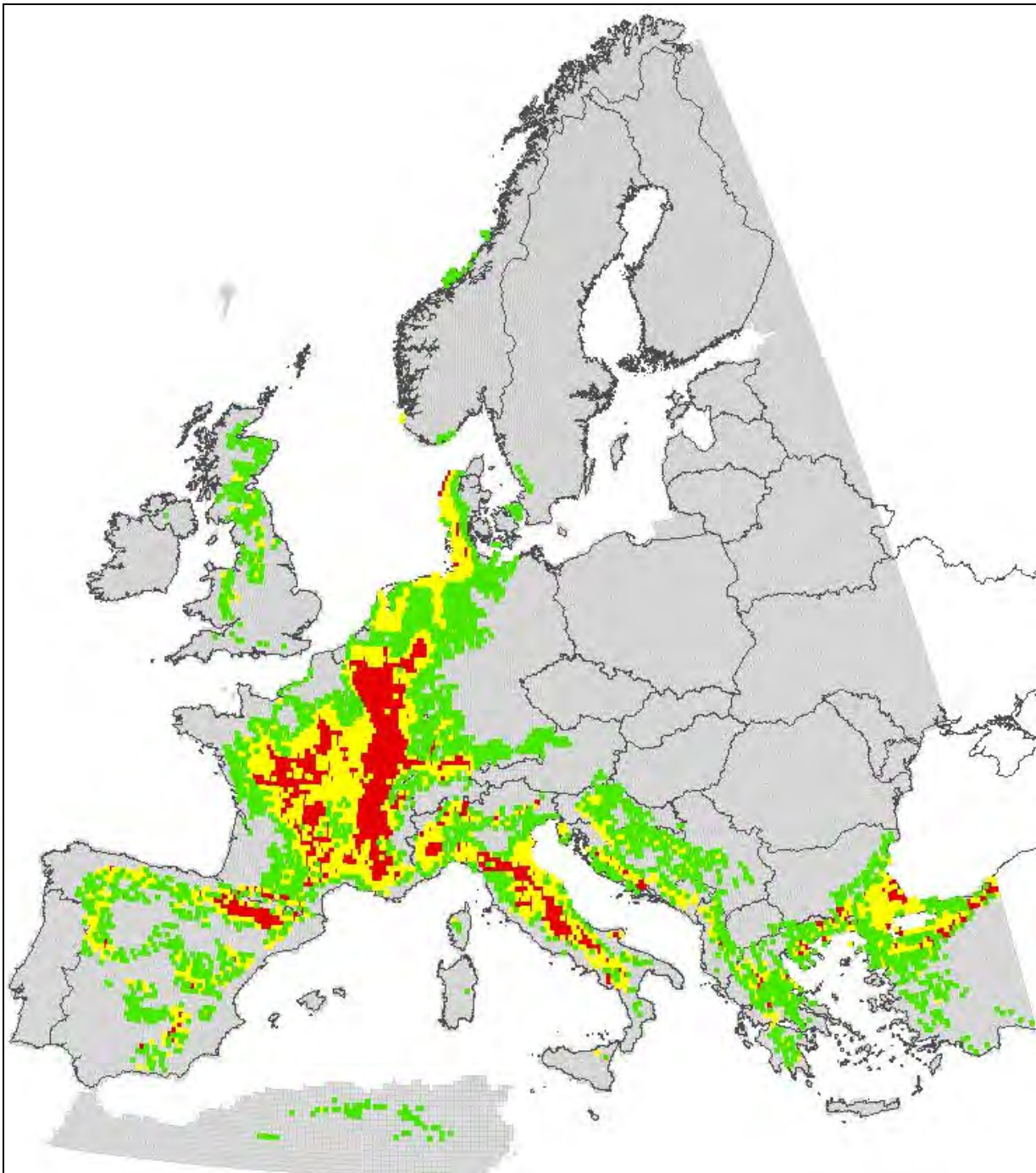


Abb. 1: Regionen in Europa 1961-1990 mit analogen Klimabedingungen zu Deutschland 2071-2080 zusammengefasst für die drei Emissionsszenarien A1FI, A2, B1. Farben: Vorkommen der Rasterzellen in drei (rot), zwei (gelb) oder nur einem (grün) Szenario.

Literatur

- CASTROVIEJO S., LAINZ M., LOPEZ GONZALES G., MONTSERRAT P., MUNOZ GARMENDIA F., PAIVA J. & VILLAR I. (eds.) 1986-2006. Flora Iberica. Volumes I-XIV. Real Jardin Botanico C.S.I.C., Madrid.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers.
- JALAS J. & SUOMINEN J. (eds.) 1972, 1973, 1976, 1979, 1980, 1983, 1986, 1989, 1991, 1994. Atlas Florae Europaeae. Distribution Of Vascular Plants In Europe. Vols. 1-10. -The Committee For Mapping the Flora Of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- JALAS J., SUOMINEN J. & LAMPINEN, R. (eds.) 1996. Atlas Florae Europaeae. Distribution Of Vascular Plants In Europe. Vol. 11. -The Committee For Mapping the Flora Of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- JALAS J., SUOMINEN J., LAMPINEN, R. & KURTTO, A. (eds.) 1999. Atlas Florae Europaeae. Distribution Of Vascular Plants In Europe. Vol. 12. The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- ZOBEL M. 1992. Plant-Species Coexistence – the Role of Historical, Evolutionary and Ecological Factors. *Oikos* 65: 314-320.
- ZOBEL M. 1997. The relative role of species pools in determining plant species richness. An alternative explanation of species coexistence? *Trends in Ecology and Evolution* 12: 266-269.

Klimawandel und invasive gebietsfremde Arten in Deutschland und Österreich

CHRISTELLE OTTO

Hintergrund

Invasive gebietsfremde Arten (engl.: *invasive alien species*, IAS) sind Arten, die durch den Menschen in ein Gebiet außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes eingebracht wurden und dort die biologische Vielfalt gefährden. Global gesehen stellen IAS eine der Hauptursachen für den Verlust von Biodiversität dar. Der Klimawandel könnte durch IAS verursachte Probleme verschlimmern (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT 2005). Neben der Arealverschiebung heimischer Arten können sich gebietsfremde Arten aus wärmeren Regionen leichter etablieren und in einem zweiten Schritt invasiv werden. Mit Blick auf das 2010-Ziel kommt der Herausforderung, IAS an der Ausbreitung zu hindern, eine besondere Bedeutung zu.

Die Kontrolle oder Ausrottung invasiver Arten ist, sobald sie etabliert und weit verbreitet sind, mit vernünftigem Aufwand kaum noch möglich. Dagegen haben Vorsorge und Sofortmaßnahmen gegen die Einbringung und Ausbreitung invasiver Arten mehr Aussicht auf Erfolg. Daher schlägt das Übereinkommen über die biologische Vielfalt 2002 in ihren Leitprinzipien zu IAS einen dreistufigen hierarchischen Ansatz aus Vorsorge, Sofortmaßnahmen und Schadensbegrenzung vor. Die Europäische Kommission erklärt es sich in der Biodiversitäts-Mitteilung (EC 2006) zum Ziel, bis zum Jahr 2008 ein europaweites IAS-Frühwarnsystem einzurichten.

Das Bundesamt für hat diesen Vorschlag aufgegriffen und das Projekt beim Umweltbundesamt Österreich (Bearbeiter: Dr. Franz Essl, Dr. Wolfgang Rabitsch) in Auftrag gegeben. Projektbeginn war Dezember 2006, die Laufzeit beträgt 27 Monate.

Methoden und Projektziele

Geographischer und taxonomischer Rahmen

Es wurde ein grenzüberschreitender Ansatz gewählt, da auch Arealverschiebungen im Rahmen des Klimawandels grenzüberschreitend sein werden. Neben Deutschland wird Österreich in die Untersuchung einbezogen. Beide Länder sind gekennzeichnet durch "typische" europäische Landnutzungsgeschichte, eine ähnliche biogeographische Lage, ähnliche sozioökonomische Daten (z.B. Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, Handelsintensität). Auch logistische Gründe (Sprache und föderale Struktur) haben diese Auswahl beeinflusst.

Es werden ausschließlich zwei taxonomische Gruppen untersucht: Gefäßpflanzen und Fische. In beiden Gruppen gibt es invasive Arten (siehe z. B. KOWARIK 2003, ESSL & RABITSCH 2004), und es sind hochqualitative Daten zu Ökologie und Verbreitung verfügbar.

Kriteriensystem zur Abschätzung von Invasivität

Das erste Arbeitspaket besteht darin, ein Kriteriensystem zur Abschätzung von Invasivität zu entwickeln. Dieses System soll transparent und leicht anwendbar sein und sich grundsätzlich auf alle taxonomischen Gruppen übertragen lassen. Es fokussiert auf die Gefährdung der Biodiversität, (d.h. Arten, z.B. ausschließlich ökonomische Schäden verursachen, werden nicht berücksichtigt) und baut auf existierenden nationalen Systemen auf. Ein Ergebnis dieses Arbeitsschritts wird eine Schwarze Liste invasiver Arten (Gefäßpflanzen, Fische) für Deutschland und Österreich sein. Die Ergebnisse sind voraussichtlich ab November 2007 verfügbar.

Analyse der Ausbreitung

In einem folgenden Schritt werden die Einführungswege und die Ausbreitungsgeschichte der identifizierten invasiven Arten analysiert. Es wird untersucht, welche Arten sich in neuer Zeit (seit ca. 25 Jahren) besonders stark ausgebreitet haben und welche Arteigenschaften für den Ausbreitungserfolg relevant waren.

Modellierung des Klimawandels

Im dritten Arbeitsschritt wird die zukünftige potenzielle Verbreitung ausgewählter Arten unter verschiedenen Szenarien modelliert. Die Artenauswahl der zu modellierenden Arten erfolgt dabei kriterienbasiert. Es wird eine Abdeckung der Bandbreite von invasiven Arten (z.B. bzgl. Habitaten, Invasionsphase, Effekte, Lebensformen, Relevanz in naturschutzfachlicher Diskussion) angestrebt. Auch Arten, die bislang nicht in Deutschland oder Österreich vorkommen und die in Nachbarländern invasiv sind, sollen einbezogen werden. Die Modellierung ihrer zukünftigen Verbreitung wird basieren auf (a) der aktuellen Verbreitung der Arten in Deutschland und Österreich und (b) auf Umwelt- und Klimavariablen (z.B. Geologie, Höhe, Landnutzung, Temperatur), die diese voraussichtlich beeinflussen. Nischenbasierte Modelle werden mit regionalen Klimaszenarien gekoppelt. Die Ergebnisse werden für Herbst 2008 erwartet.

Aufbau eines Frühwarnsystems

Als letzter Arbeitsschritt soll ein Expertennetzwerk eingerichtet werden, das der grenzüberschreitenden Frühwarnung hinsichtlich des Auftretens neuer invasiver Arten und der Ausbreitung bereits vorkommender Arten dient. Das Expertennetzwerk soll taxonomische Experten, Naturschützer und Mitarbeiter nationaler oder regionaler Naturschutzbehörden umfassen. Außerdem soll ein einfaches Berichtsverfahren zum Auftreten und der Ausbreitung invasiver Arten entwickelt werden.

Fazit und Ausblick

Das FuE-Projekt untersucht zwei wichtige Gefährdungsursachen der Biodiversität und entwickelt Methoden, die den Kenntnisstand und die Instrumente im Umgang mit IAS verbessern. Es wird ein Kriteriensystem und eine Schwarze Liste invasiver Gefäßpflanzen und Fische geliefert, die auch für politische Zwecke nutzbar und dringend erforderlich ist. Durch die Prognose der zukünftigen Verbreitung invasiver Arten und den Aufbau eines Frühwarnsystems findet das Vorsorgeprinzip Anwendung. Aufgrund seines grenzüberschreitenden Ansatzes kann das Projekt als Modell für die Entwicklung europaweiter Maßnah-

men (Europäische Schwarze Liste invasiver Arten, Europäisches Frühwarnsystem) dienen, die die EU-Kommission in den nächsten Jahren treffen wird (EC 2006).

Literatur

- EC 2006. Halting the loss of Biodiversity by 2010 – and beyond. Commission of the European Communities, Brussels, 16 pp. + Annex.
- ESSL, F. & RABITSCH, W. 2002. Neobiota in Österreich. Umweltbundesamt, Vienna, 432 pp.
- ESSL, F. & RABITSCH, W. 2004. Austrian Action plan on invasive alien species.
www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/naturschutz/Neobiota_en.pdf.
- KÖHLER, B. & WEBER, E. 2005. Bestimmungsschlüssel zur Einteilung von Neophyten in der Schweiz in die Schwarze Liste und Watch-Liste. www.cps-skew.ch/deutsch/info_invasive_pflanzen.htm
- KOWARIK, I. 2003. Biologische Invasionen in Mitteleuropa. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC, 100 pp.

Veränderungen der Libellenfauna in Deutschland und Europa aufgrund des Klimawandels und Konsequenzen für den Naturschutz

JÜRGEN OTT

In den letzten Jahrzehnten haben sich in Deutschland deutliche Veränderungen innerhalb der Libellenfauna vollzogen. Dies wird anhand mehrerer Beispiele erläutert. Ähnliche Entwicklungen sind mit allgemeinen biologischen und ökologischen Konsequenzen verbunden auch in anderen europäischen Regionen zu verzeichnen.

In Deutschland haben sich deutliche Verschiebungen innerhalb von Regionalfaunen vollzogen, wobei der Anteil mediterraner Faunenelemente zu Ungunsten der eurosibirischen Elemente deutlich zugenommen hat, wie sich am Beispiel der Vorder- und Westpfalz belegen lässt. In der jüngsten Vergangenheit hat sich dieser Prozess nochmals verstärkt. Aufgrund des Extremjahres 2003 und der nachfolgend ebenfalls sehr warmen Jahre haben sich weitere mediterrane Arten sowie Arten, die für gestörte Gewässer (große offene Uferbereiche, gefallene Wasserstände etc.) typisch sind, massiv ausgebreitet (z.B. *Lestes barbarus*, *Ischnura pumilio*). Bei einigen Arten – wie den sensiblen Moorarten *Coenagrion hastulatum* und *Somatochlora arctica* – sind dagegen in der Pfalz nur noch wenige bzw. nur noch eine Population aktuell bekannt.

Veränderungen ergaben sich aber nicht nur regional, auch deutschlandweit hat sich das Verbreitungsbild vieler mediterraner Arten in den letzten 2-3 Jahrzehnten stark verändert. Das am besten dokumentierte Beispiel hierfür ist die Feuerlibelle (*Crocothemis erythraea*), die in den achtziger Jahren nur in Baden-Württemberg bodenständig war, dann ihren „Siegesszug“ nach Norden angetreten hat und im Jahr 2007 auch das nördlichste Bundesland Schleswig-Holstein besiedelt hat. Sie folgte dabei der nach Norden voranschreitenden Erwärmung.

Neben der Feuerlibelle haben sich auch noch etliche weitere Arten in ähnlicher Weise nach Norden bzw. in der Fläche oder auch in höhere Lagen ausgebreitet (z.B. *Erythromma viridulum*, *Anax parthenope*, *Aeshna affinis*, *Sympetrum fonscolombii*). Jüngst hat sich aus dem Süden auch noch eine für Deutschland neue Art angesiedelt, die Geisterlibelle (*Boyeria irene*), der sicher bald noch weitere Arten aus dem Mittelmeerraum folgen werden.

Anhand der starken Wasserstandsänderungen bei den Woogen (v.a. dystrophe Gewässer, FFH-Lebensräume) im Biosphärenreservat „Pfälzerwald“ und der damit verbundenen negativen Effekte auf die sensiblen Moorlibellen als Indikatorarten wurde auf das Problem der Beeinträchtigung des Netzes NATURA 2000 aufmerksam gemacht. Sollten weitere Extremjahre folgen, so könnte bald das Biotopverbundnetz bzw. dessen Kohärenz gefährdet und infrage gestellt sein.

Ähnliche Entwicklungen wie bei der Libellenfauna in Deutschland zeigen sich auch europaweit, wo überall mediterrane Arten nach Norden vordringen, ja mittlerweile sogar einige afrikanische Arten bis nach Frankreich (*Trithemis annulata*) oder Norditalien (*Selysiothemis nigra*, *Trithemis annulata*) vorgedrungen

sind. Mit *Trithemis kirbyi* hat sich in 2007 zudem eine weitere afrikanische Libellenart neu in Europa angesiedelt.

Am Beispiel einiger Gewässer im Nationalpark Gran Sasso (Italien, Abruzzen) wurde demonstriert, dass auch dort bei längeren niederschlagsarmen Zeiten – wie sie im Sommer 2007 herrschten – prinzipiell ähnliche Entwicklungen wie bei den o.g. Woogen ablaufen und die Libellenfauna (wie auch die gesamte aquatische Fauna) geschädigt wird.

Abschließend sei auf einige allgemeine Entwicklungen und Veränderungen bezüglich der Biologie und Ökologie der Libellen hingewiesen, wie z.B.:

- der Bevorzugung von euryöken und ubiquitären Arten infolge der aktuellen Klimaentwicklung und der gleichzeitigen Benachteiligung stenöker Arten (z.B. Moorarten und alpine Arten)
- der Veränderung der Phänologie und der Desynchronisation (z.B. Herbstschlupf von Frühjahrsarten)
- dem verstärkten Auftreten von bivoltinen, anstatt von univoltinen Zyklen
- Verschiebungen bei den Dominanzverhältnissen innerhalb von Libellengemeinschaften

Das Projekt wird gefördert im Rahmen des ALARM-Projektes. Weitere Informationen unter: www.alarmproject.net

Weiterführende Literatur

- OTT, J. 2001. Expansion of Mediterranean Odonata in Germany and Europe – consequences of climatic changes – Adapted behaviour and shifting species ranges. In: WALTER, G.-R. et al. (Hrsg.). „Fingerprints“ of climate change. – Kluwer Academic Publishers, New York. 89-111 S.
- OTT, J. 2007. The expansion of *Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832) in Germany – an indicator of climatic changes. – In: TYAGI, B.K. (Hrsg.). Biology of dragonflies – Odonata. pp: 201-222.
- OTT, J. 2007. The expansion of Mediterranean dragonflies in Europe as an indicator of climatic changes – effects on protected species and possible consequences for the NATURA 2000 web. Pp. 22-23 in: Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2007): Emerging Issues for Biodiversity – Conservation in a Changing Climate. Technical Series no. 9, Montreal.
- Ott, J. 2007. Hat die Klimaänderung eine Auswirkung auf das Netz NATURA 2000? - Erste Ergebnisse aus Untersuchungen an Libellenzönosen dystropher Gewässer im Biosphärenreservat Pfälzerwald. – Naturschutz und biologische Vielfalt 46: 67-93.
- OTT, J. 2007. Effects of climatic changes on dragonflies – results and recent observations in Europe. – In: OTT, J. (Hrsg.). Monitoring climate change with dragonflies. – Pensoft Publishers. Sofia & Moscow (in prep.).
- TROCKUR, B., BOUDOT, J.-P., FICHEFET, V., GOFFART, P., OTT, J. & PROESS, R. 2007. Atlas der Libellen in der Saar-Lor-Lux-+-Großregion - Atlas des Odonates de la Grande Region Saar-Lor-Lux+. – Luxemburg. (in prep.)

Schutzgebietsmanagement im Zeichen des Klimawandels - Probleme und Lösungsansätze am Beispiel des Nationalparks Hardangervidda

SVEN RANNOV

Einleitung

Die südnorwegische Region der Hardangervidda beherbergt die größte Population wildlebender Rentiere in Europa. Um diesen Bestand und seinen arktisch-alpinen Lebensraum zu schützen, wurde 1981 auf einer Fläche von 3.422 km² des alpinen Hochplateaus der mit Abstand größte Nationalpark Europas ausgewiesen.

Ebenso wie viele andere Rentierlebensräume musste auch die Hardangervidda in den letzten Jahrzehnten erhebliche Bestandseinbrüche hinnehmen. Dabei reduzierte sich die Zahl von mehr als 23.000 (1983) auf zeitweise weniger als 4.500 Rentiere. Dies hat eine Diskussion über die möglichen Ursachen hierfür ausgelöst (z.B. FERGUSON 1997; ACIA 2004; ANDERSEN & HUSTAD 2004). Neben den nachweisbaren klimatischen Einflüssen ist auch der Einfluss anderer Faktoren wie z. B. Nahrungskonkurrenz durch Nutztiere oder die Limitierung des Lebensraumes durch Tourismus und Bauaktivitäten identifiziert geworden. Eine Reduzierung der Problembetrachtung auf klimatische Veränderungen allein scheint demnach der komplexen Situation nicht gerecht zu werden. Die Aufgabe für das zukünftige Schutzgebietsmanagement besteht daher darin, das Zusammenspiel der verschiedenen Faktoren mit den Folgen des Klimawandels zu erfassen und geeignete Handlungsstrategien zu entwickeln (vgl. hierzu auch OPDAM & WASCHER 2004). Das Promotionsvorhaben „Auswirkungen des Klimawandels auf lokale Wildtierbestände“ versucht zur Klärung dieser Frage beizutragen. Ziel ist es, die prägenden Faktoren für den Rentierbestand der Hardangervidda zu identifizieren und mit Hilfe verschiedener Szenarien wahrscheinliche Entwicklungspfade unter den Bedingungen eines sich wandelnden Klimas aufzuzeigen.

Methodik

Als erklärungstheoretischer Rahmen für die Arbeit wird die Reaktion des Rentierbestandes auf die Veränderungen in seiner Umwelt als komplexes adaptives System interpretiert. Demnach wird das Habitat-Demografie-Verhältnis der Population als Zusammenspiel mehrerer Teilsysteme verstanden, die eigenen Regeln folgen und sich gegenseitig beeinflussen. In einem *multi-level* Ansatz werden Einzelmodelle der Teilsysteme zu einem Gesamtbild zusammengefügt, welches einen Einblick in das Habitat-Demografie-Verhältnis des Bestandes gewährt. Erste Anwendungen in der populationsbiologischen Modellierung (z.B. RAILSBACK 2001) zeigen, dass das Konzept eines komplexen adaptiven Systems geeignet ist, *multi-level* Modelle zu entwickeln, deren Zuverlässigkeit bei der Vorhersage von Veränderungen weit über der von üblichen statistischen Modellen liegt. Aufgrund der Erfahrungen in der Ökosystemanalyse wird diesem Konzept eine große Bedeutung als Rahmen für die Analyse und Beurteilung ökologischer Systeme beigemessen (LEVIN 1998; WU & HOBBS 2002; WU & MARCEAU 2002). Insbesondere der Verknüpfung von individuen-basierten Populationsmodellen mit räumlich expliziten Landschaftsmodellen wird hier ein

hohes Entwicklungspotential zugesprochen (PONTIUS & DENMAN 2004). Diese räumlich expliziten individuen-basierten Modelle werden als viel versprechende Möglichkeit gesehen, die Auswirkungen des Klimawandels auf der Ebene einzelner Tierbestände zu betrachten (DE ANGELIS & MOOIJ 2003).

Arbeitsschritte

1. Entwurf eines konzeptionellen Modells für das Habitat-Demografie-Verhältnis des Bestandes.
2. Abgrenzung einzelner Teilsysteme.
3. Überprüfung des Modells durch eine Analyse der Landschaftsveränderungen in den letzten 40 Jahren.
4. Entwicklung von Simulationsmodellen für die wichtigsten Einflussfaktoren der Bestandsdynamik.
5. Kombination der Teilsimulationen zur Abschätzung möglicher Landschaftsveränderungen bis zum Jahre 2050 und deren Auswirkung auf die Bestandsdynamik.
6. Analyse der Szenarien und Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeiten.
7. Ableitung von Handlungsempfehlungen für das Schutzgebietsmanagement.

Literatur

- ACIA 2004. Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press.
- ANDERSEN, R. & HUSTAD, H. 2004. Villrein & Samfunn. En veiledning till bevaring og bruk av Europas siste villrein fjell. Herausgegeben von Norsk Institutt for Naturforskning. Trondheim. (NINA Temahefte, 27).
- ANGELIS, D. L. DE & MOOIJ, W. M. 2003. In praise of mechanistical rich models. In: Canham, Ch. D.; Cole, J. J.; Lauenroth, W. K. (Hg.): Models in Ecosystem Science. Princeton: Princeton University Press, S. 63–83.
- FERGUSON, M. A. D. 1997. Arctic Tundra Caribou and Climate Change: Questions of Temporal and Spatial Scales. -In: Geoscience Canada, H. 23, S. 245–252.
- LEVIN, S. A. 1998. Ecosystems and the Biosphere as Complex Adaptive Systems. -In: Ecosystems, H. 1, S. 431–436.
- OPDAM, P. & WASCHER, D. 2004. Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. -In: Biological Conservation, H. 117: 285–297.
- PONTIUS, R. G. J. H. & DENMAN, D. K. 2004. Useful techniques of validation for spatially explicit land change models. -In: Ecological Modelling, H. 179: 445–461.
- RAILSBACK, S. F. 2001. Concepts from complex adaptive systems as a framework for individual-based modelling. -In: Ecological Modelling, H. 139: 47–62.
- WU, J. & HOBBS, R. 2002. Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis. -In: Landscape Ecology, H. 17: 355–365.
- WU, J. & MARCEAU, D. 2002. Modelling complex ecological systems: an introduction. -In: Ecological Modelling, H. 153: 1–6.

2.3 Klimawandel - Auswirkungen auf Ökosystemfunktionen / Monitoring

Bodenfunktionen und Klimawandel

THOMAS KAMP, KEYA CHOUDHURY, REINER RUSER, UWE HERA & THOMAS RÖTZER

Gängige Klima-Modelle gehen derzeit davon aus, dass während der nächsten hundert Jahre die mittlere Lufttemperatur im Mitteleuropa um 2-4°C ansteigt und die Niederschlagsmenge und -verteilung sich ändert. Einigkeit besteht mittlerweile über die Ursachen. Unklarheit besteht immer noch darüber, wie sich ein Anstieg der Globaltemperatur auf die allgemeinen Lebensbedingungen auswirkt und welche Rückkopplungseffekte zwischen Klimaveränderung und veränderten Lebensbedingungen bestehen.

Die Quellen und Senken der klimarelevanten Spurengase sind zum Großteil bekannt und auch ihr Anteil an der Gesamtbilanz ist in bestimmten Grenzen abzuschätzen. Böden fungieren in dieser Bilanz sowohl als Quellen für N₂O (bedingt auch für CH₄) als auch als Senken für CH₄. Während tropische Böden die größten N₂O Emissionen (etwa 2-4 Tg N a⁻¹) natürlicher Quellen zeigen, weisen kultivierte Böden die höchsten Freisetzungsraten (etwa 2-5 Tg N a⁻¹) aller bekannten anthropogenen Quellen auf. In Deutschland werden jedes Jahr etwa 125 Gg N₂O aus landwirtschaftlich genutzten Böden freigesetzt, dies sind etwa 80% der gesamten deutschen N₂O-Freisetzungen. Kultivierte Böden tragen somit in hohem Maße zu einer Veränderung des Klimas bei.

Aktuell diskutiert wird die Rolle der Böden zum Schutz des Klimas. Zahlreiche Arbeiten geben Hinweise auf eine Stabilisierung von mikrobiellen Rückständen im Boden (C-Sequestration), was eine effektive Strategie sein könnte, den Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre zu reduzieren. Die Förderung dieser biologischen Prozesse bedarf allerdings noch weiterer Forschung über das Ausmaß der potentiellen Festlegungen und die Art und Weise der effektiven Bewirtschaftung der Böden.

Auf der anderen Seite werden bodenbiologische Prozesse durch ein weites Spektrum verschiedener Parameter beeinflusst, von denen viele wiederum klimatisch geprägt sind. Klimaveränderungen führen zu Änderungen dieser Parameter und wirken somit auch indirekt auf Prozesse im Boden und auf die Bildung bzw. den Verbrauch klimarelevanter Spurengase (s. Abb. 1).

Eine Änderung der Bodenprozesse führt darüber hinaus zu Änderungen z.B. der Wasserhaltekapazität und der Nährstoffverfügbarkeit. Durch die Beeinflussung der Mineralisation verändert sich z.B. die Nährstoffaufnahme durch Pflanzen, die Auswaschung von Nitrat oder der Humusanteile im Boden. Durch eine Erhöhung der Evaporation und / oder eine Verschiebung der Jahresniederschläge wird mancherorts eine wirtschaftlich tragfähige Pflanzenproduktion nur durch eine zusätzliche Bewässerung ermöglicht, in deren Folge die Gefahr der Versalzung des Bodens besteht. Bei ungeschütztem Boden können bei

fehlenden Niederschlägen im Sommer durch Winderosion oder bei Starkregeneignissen im Winter Verluste der Bodensubstanz eintreten.

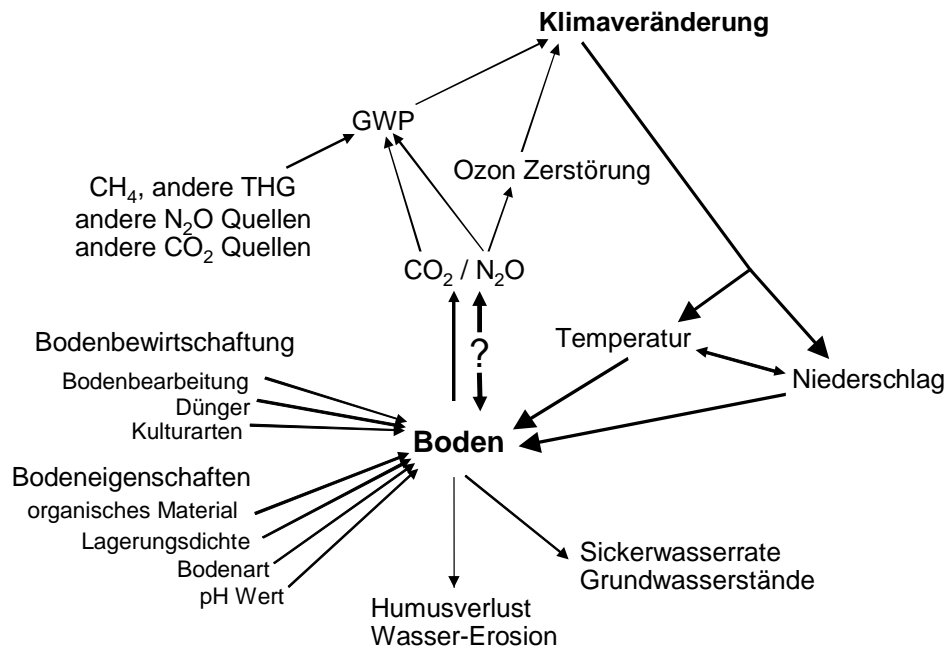


Abb. 1: Vereinfachtes Schema zur Beeinflussung der N₂O und CO₂ Freisetzungen aus landwirtschaftlichen Flächen und die Rückkopplungsmechanismen über veränderte Klimabedingungen (KAMP *et al.* 1998).

Diese und weitere Faktoren führen zu einer Degradation der Böden. Nach dem Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) sind Beeinträchtigungen von Böden allerdings so weit wie möglich zu vermeiden:

Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) (17.03.1998)

§ 1 Zweck und Grundsätze des Gesetzes

Zweck dieses Gesetzes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, der Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden.

Im BBodSchG sind allerdings keine weitergehenden und eindeutigen Definitionen und keine konkreten Festlegungen zur Bewertung der Bodenfunktionen festgehalten. Auf Länderebene und im Planungsvollzug hat dies zu einer Vielzahl von Methoden mit unterschiedlichen Ausgangsbedingungen geführt, die unter Umständen zu unterschiedlichen Ergebnissen bei Bewertung von Bodenfunktionen führen können.

Der Bund/Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO) und die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) haben deshalb Definition von Bodenfunktionen, Bodenteilfunktionen und Kriterien

erarbeitet und Methoden zur Bewertung von Bodenfunktionen¹, sowie zu Leistungspotentialen und Gefährdungsgraden von Böden^{2,3}, zusammengestellt.

Auf Grundlage dieser Definitionen konnte im vorliegenden Projekt festgehalten werden, dass Bodenfunktionen durch veränderte Klimabedingungen in hohem Maße betroffen sind. Für die Bodenteilfunktion "Lebensgrundlage und Lebensraum für Pflanzen" mit dem Kriterium "Standortpotential für Pflanzengesellschaften" ergeben sich zum Beispiel nachfolgende Gefährdungen:

- Verringerung der Durchwurzelbarkeit bei vorzeitiger Entleerung des Bodenwasserspeichers durch z.B. Sommertrockenheit
- Verringerung der Kationenaustauschkapazität bei ungenügender Quellung von Tonmineralen durch z.B. Wassermangel
- Verringerung der Nährstoffgehalte im Boden bei stärkeren Mineralisierungsraten im Winterhalbjahr durch z.B. erhöhte Wintertemperaturen
- Zunehmende Nitratauswaschung durch z.B. erhöhte Winterniederschläge
- Veränderung des Porenvolumens und damit der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens durch z.B. Verschlammung
- Veränderung von Bodenzahlen durch z.B. steigende Temperaturen

Die qualitativen Aussagen zur Betroffenheit von Bodenfunktionen wurden im Projekt durch mathematische Betrachtungen überprüft. Hierzu wurden Bodendaten von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) der Bundesländer im nordwestdeutschen Tiefland, im Alpenvorland mit nordbayerischem Hügelland und in der mitteldeutschen Trockenregion unter Klimaprojektionen (C20, B1, A1B) aus dem regionalen Modell REMO des Hamburger Max-Planck-Institut für Meteorologie für die Modellperioden 1961-1990 gegenüber 2071-2100 betrachtet und die Leistungspotentiale und Gefährdungsgrade dieser Böden berechnet.

Es stellte sich heraus, dass die verwendeten Rechenmethoden geeignet sind, die Leistungspotenziale und Gefährdungsgrade von Böden unter derzeitigen Klimabedingungen abzubilden. Eine Projektion auf zukünftige, veränderte Klimabedingungen war jedoch nicht möglich, da in den Methoden Parameter wie Temperatur, Niederschläge oder Windgeschwindigkeiten nicht ausreichend berücksichtigt werden. Weiterhin konnten bisher mit den verwendeten Methoden, als auch mit den herangezogenen Klimaprojektionen, keine Aussagen über prognostizierte Extremereignisse (z.B. Starkregenereignisse, Stürme, Sommerdürre) getroffen werden.

1 AD-HOC-AG BODEN des BUND/LÄNDER-AUSSCHUSSES BODENFORSCHUNG (BLA-GEO) in Zusammenarbeit mit der BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (2003) Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Gefahr der Entstehung schädlicher Bodenveränderungen sowie der Nutzungsfunktion 'Rohstofflagerstätte' nach BBodSchG. URL http://www.bgr.de/saf_boden/adhocag/adhocag.html

2 AD-HOC-AG BODEN (2000) Methodendokumentation Bodenkunde - Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. 2. Auflage. Sonderhefte Reihe G - Geol. Jahrb., Heft 1. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

3 AD-HOC-AG BODEN (2007) Neue Methoden und Aktualisierungen der Methodendokumentation Bodenkunde. URL http://www.bgr.bund.de/nm_325414/DE/Themen/Boden/Produkte/Downloads/methoden.html. Veröffentlichung von Methoden bis Mai 2007.

Um quantitative Ergebnisse zur Betroffenheit von Böden und Bodenfunktionen unter veränderten Klimabedingungen erzielen zu können, müssen existierende Bewertungsmethoden hinsichtlich klimatischer Parameter angepasst werden, u.U. neu entwickelt werden, oder sich z.B. an derzeitige Methoden aus anderen Klimabereichen (z.B. südliches Europa, Balkan) anlehnen.

Zum Schutz des Bodens vor Klimawirkungen und zum Schutz des Klimas aus Sicht des Bodenschutzes werden auf Grundlage der Projektergebnisse Maßnahmen empfohlen, die bereits teilweise schon von der Bundesregierung im "Nationalen Klimaschutzprogramm 2005" festgeschrieben wurden, wie z.B.:

- Einstellung der Nutzung von Moorböden & Renaturierung
- Einhaltung der guten fachlichen Praxis (BBodSchG)
- Generelles Verbot des Grünlandumbruchs (BNatSchG)
- Ausweitung des ökologischen Landbaus
- *cross compliance* / Nitrat-Richtlinie
- Ableitung von übermäßigen Niederschlagswässern im Winter und ihre Speicherung für den Sommer (Retentionsräume)
- Beregnung nur bei höherwertigen Produkten und wassersparende Methoden
- Änderung der Fruchtfolgen und -artenspektrum sowie Züchtung und Einsatz angepasster Sorten

Die vorgestellten Ergebnisse sind Auszüge aus einem Forschungsprojekt des Umweltbundesamt (FG II 2.7) mit finanzieller Unterstützung des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

Weitere Informationen unter: <http://biodiv.de>

Extrem-Wetterereignisse und ihre Folgen - ein neues Experiment zur Auswirkung von Trockenheit, Starkregen und Frostwechseln auf Pflanzengemeinschaften und Ökosystemfunktionen

JÜRGEN KREYLING, CARL BEIERKUHNLEIN & ANKE JENTSCH

Die derzeit erwarteten globalen Veränderungen des Klimas werden sich neben Trends in Temperatur und Niederschlag vor allem im Auftreten zeitlich begrenzter, außergewöhnlicher Ereignisse wie Sommerdürren, Frostwechsel und Starkregen bemerkbar machen. Wir nehmen an, dass extreme Wetterereignisse stärkere Effekte haben können als graduelle Verschiebungen klimatischer Mittelwerte, zum Beispiel auf phänologische Rhythmen, Wechselwirkungen zwischen Arten und ökologische Serviceleistungen. Wegen ihrer schweren Vorhersagbarkeit und dem daraus resultierenden Mangel an Wissen über ihre ökologischen Auswirkungen können die Folgen von Extremwetterereignissen weder in Freilandbeobachtungen noch in Modellsimulationen befriedigend untersucht werden. Deshalb wurde an der Universität Bayreuth ein Freilandexperiment mit Grünland- und Heidesystemen angelegt und deren Reaktion auf simulierte Extremereignisse von 100-jähriger Wiederkehrzeit gemessen.

Daten aus dem EVENT-Experiment belegen, dass sowohl Dürre- als auch Starkregenereignisse zwar die oberirdische Produktivität einzelner Arten verändern, sie beeinflussten die Gesamtbiomasseproduktion von Pflanzengemeinschaften aber kaum. Allerdings zeigten Absterberaten deutlich erhöhten Stress durch die manipulierten Wetterereignisse. In den Grünlandsystemen wurden diese Reaktionen durch erhöhte Diversität abgeschwächt, in den Zwergstrauchheiden wurde allerdings genau das Gegenteil gefunden. Darüber hinaus wurde der Blühzeitraum von Gräsern, Kräutern und Zwergsträuchern durch Dürreereignisse um vier Tage verlängert, jedoch durch Starkregenereignisse um 4 Tage verkürzt.

Außerdem konnte im EVENT-Experiment erstmals gezeigt werden, dass das Frostwechselregime des vorhergegangenen Winters für temperate Grünlandbestände nicht nur kurzfristige Veränderungen im Nährstoffangebot zur Schneeschmelze bewirkt, sondern dass es auch das Pflanzenwachstum nachhaltig beeinflusst, z.B. Erhöhung der Produktivität um 10% nach zusätzlichen Boden-Frostwechselzyklen im vorhergegangenen Winter. Gleichzeitig stieg allerdings das Verhältnis oberirdischer zu unterirdischer Biomasse deutlich an, was die Anfälligkeit der Bestände gegenüber anderen Wetterereignissen, wie z.B. Dürre oder Spätfrost, verstärken könnte.

Extreme Wetterereignisse haben also deutliche Auswirkungen auf verschiedene Ökosystemparameter weit über die kurze Dauer ihres Auftretens hinaus, auch wenn sie nicht in einer Stärke auftreten, die zu sofortigen Schäden in der oberirdischen Biomasse führt. Darüber hinaus beeinflussen pflanzliche Interaktionen die Wirkung von extremen Wetterereignissen. In unserem Experiment fand sich kein allgemein abpuffernder Effekt durch erhöhte Diversität in den realisierten, niedrigen Diversitätsstufen.

Weiterführende Informationen und Literatur unter: <http://www.uni-bayreuth.de/departments/biogeno/event>

Die Möglichkeiten des ökosystemaren Monitoring, Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität zu erkennen

SUSANNE FRIEDRICH & OLIVER BRAUNER

Natürliche Systeme sind komplex und variabel, letzteres in Zeitskalen von Stunden bis zu Tausenden von Jahren. Diese Variabilität zu verstehen setzt voraus, dass wir Ökosysteme oder Ausschnitte davon über lange Zeiträume beobachten und quantitativ Veränderungen aufzeigen. Erst dann können wir Ursachen und Wirkungen von Umweltveränderungen verstehen und zukünftige Entwicklungen vorhersagen.

Es sind also ökologische Langzeituntersuchungen erforderlich, die sich über viele Jahrzehnte erstrecken. Für das Land Brandenburg wurde für die drei Biosphärenreservate ein handlungsorientiertes, kostengünstiges und arbeitsteiliges Konzept für die Ökosystemare Umweltbeobachtung (ÖUB) entwickelt, dessen methodische Entwicklung auch auf andere Schutzgebiete übertragbar ist (LUTHARDT *et al.* 1999).

Die ÖUB betrachtet seit 1997 verschiedene, miteinander in Beziehung stehende Elemente der belebten und unbelebten Natur auf einer Fläche. Dabei sollen regionale Besonderheiten verschiedener Ökosysteme, Belastungen und Nutzungen berücksichtigt werden, um die lokalen Veränderungen besser beurteilen zu können. Bisher wurden insgesamt 136 Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet. Die ÖUB stärkt und ergänzt daher die sektoralen Beobachtungsprogramme und greift andererseits auf diese zurück. Langfristige, in der ÖUB gewonnene Datenreihen sind geeignet, die Ergebnisse der Ökosystemforschung zu erhärten. Das Auftreten bisher unbekannter Phänomene bzw. das frühzeitige Erkennen sich neu entwickelnder Trends kann wiederum Anlass für neue, vertiefende Forschungsaktivitäten sein.

Die ÖUB Brandenburg wurde bei ihrer Konzeption Ende der 90er Jahre nicht direkt auf die Erfassung der Wirkung klimatischer Veränderungen auf Ökosysteme ausgelegt. Mittlerweile sind die Ökosysteme Brandenburgs als besonders gefährdet hinsichtlich des Klimawandels eingestuft.

Bereits heute werden im Rahmen der ÖUB u.a. die ökologischen Zeigerwerte Trockenheits- und Feuchtezahl ausgewertet, was in Zukunft ermöglicht, Trends abzulesen. Mit regelmäßigen Wasserstufenkartierungen lassen sich ebenfalls flächenbezogene Rückschlüsse auf Ursachen ziehen. Phänologische Veränderungen (semi-qualitativ) sowie Abundanzveränderungen, Rote-Liste-Arten und Neophytenuntersuchungen lassen Rückschlüsse auf Ursachen für die Bildung neuer Lebensgemeinschaften zu. Hervorzuheben ist dabei, dass sich die negativen Entwicklungen auf viele Wirkungsfaktoren und nicht allein auf klimatische Veränderungen zurückführen lassen. Um die Probleme besser zu verstehen und Gegenmaßnahmen entwickeln zu können, muss das Konzept flexibel angepasst werden. Soweit es die personelle und finanzielle Ausstattung des Programms zulässt, könnten im faunistischen Teil die Untersuchungen an wärmeliebenden Arten intensiviert werden. Dies gilt auch für den floristischen Teil, indem Zielarten definiert und regelmäßig untersucht werden. Schließlich besteht großes Untersuchungspotential für weiteren Erkenntnisgewinn im Bereich der Grundwassermessungen und des Seenprogramms.

Die zusätzlichen Ergebnisse könnten in die bereits stattfindende Erfüllung internationaler Berichtspflichten und in die kontinuierliche regionale Umweltberichterstattung einfließen (LUTHARDT *et al.* 2004, 2006, 2007).

Literatur

- LUTHARDT, V., VAHRSON, W.-G. & F. DREGER 1999. Konzept und Aufbau der Ökosystemaren Umweltbeobachtung für die Biosphärenreservate Brandenburgs. *Natur und Landschaft* 74, H. 4, 135-143. <http://lanuweb.fh-eberswalde.de/oeub/>
- LUTHARDT, V. et al. 2004. Lebensräume im Wandel. Bericht zur ökosystemaren Umweltbeobachtung in den Biosphärenreservaten Brandenburgs. Fachbeiträge des Landesumweltamtes, H. 94. Potsdam.
- LUTHARDT, V. et al. 2006. 2. Bericht zur ökosystemaren Umweltbeobachtung in den BR Brandenburgs: Zeitreihenuntersuchungen der Seen, des Moorgrünlandes und der Moore im BR Schorfheide-Chorin; der Fließgewässer, des mineralischen und Moorgründlandes sowie der Äcker im BR Spreewald. FO-Bericht im Auftrag des LUA Brandenburgs, 349 S. + Anhang.
- LUTHARDT, V. et al. 2007. Ergebnisbericht. Zeitreihenuntersuchungen des mineralischen Grünlandes, der Äcker sowie der Feldsölle im BR Schorfheide-Chorin, 187 S. + Anhang.

Exploratorien für funktionelle Biodiversitätsforschung in Deutschland

SIMONE PFEIFFER, MARKUS FISCHER, ELISABETH KALKO, EDUARD LINSENMAIR, ERNST-DETLEF SCHULZE & WOLFGANG WEISSER

Hintergrund

In Mitteleuropa verändert der Mensch seit Jahrhunderten durch vielfältige Bewirtschaftungsformen die Landschaftsstruktur. Neben der Artendiversität können auch die genetische Diversität, die Diversität an Lebensgemeinschaften und die biologischen Interaktionen zwischen Individuen durch Landnutzungsänderungen beeinflusst werden. Die Ökosysteme dienen dem Menschen als Rohstofflieferanten, leisten aber auch funktionell – z.B. für die Erhaltung fruchtbarer Böden, sauberen Wassers und sauberer Luft – wichtige Dienste. Da die zugrunde liegenden ökologischen Prozesse auch von der Biodiversität beeinflusst werden, sind interdisziplinäre Forschungsprojekte zu den Auswirkungen von Landnutzung und Biodiversität auf Ökosystemprozesse wissenschaftlich wie gesellschaftlich bedeutsam.

Projektziele

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert seit 2006 die Etablierung von drei großskaligen Langzeituntersuchungsgebieten in Deutschland. Diese Biodiversitäts-Exploratorien schließen nicht nur Langzeitbeobachtungen, sondern auch experimentelle Arbeiten ein.

Die Exploratorien tragen zu einem umfassenden Verständnis der funktionellen Konsequenzen von Änderungen von Biodiversität, Landnutzung und Ökosystemprozessen bei, die deren Beziehungen zueinander und Rückkopplungsmechanismen zwischen den verschiedenen Ebenen untersuchen und diese in den gesamtgesellschaftlichen Zusammenhang stellen. Auf Grund ihrer Größe erlauben die Exploratorien es, diese Fragen erstmals in einem realen Landschaftskontext zu untersuchen.

Die Forschung in den Exploratorien hat zum Ziel: 1) den Einfluss der Biodiversität auf Ökosystemprozesse zu untersuchen; 2) die Beziehungen zwischen der Biodiversität verschiedener Taxa und unterschiedlicher Ebenen biologischer Organisation aufzuklären; und 3) den Einfluss der Landnutzung und des Managements auf die Biodiversität zu verstehen.

Design der Exploratorien

Aufgrund ihrer vielfältigen Landnutzung wurden als Exploratorien das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin in Brandenburg, der Nationalpark Hainich mit seiner Umgebung in Thüringen und das Biosphärengebiet Schwäbische Alb in Baden-Württemberg gewählt.

Jedes Exploratorium besitzt 1.000 Untersuchungsflächen (500 im Wald und 500 im Grünland), in denen der Landnutzungstyp und dessen Intensität, Bodenparameter sowie die Artenzahl und Deckung von Pflanzen erfasst wurden. Entlang der Landnutzungsgradienten von extensiver zu intensiver Bewirtschaftung sind 100 der 1.000 Flächen für genauere Beobachtungen der Pflanzen- und Tierwelt sowie Experimente ausgewählt worden. 18 der 100 Flächen pro Exploratorium werden für besonders aufwändige Studien z. B. zur Erfassung der Diversität von Bodenmikroorganismen genutzt.

Alle Daten werden zentral in einer Datenbank gespeichert, um sie langfristig Wissenschaftlern, Behörden und Institutionen zugänglich zu machen. Durch die Datenverknüpfung innerhalb des Projektes und die Integration bestehender Datenbankinformationen wird eine komplexe und interdisziplinäre Datenanalyse ermöglicht, die vor allem systemische Fragen beantworten kann.

Integration weiterer Projekte

Nach der Etablierungsphase 2007 erfolgte die Integration weiterer von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderter Projekte, die bisher nicht untersuchte Taxa, weitere Ökosystemprozesse und –funktionen sowie zusätzliche Experimente bearbeiten. 2008 begannen 26 und 2009 acht weitere Projekte aus über 25 Forschungsinstitutionen. Die Exploratorien dienen somit der gesamten deutschen Biodiversitätsforschungsgemeinschaft als stimulierende Untersuchungsplattform.

Stand der Arbeiten

In allen drei Exploratorien hält je ein lokales Managementteam die notwendigen Kontakte zu Behörden, Landbesitzern und Interessensvertretungen, präsentiert das Projekt der interessierten Öffentlichkeit und tritt zusammen mit dem zentralen Koordinationsbüro in Potsdam als Ansprechpartner für alle Belange auf.

Nachdem in 2007 vor allem Inventuren von Boden und Vegetation auf den 1.000 Untersuchungsflächen pro Exploratorium und Methodenetablierung im Vordergrund standen, folgen 2008 und 2009 spezifische Erfassungen diverser Organismengruppen und eine Vielzahl von Experimenten (z.B. Einsaat bestimmter Pflanzenarten, Ausschluss von Räufern, Störungsstudien, Manipulation von Streu und Totholz, Manipulation von Ressourcendichte und –qualität von Blütenbesuchern). Das gesammelte Pflanzen- und Tiermaterial wird in Museen und staatlichen Sammlungen inventarisiert und steht zukünftig auch anderen Wissenschaftlern zur Verfügung. Auf den 100 Experimentierflächen pro Exploratorium zeichnen Messstationen kontinuierlich Lufttemperatur, Oberflächentemperatur, relative Luftfeuchte, Bodentemperatur und Bodenfeuchte auf.

Befragungen der Landbesitzer und -nutzer zum aktuellen Landmanagement und die Recherche zur historischen Landnutzung der Gebiete erlauben die Auswertung erhobener Biodiversitäts- und Ökosystemfunktionsdaten im Bezug auf Landnutzungsveränderungen in Deutschlands Kulturlandschaft.

Weitere Informationen unter: www.biodiversity-exploratories.de

Das Sachverständigengutachten „Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität – unter besonderer Berücksichtigung der Klimarelevanz von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege“

MARTIN LANGE

Das vom BfN finanzierte Sachverständigengutachten hat zum Ziel, den Wissensstand zum Einfluss von Landnutzungen auf den Klimawandel wieder zu geben und daraus Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu entwickeln.

Im ersten Teil des Gutachtens werden anhand von Klimaprojektionen die Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserwirtschaft, Biodiversität und Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland sowie in drei in unterschiedlichem Maße betroffenen Regionen Deutschlands dargestellt.

Der zweite Teil beschreibt und quantifiziert die in unterschiedlichen Ökosystemen und bei unterschiedlichen Landnutzungen sowie deren Veränderung anfallenden Treibhausgasemissionen. Zu diesem Zwecke werden existierende Forschungsergebnisse, die in Regionen mit für Deutschland vergleichbaren (klimatischen) Bedingungen gewonnen wurden, ausgewertet sowie einige Experteninterviews durchgeführt.

Im dritten Teil werden erste rechts- und planungsrelevante Kennwerte, Ziele, Standards und Maßnahmenempfehlungen identifiziert und der weitere diesbezügliche Forschungsbedarf beschrieben.

Die Ergebnisse des Sachverständigengutachtens sollen damit genutzt werden als:

- Grundlage für die weitere wissenschaftliche Forschung. Derzeit besteht ein hoher Forschungsbedarf zur Verminderung der Auswirkungen des Klimawandels. Mit den Ergebnissen des Gutachtens kann die für den Naturschutz relevante weitere Forschung fokussiert und zugeschnitten werden. Damit fungiert das Sachverständigengutachten als Vorstudie für ein vertiefendes Forschungsvorhaben.
- Grundlage für die erste Umsetzung/ Berücksichtigung der Treibhausgasrelevanz in Recht, Planung und Verwaltung (z.B. dem BNatSchG, der räumlichen Planung, der Eingriffsregelung, der guten fachlichen Praxis der Land- und Forstwirtschaft, dem Naturschutzmanagement, der Agrar-Umweltförderung, der landwirtschaftlichen Umweltberatung und ökologischen Bewertung von Betrieben sowie der Berücksichtigung beim Anbau und der Nutzung von Biomasse).

Festzuhalten bleibt, dass die Berücksichtigung der Treibhausgasemissionen aus Landnutzungen vor dem Hintergrund gegenwärtiger und zu erwartender starker Veränderungen im Landnutzungsmuster weitere Brisanz erhalten wird. Hieraus könnten sich neue interessante Möglichkeiten und Argumente im Sinne eines umfassenden Naturschutzes ergeben.

Weitere Informationen zu dem Gutachten können Sie bei Frau Wiebke Saathoff erfragen.

3.4 Beispiele von Projekten aus den Bundesländern und Verbänden

Die Situation des arktisch-alpinen Florenelementes in Sachsen im Spannungsfeld zwischen der bisherigen Landnutzung und dem angenommenen zukünftigen Klimawandel

WOLFGANG RIETHER

Am Anfang war die Erde

ALDO LEOPOLD

Die sächsische Vegetation und Flora weist auf Grund der natürlichen Bedingungen des Landes und der Florengeschichte einige Elemente auf, die unter den Bedingungen der bisherigen Landnutzung und des zu erwartenden Klimawandels eine besondere naturschutzrelevante Betrachtung und Bewertung bedürfen. Die Klimabedingungen für die Verbreitung der einzelnen Arten spiegeln sich in der Zonalität, Ozeanität und Höhenstufenbindung wider.

Im nachfolgenden Beitrag wird speziell auf Gefäßpflanzen des arktisch-alpinen Florenelementes eingegangen. Es werden zum einen die Reliktarten der arktischen, subarktischen und borealen Zone und zum anderen die der subalpinen und montanen Höhenstufe betrachtet. Florengeschichtlich habe diese Relikte bzw. Zeugen eine naturschutzfachlich hohe Bedeutung. Als Relikte werden dabei Pflanzen einer früheren Klimaperiode definiert, die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit seit ihrem Erstauftreten an ihrem Standort vorkommen und deren nächstgelegene Fundorte nach menschlichem Ermessen so weit entfernt sind, dass ein Gen- bzw. Diasporenaustausch nicht vorstellbar ist. Hingegen verstehen wir unter Zeugen, seltene Pflanzen einer früheren Klimaperiode, die im Gebiet Teilareale aufbaut, die mit ihren Nachbarpopulationen in Verbindung stehen (können) oder die an entsprechenden Standorten heute noch Ausweichmöglichkeiten finden.

Bezüglich des Landschafts- bzw. des Klimawandels verdienen insbesondere die Kaltzeitrelikt/-zeugen, d.h. die Arten der spätglazialen Tundravegetation mit (heutiger) Bindung an lokal kalte bis kühle Standorte unsere Aufmerksamkeit.

Florengesographisch sei noch darauf hingewiesen, dass die sächsische Flora eine deutliche Florabeziehung zum südöstlichen Mitteleuropa, d.h. dem sudetisch-karpatischen bzw. illyrisch-balkanischem Florenelement besitzt. In Sachsen konzentrieren sich die Vorkommen dieser Florenelemente aufgrund der klimatischen Bedingungen auf das Erzgebirge und lokal eng begrenzte Standorte im Elbsandsteingebirge, in historischer Zeit auf Gipfel des Lausitzer Berglandes (Lausche).

Tab. 1: Klimastufen und Lebensbedingungen der Sippen des arktisch-alpinen Florenelementes im Erzgebirge

Charakteristik	Oberste/Gipfellagen	Obere Lagen	Mittelhohe Lagen	Untere Lagen
Höhenlage	950 –1214 m üNN	750 –950 m üNN	550 – 750 m üNN	bis 550 m üNN
Mitteltemperatur/a	4,3 – 2,8 °C	5,5 - 4,3 °C	7,0 - 5,5 °C	7,6 - 7,0 °C
Niederschlag/a	ca. 1.100 mm	ca. 950-1.150 mm	ca. 800-1.000 mm	ca. < 800 mm
Vegetationsperiode	175-155 Tage	190 - 175 Tage	205 - 190 Tage	220 - 205 Tage
Ausdehnung	ca. 50 km ²	ca. 1050 km ²	ca. 2150 km	
Areal	boreal bis subalpin	montan bis boreal	submontan bis montan	collin bis submontan
Leitarten	<i>Swertia perennis</i> <i>Diphasiastrum alpinum</i>	<i>Homogyne alpina</i> <i>Betula nana</i> <i>Cicerbita alpina</i> <i>Luzula sylvatica</i>	<i>Arnica montana</i> <i>Blechnum spicant</i> <i>Meum athamanticum</i>	

Zu den Florenelementen, die vorwiegend in den oberen d.h. feucht-kühlen Lagen in Sachsen ihre Hauptverbreitung besitzen, können ca. 62 Sippen gerechnet werden. Auf Grund ungeklärter taxonomischer (spezifisch/infraspezifisch) Fragen beschränken sich die Aussagen auf die nachfolgend aufgelisteten 27 (unproblematischen) Sippen in Tabelle 2. Die Verbreitung der einzelnen Sippen in den verschiedenen Höhenstufen ist farblich gekennzeichnet.

Die Sippen des arktisch-alpinen Florenelementes gehören bereits jetzt zu den gefährdetesten Pflanzenarten Sachsens: als ausgestorben/verschollen sind (0) sieben Sippen (25%), als vom Aussterben bedroht (1) fünf Sippen (19%), stark gefährdet (2) drei Sippen (11%), gefährdet (3) sechs Sippen (22%), extrem selten (R) fünf Sippen (19%) und nur eine Sippe ist als ungefährdet eingestuft.

Die Ursachen für den bisherigen Rückgang sind fast ausschließlich in der bisherigen Veränderung der Landnutzung zu suchen:

- naturräumlich:
Großflächiges Waldsterben, z.T. Kahlschlagwirtschaft: Auflichtung, Rückgang Schneebedeckung; Veränderung in Wasserhaushalt/Lokalklima; großflächiger Schad-/Nährstoffeintrag (Eutrophierung); Abbau Moore/Entwässerung: Zerstörung als Lebensraum, Veränderung von Wasserhaushalt/ Lokalklima
- lokal:
Verbrachung durch Nutzungsaufgabe: Eutrophierung; Aufpflanzung Offenlandbiotop:
Lebensraumzerstörung; Melioration von Feuchtflächen sowohl im Wald als auch im Offenland:
Zerstörung Lebensraum, Veränderung Wasserhaushalt/Mikroklima; Errichtung/Erhaltung/Betrieb wirtschaftlicher/touristischer Infrastruktur: (Wander-)Wege, Skipisten und -loipen, Beschneiungsanlagen, Straßen, Park- und Ausformplätze, Seilbahnen, Sessellifte, Versorgungsleitungen, Bergbau
- populationsbezogen:
Wissenschaftliche Aufsammlungen, Fotografieren, Entnahme, Wildverbiss

Tab. 2: Florenelemente der oberen, feucht-kühlen Lagen in Sachsen (Auszug)

Art	Oberste/ Gipfel- lagen	Obere Lagen	Mittel- hohe Lagen	Untere Lagen	Gefähr- dungs- grad
<i>Alchemilla effusa</i> BUSER					3
<i>Athyrium distentifolium</i> TAUSCH EX OPIZ					3
<i>Betula nana</i> L.					- (1)
<i>Carex limosa</i> L.		0	0	0	1
<i>Cicerbita alpina</i> (L.) WALLR.					3
<i>Diphasiastrum alpinum</i> (L.) HOLUB		0			1
<i>Empetrum nigrum</i> L.			0		3
<i>Epilobium alpestre</i> (JACQ.) KROCK.					R
<i>Epilobium alsinifolium</i> VILL.					R
<i>Epilobium nutans</i> F.W. SCHMIDT	0	0			0
<i>Euphrasia rostkoviana ssp. montana</i> (JORD.) BEHRER				0	2
<i>Gnaphalium norvegicum</i> GUNNERUS	0				0
<i>Homogyne alpina</i> (L.) CASS.			0		2
<i>Listera cordata</i> (L.) R. BR.	0	0			0
<i>Poa supina</i> SCHRAD.					-
<i>Pseudorchis albida</i> (L.) A. LÖVE & D. LÖVE					1
<i>Rhinanthus alpinus</i> BAUMG.	0				0
<i>Rumex arifolius</i> ALL.					R
<i>Sagina saginoides</i> (L.) H. KARST.	0				0
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.		0			0
<i>Sedum villosum</i> L.	0	0	0	0	0
<i>Solidago virgaurea ssp. minuta</i> (L.) ARCANG.					R
<i>Sorbus aucuparia ssp. glabrata</i> (WIMM. & GRAB.) CAJ.					R
<i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC.					2
<i>Swertia perennis</i> L.					1
<i>Vaccinium oxycoccus</i> L.					3
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.					3

Ökologische Wirkungen dieser Eingriffe in Natur und Landschaft:

- Störung des Wasserhaushaltes (in der Regel Zunahme der Trockenheit, d.h. Unterbrechung des konstanten Wasserdargebotes, Erhöhung der Wassertemperatur)
- Veränderung des Lokal- und Mikroklimas (in der Regel Zunahme der Temperaturen, flächenmäßige Verringerung von Kaltluftentstehungsgebieten, Ausfall von kleinräumlichen mikroklimatisch extremen Sonderstandorten, Abnahme der Tau- und Nebelbildung, Verkürzung der Schneebedeckung)
- Eutrophierung der Böden (Zunahme des Konkurrenzdrucks, Verschlechterung der Keimbedingungen)
- Einschränkung/Verlust des genetischen Austausches zwischen Populationen bzw. Teilarealen

Dies bedeutet, dass die bisherigen Veränderungen in der Landnutzung eine Vorwegnahme des Klimawandels auf naturräumlicher Ebene darstellen.

Fazit aus der Klimaprojektion bis 2100 in Sachsen

1. Gravierender Temperaturanstieg/stärkere Verdunstung

- Verringerung der Frostperiode/Erweiterung Vegetationsperiode

- Geringere Schneebedeckung (zeitlich/räumlich)
- Erhöhung Stoffumsatz, Nährstoffanreicherung
- Veränderung Keimbedingungen
- Veränderung Mikroklima: Verringerung Tau- und Nebelbildung². Markanter Rückgang der

Niederschläge in der Vegetationsperiode

- Verschlechterung des Wasserhaushaltes für wassergebundene Lebensräume
- Veränderung des Mikroklimas: geringere Tau- und Nebelbildung,
- Verringerung der Flächen für Kaltluftentstehung
- Erhöhung des Stoffumsatzes durch Austrocknung von Nass- und Moorböden, Nährstoffanreicherung

3. Keine nennenswerte Zunahme der Winterniederschläge

- Verringerung der Schneebedeckung
- Verschlechterung des Wasserhaushaltes für wassergebundene Lebensräume

4. Rückgang der Niederschläge vor allem in bereits niederschlagsarmen Region

- Verschlechterung der ökologischen Bedingungen für dealpine/demontane Sippen
- Verschlechterung der Kohärenz zwischen Teilarealen

Dies ist gleichbedeutend damit, dass die beiden obersten Klimastufen entfallen und bedeutet, dass alle Sippen, deren Vorkommen auf die beiden obersten Höhenstufen begrenzt sind, aus Sachsen verschwinden würden. Es gibt allerdings Einschränkungen in Bezug auf diese Entwicklung:

- Die großräumigen Klimaprojizierungen sind zumindest für das Lokal- und Mikroklima unscharf bzw. mit Unsicherheiten behaftet, d.h. ökologische Veränderungen an den extremen Sonderstandorten sind kaum detailliert und konkret prognostizierbar.
- Die Anpassungsfähigkeit der Arten bzw. deren Lebensräume ist nicht bzw. nicht ausreichend bekannt, d.h. die genetische und physiologische „Plastizität“ gegenüber den eintretenden Veränderungen der ökologischen Bedingungen auch außerhalb des jetzigen Optimums kann nicht mit letzter Sicherheit eingeschätzt werden.

Daraus ergibt sich für die vom Aussterben bedrohten durchaus eine Sinnfälligkeit für die Erörterung der Frage: Quo vadis? Der Naturschutz als eine Strategie mit konservierendem, d.h. auf der Bewahrung des Bestehenden gerichteten Charakter sollte sich auch unter dem Aspekt des Klimawandels der Erhaltung der gegenwärtigen Arteninventars verpflichtet fühlen.

Grundsätzlich ergeben sich dabei zwei Zielstellungen:

1. Verbesserung der Lebensraumbedingungen mit Gestaltung eines unter den gegebenen Bedingungen zu erreichenden ökologischen Optimums für die betreffende Sippe; und
2. Verringerung anthropogen bedingter Gefährdungsursachen.

Diese Zielstellungen können durch die „klassischen“ Artenschutzprogramm und daraus abgeleitete praktische Maßnahmen durchaus erreicht werden.

Vorschläge für ein Artenschutzprogramm für das arktisch-alpine Florenelement

1. Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung und ökologischen Gestaltung der Lebensräume:

a. Entwicklung der naturräumlichen Bedingungen

- großräumige Vernässung zur Verbesserung des Wasserhaushaltes und des Mikroklimas

- Abschöpfung von Nährstoffen in Pufferzonen zur Verringerung des Nährstoffeintrages aus Wasser und Boden
 - Entwicklung der Vegetation entsprechend der heutigen potenziell natürlichen Vegetation
 - die Schaffung von Schutzzonen durch Erstaufforstung (Vermeidung von Nährstoffeinträgen und Kaltluftabfluss, Windberuhigung und damit Verringerung der Austrocknung)
 - Beseitigung von ausbreitungshemmenden Riegeln
- b. Gestaltung des unmittelbaren Lebensraumes
- kleinstflächige Offenhaltung von vegetationsarmen Standorten
 - kleinflächige Entbuschung/Entfichtung der unmittelbaren Fundpunkte
 - Anstau von Entwässerungsgräben
2. Durchführung unbedingt notwendiger Pflegemaßnahmen:
- Einschürige Mahd von Bergwiesen
 - Plaggen überalterter Zwergstrauchbestände
3. Maßnahmen zum unmittelbaren Schutz und Erhaltung der Populationen:
- Maßnahmen zur Erhaltung/Sicherung der Genressourcen/Populationen: Erhaltungskulturen, Samen- und Genbank
 - Maßnahmen zur Erhaltung der Populationsgröße, wie z.B.: Besucherlenkung, Verbißschutz usw.
 - Wiederansiedlung entspr. Augsburger Empfehlungen
4. Wissenschaftliche Vorbereitung und Begleitung:
- Langfristiges Monitoring der betroffenen Populationen
 - Durchführung ökologischer Untersuchungen: Boden, Wasserhaushalt, Klima
 - Klärung taxonomischer/verwandtschaftlicher Probleme

Fazit

Das arktisch-alpine Florenelement stellt einen wichtigen Indikator für die Klimaveränderungen dar. Die Sippen gehören in der Gegenwart zu den gefährdetsten Gefäßpflanzen in Sachsen. Der enorme Rückgang ist bis heute auf den anthropogen bedingten Landschaftswandel zurückzuführen, wobei die ökologischen Ursachen auf die Veränderung des Landschaftswasserhaushaltes (Austrocknung), dem Wandel der klimatischen Bedingungen (Erwärmung, Trockenheit) und Änderung des Nährstoffgehaltes der Böden (Eutrophierung) zurückzuführen ist. Diese ökologischen Ursachen werden sich durch den prognostizierten Klimawandel weiter verschärfen. Als Kaltzeitzeugen und –relikte sind die Vorkommen auf kleinflächige „Extremstandorte“ beschränkt. Inwieweit der projizierte Klimawandel diese Lebensräume soweit verändert, dass die ökologische Plastizität dieser Sippen überschritten wird, ist bis dato nicht nachvollziehbar. Im Sinne eines auf die Bewahrung des gegenwärtigen Arten- und Lebensraumbestandes gerichteten Naturschutz sollten daher alle naturschutzrelevanten Möglichkeiten genutzt werden, die ökologischen Bedingungen für diese Sippen weitgehend nahe ihrem ökologischen Optimum zu gestalten.

Nachgedanke

In Anlehnung an ein Wort von MARTIN LUTHER: „Auch wenn ich wüsste, dass morgen die Welt zugrunde geht, würde ich heute noch einen Apfelbaum pflanzen“ sei für Menschen, die sich um den Schutz der Natur (nicht dessen menschliches Abbild) bemühen, im übertragenen Sinne auf den Weg gegeben: Lasst uns heute um Apfelbäumchen Sorge tragen, die Palmen kommen morgen von allein !

Quellen

- HARDTKE, H.-J. & A.IHL 2000. Atlas der Farn- und Samenpflanzen Sachsens. Dresden
- RIETHER, W. 2000. Erfordernis, Möglichkeiten und Grenzen der Biotoppflege und –gestaltung im Naturschutzgebiet „Hermannsdorfer Wiesen“. Arten- und Biotopschutzbericht der Region Chemnitz-Erzgebirge. Staatliches Umweltfachamt Chemnitz
- RIETHER, W. 2000. Der Zechengrund –Sachsens höchstgelegenes Naturschutzgebiet. Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz 2/2000.
- RIETHER, W. 2001. Prognose der potentiell natürlichen Vegetation im Bereich mesotropher erzgebirgischer Moorstandorte auf Basis von Zustand und Dynamik der aktuellen Vegetation. Im Auftrag des Institutes für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz der Technischen Universität Dresden.
- RIETHER, W. 2001. Gefährdungsanalyse und Maßnahmenkonzept zum Schutz von ausgewählten Vertretern des arktisch-alpinen und subarktisch-subalpinen Florenelementes im Mittelerzgebirge. Gutachten im Auftrag des Staatlichen Umweltfachamtes Chemnitz
- RIETHER, W. 2005. Erfassung und weitere Behandlung der Kahlen Eberesche im „NSG Zechengrund“. Gutachten im Auftrag der Sächsischen Landesanstalt für Forsten Graupa

Klimawandel & Biodiversität - eine Kommunikationsstrategie für den ehrenamtlichen Naturschutz: erste Erfahrungen aus dem BfN/NABU-Projekt

NICOLAI SCHAAF

Die Aufmerksamkeit, die das Themenfeld Klimawandel derzeit erfährt, ist auf ein Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren zurückzuführen. Auf der einen Seite stehen Publikationen wie der Stern-Report, der vierte Sachstandsbericht des IPCC oder auch Al Gores Film „Eine unbequeme Wahrheit“, die von der rein wirtschaftlichen Perspektive über sozioökonomische und naturwissenschaftliche Beobachtung und Modellierung bis hin zum halb dokumentarischen, halb politischen Kinoformat sehr unterschiedliche Sprachen benutzen. Auf der anderen Seite trägt aber auch die subjektive Wahrnehmung von Veränderungen im Wettergeschehen und in der Natur zu einer wachsenden Sensibilisierung bei: „Jahrhundertsommer“ und „Jahrhundertfluten“ wechseln sich ab; ein als herausragend feucht wahrgenommener Sommer in Deutschland folgt auf ein extrem trockenes Frühjahr; Waldbrände und Überschwemmungen finden selbst innerhalb Europas gleichzeitig statt.

In den Medien führt dies leider oftmals zu einer vereinfachten Schwarz-Weiß-Malerei, die nur Gut und Böse kennt, nur Gewinner oder Verlierer. Im günstigsten Fall führt dies nur zu einer Verharmlosung, die beispielsweise die Vorzüge steigender Temperaturen unterstreicht (Tourismus, Weinbau im Norden, etc.). Meist werden aber gleichzeitig auch Ressentiments bis hin zu Fremdenfeindlichkeit bedient (Beispiel „Invasoren aus dem Süden“, Süddeutsche Zeitung, 19.10.2007) oder es wird gezielt Panik verbreitet („Klima-Schock: Killer-Keime kommen zu uns“, Bild, 07.01.2007). Die Suche nach dem Stichwort „Klima-Schock“ liefert allein bei www.bild.t-online.de über 80 Treffer (Stand 29.10.2007).

Für das Projekt „Klimawandel und Biodiversität“ stellten sich vor diesem Hintergrund die Fragen, wie das Themenfeld von der wissenschaftlichen auf eine allgemeinverständliche Sprache und die lokale Ebene herunter gebrochen werden kann. Im Mittelpunkt stehen dabei Überlegungen, wie der Naturschutz dieses Thema kommunizieren kann und soll und ob sich aus den Erfahrungen des lokalen und ehrenamtlichen Naturschutzes auch Empfehlungen für andere Entscheidungsebenen entwickeln lassen.

Aufbauend auf einer Sensibilisierung und Information über Klimafolgen in der Natur und die Interaktionen zwischen dem Klima und der Biosphäre soll eine Diskussion über praktikable (Re-)Aktions- und Kommunikationswege angestoßen werden. Auf der einen Seite kann so Know-how aus dem lokalen Naturschutz in die fachlichen und politischen Debatten eingebracht werden. Auf der anderen Seite sollen aber auch ehrenamtliche Multiplikatoren einbezogen werden, die dieses Thema fachlich begleiten und sich an der Informationsarbeit beteiligen.

Rund um die Fragen nach den regionalen Ausprägungen und Auswirkungen des Klimawandels sowie der Rolle und den Möglichkeiten des Naturschutzes im Klimawandel gliedern sich als wesentliche Projektbausteine ein Internet-Auftritt, ein Informations-Faltblatt, zwei Fachkonferenzen und mehrere regionale Workshops. Die Auftaktkonferenz (09.02.2007 in Göttingen) diente vor allem dem fachlichen Austausch über den Forschungsstand sowie über Fragen der Kommunikation und Naturschutzstrategien. Die regio-

nenal Workshops behandeln dagegen regionale Klimafolgen und die Bedeutung für den ehrenamtlichen Naturschutz vor Ort. Bislang wurden dabei Themen wie Mittelgebirge und Wälder (17.03.2007 in Stuttgart), Nordostdeutschland und Moorstandorte (05.05.2007 in Greifswald) sowie Nordsee, Wattenmeer und Küsten (08.09.2007 in Hamburg) abgedeckt. Weitere Workshops sind unter anderem in Ingelheim und Düsseldorf geplant.

Der Internet-Auftritt enthält Grundlagentexte und Meldungen zu Klimafolgen in der Natur, Informationen über das Projekt und Berichte von den bisherigen Veranstaltungen. Es besteht auch die Möglichkeit, einen Newsletter zu abonnieren. In Planung ist die Erstellung einer DVD mit Hintergrundinformationen und Mustermaterialien, mit denen Multiplikatoren selbst die Informationsarbeit weiterführen können.

Das Faltblatt mit allgemeinen und grundlegenden Informationen über Klimafolgen in der Natur (Auflage 5.000 Stück) war nach knapp drei Monaten bereits vergriffen. Zusammen mit der regen Teilnahme an und den intensiven Diskussionen bei den Workshops macht dies deutlich, dass die Sensibilisierung für Klimafolgen in der Natur und die Bedeutung für den Naturschutz bereits sehr stark ist. Dem gegenüber steht aber ein großer Informations- und Diskussionsbedarf über die Bedeutung und die Erhaltung der biologischen Vielfalt, die Rolle des lokalen und ehrenamtlichen Naturschutzes und über konkrete Maßnahmen und Handlungsempfehlungen. Dies wird auch einer der Schwerpunkte für die geplante Abschlusskonferenz (08.-09.04.2008 in Berlin) sein.

Gerade der Blick auf die biologische Vielfalt und das Zusammenspiel zwischen Naturschutz, Klimaschutz und der Anpassung an Klimafolgen werden dabei eine zunehmend wichtige Rolle einnehmen. Derzeit treten mögliche Synergien gegenüber möglichen Konfliktfeldern wie in der Biomasseproduktion gerade auf der lokalen Ebene häufig in den Hintergrund und sollten stärker thematisiert und betont werden.

Das Projekt wird gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Kontakt und Informationen zum Projekt unter www.Natur-im-Klimawandel.de

Abkürzungsverzeichnis

ALARM	<i>Assessing LArge scale Risks for biodiversity with tested Methods</i> (EU-Forschungsvorhaben)
ATEAM	<i>Advanced Terrestrial Ecosystem Analysis and Modelling</i> (EU-Forschungsvorhaben)
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbrauchersicherheit
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CBD	<i>Convention on Biological Diversity</i> (Übereinkommen über die biologische Vielfalt)
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i>
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
EU	Europäische Union
FAO	<i>United Nations Food and Agriculture Organization</i>
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (EU)
FHE	Fachhochschule Eberswalde
GIS	Geografisches Informationssystem
GoBi	<i>Governance of Biodiversity</i> (Forschungsprojekt finanziert von der Robert-Bosch-Stiftung)
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IUCN	<i>The International Union for Conservation of Nature</i>
LTER	<i>Long Term Ecological Research</i>
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
MACIS	<i>Minimisation of and Adaptation to Climate Change Impacts on Biodiversity</i>
MDG	<i>Millennium Development Goal</i>
NRO	Nicht-Regierungsorganisation
PAG	projektbegleitende Arbeitsgruppe
PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
PNV	Potentiell Natürliche Vegetation
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
UNCCD	<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i> (Wüstenkonvention)
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Klimarahmenkonvention)
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WRRL	Wasserrahmen-Richtlinie (EU)

Teilnehmer- und Autorenliste, Ansprechpartner

Name	Adresse	Kontakt
Badeck, Franz-W.	(PIK Potsdam) Rinkerweg 21 55252 Mainz-Kassel	Email badeck@pik-potsdam.de
Berger, Silje	Universität Hannover Institut für Geobotanik Nienburger Str. 17 30167 Hannover	Tel 0511-7625113 Fax 0511-7623633 Email silje.berger@googlemail.com
Bergmann, Jessica	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Theodor-Lieser-Str. 4 06120 Halle/Saale	Tel 0345-5585322 Email jessica.bergmann@ufz.de
Brauner, Oliver	R.-Breitscheidstr. 62 16225 Eberswalde	Tel 03334-360264 Email oliver.brauner@gmail.com
Doyle, Ulrike Dr.	Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) Reichpietschufer 60 10785 Berlin	Tel 030-263696123 Fax 030-263696109 Email ulrike.doyle@uba.de
Dröschmeister, Rainer	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn	Tel 0228-84911461 Email droeschr@bfn.de
Ellwanger, Götz	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn	Tel 0228-84911551 Fax 0228-84911519 Email goetz.ellwanger@bfn.de
Epple, Cordula	Bundesamt für Naturschutz Insel Vilm 18581 Putbus	Tel 038301-86136 Fax 038301-86150 Email cordula.epple@bfn-vilm.de
Franz, Helmut	Nationalpark Berchtesgaden Doktorberg 6 83471 Berchtesgaden	Tel 08652-968640153 Email h.franz@nationalpark-berchtesgaden.de
Friedrich, Susanne Dr.	Ecologic - Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik Pfalzburger Strasse 43/44 10717 Berlin	Tel 030 86880-111 Email susanne.friedrich@ecologic.eu
Gebhardt, Harald	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Griesbachstr. 1 76185 Karlsruhe	Tel 0721-56001222 Email harald.gebhardt@lubw.bwl.de
Geisen, Markus Dr.	AWI Bremerhaven Am Handelshafen 12 27570 Bremerhaven	Tel 47148311889 Email markus.geisen@awi.de
Grundmann, Volker Dr.	Hessenforst Bertha-von-Suttner-Str. 3 34131 Kassel	Tel 0561-3167147 Fax 0561-3167101 Email volker.grundmann@forst.hessen.de
Hanspach, Jan	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Dept. Biozönoseforschung Theodor-Lieser-Str. 4 06120 Halle/Saale	Tel 0345-5585316 Fax 0345-5585329 Email jan.hanspach@ufz.de
Holsten, Anne	Bülowstr. 51 10783 Berlin	Tel 0176-20672292 Email an_holsten@yahoo.de
Hübner, Thomas	LANUV NRW Leibnizstr. 10 45665 Recklinghausen	Tel 02361-3053283 Fax 02361-305323 Email thomas.huebner@lanuv.nrw.de
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

Teilnehmer- und Autorenliste, Ansprechpartner

Name	Adresse	Kontakt
Kamp, Thomas	Institut für Biodiversität Netzwerk e.V. Dr.-Johann-Maier-Str. 4 93049 Regensburg	Tel 0941-2977761 Fax 0941-2977762 Email kamp@biodiv.de
Kiess, Matthias	Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Referat 52 - Forstpolitik Kernerplatz 10 70182 Stuttgart	Tel 0711-126-2429 Fax 0711-162-2429 Email matthias.kiess@mlr.bwl.de
Klotz, Stefan Dr.	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Dept. Biozönoseforschung Theodor-Lieser-Str. 4 06120 Halle/Saale	Tel 0345-5585302 Fax 0345-5585329 Email stefan.klotz@ufz.de
Kneitz, Gerhard Prof. em. Dr.	Hans-Gebhardtstr. 40 97280 Remlingen	Tel 09369-1397 Email gerhard.kneitz@bund.net
Kreft, Stefan	Fachhochschule Eberswalde FB Wald und Umwelt Alfred-Möller-Str. 1 16225 Eberswalde	Tel 03334-65568 Fax 03334-65428 Email skreft@fh-eberswalde.de
Kreyling, Jürgen	UFZ - Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Dept. Naturschutzforschung Permoserstr. 15 04318 Leipzig	Tel 0341-2352100 Fax 0341-2353191 Email juergen.kreyling@ufz.de
Krug, Andreas	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn	Tel 0228-84911810 Fax 0228-8491200 Email andreas.krug@bfm.de
Lange, Martin	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht Max-Planck-Straße 1 21502 Geesthacht	Tel 04152 87-2008 Fax 04152 87-2040 Email martin.lange@gkss.de
Laube, Irina	Universität Mainz Institut für Zoologie Johann-Joachim-Becher-Weg 13 55099 Mainz	Tel 06131-3926108 Fax 06131-3923731 Email irina.laube@uni-mainz.de
Lehmann, Susanne Dr.	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn	Tel 0228-84911828 Fax 0228-84911819 Email lehmanns@bfm.de
Mahrenholz, Petra	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau	Tel 0340-21032084 Fax 0340-21042084 Email petra.mahrenholz@uba.de
Mütterlein, Johannes Dr.	Turner Str. 3a 49076 Osnabrück	Tel 0541-64147 Fax 05402-4793 Email j.muetterlein@gmx.de
Ott, Jürgen Dr.	L.U.P.O. GmbH Friedhofstr. 28 67705 Trippstadt	Tel 06306-993888 Fax 06309-993889 Email l.u.p.o.gmbh@t-online.de
Otto, Andreas	Fritz-Beindorff-Allee 15 30177 Hannover	Tel 0511-7124504 Fax 01212-511563474 Email andotto@web.de
Otto, Christelle Dr.	Bundesamt für Naturschutz I 1.2 Konstantinstr. 110 53179 Bonn	Tel 0228-84911444 Email ottoc@bfm.de
Pfeiffer, Simone	Universität Potsdam Institut für Biochemie und Biologie Maulbeerallee 1 14469 Potsdam	Tel 0331-9771905 Fax 0331-9774865 Email simone.pfeiffer@uni-potsdam.de
Pompe, Sven	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Theodor-Lieser-Str. 4 06120 Halle/Saale	Tel 0345-5585322 Fax 0345-5585329 Email sven.pompe@ufz.de

Teilnehmer- und Autorenliste, Ansprechpartner

Name	Adresse	Kontakt
Popp, Alexander Dr.	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung P.O.Box 60 12 03 14412 Potsdam	Tel 0331-2882646 Fax 0331-2882695 Email popp@pik-potsdam.de
Rannow, Sven	Uni Dortmund Lehrstuhl Landschaftsökologie und Landschaftsplanung August-Schmidt-Str. 10 44227 Dortmund	Tel 0231-7554787 Fax 0231-7554877 Email sven.rannow@uni-dortmund.de
Ratzbor, Günter	BUND Im Bruche 10 31275 Lehrte	Tel 05132-5889940 Fax 05132-823779 Email g.ratzbor@schmal-ratzbor.de
Riether, Wolfgang	BUND LV Sachsen e.V. Henriettenstr. 5 09112 Chemnitz	Tel 0371-301477 Fax 0371-301478 Email wolfgang.riether@bund-sachsen.de
Saathoff, Wiebke	Institut für Umweltplanung Leibniz Universität Hannover Herrenhäuser Str. 2 30419 Hannover	Tel 0511-7625359 Fax 0511-7623791 Email saathoff@umwelt.uni-hannover.de
Schaaf, Nicolai	NABU-Bundesgeschäftsstelle Charitestr. 3 10117 Berlin	Tel 030-2849841614 Fax 030-2849843614 Email nicolai.schaaf@nabu.de
Schacht, Christian	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung Telegraphenberg C 4 14473 Potsdam	Tel 0331/2882646 Email christian.schacht@pik-potsdam.de
Schäffer, Stefan	Bundesamt für Naturschutz Insel Vilm 18581 Putbus	Tel 038301-86151 Fax 038301-86150 Email stefan.schaeffer@bfn-vilm.de
Schliep, Rainer	Universität Greifswald Forschungsgruppe GoBi Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 16 17489 Greifswald	Tel 03834-864686 Fax 03834-864681 Email schliep@uni-greifswald.de
Schröder, Eckhard Dr.	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn	Tel 0228-84911550 Fax 0228-84911519 Email schroede@bfn.de
Stadler, Jutta	Bundesamt für Naturschutz Insel Vilm 18581 Putbus	Tel 038301-86134 Fax 038301-86150 Email jutta.stadler@bfn-vilm.de
Stribny, Bernhard Prof. Dr.	Forschungsinstitut und Naturkundemuseum Senckenberg Senckenberganlage 25 60325 Frankfurt/Main	Tel 069-75421550 Fax 069-75421242 Email bernhard.stribny@senckenberg.de
Tackenberg, Oliver	Uni Frankfurt Institut für Ökologie, Diversität und Evolution Siesmayerstr. 70 60323 Frankfurt/Main	Tel 069-79824731 Fax 069-79824702 Email tackenberg@bio.uni-frankfurt.de
Veste, Maik Dr.	Brandenburgische Technische Universität Forschungszentrum Landschafts- entwicklung und Bergbaulandschaften 03046 Cottbus	Tel 0335-69-3397 Email maik.veste@ecology-climate
Vohland, Katrin Dr.	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung Telegraphenberg A 62 14473 Potsdam	Tel 0331-2882518 Fax 0331-2882640 Email katrin.vohland@pik-potsdam.de

Workshop-Programm

Sonntag, 14.10.2007

Anreise

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

Kurze Vorstellungsrunde der Teilnehmer/innen

20.45 MARKUS GEISEN (AWI Bremerhaven)
CO₂ und die Ozeane – eine düstere Zukunft?

Montag, 15.10.2007

08.00 *Frühstück*

I: Klimawandel und Schutzgebiete

09.00 KATHRIN VOHLAND (PIK)
Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt: "Schutzgebiete und Klimawandel" – ein Überblick über das Forschungsvorhaben

09.25 FRANZ BADECK (PIK)
Klimaszenarien, bioklimatische Daten und Regionalisierungsansätze

09.50 ALEXANDER POPP (PIK)
Dynamische Vegetationsmodellierung - Chancen und Grenzen dieser Methodik zur Abschätzung von klimabedingten Risiken

10.10 ANNE HOLSTEN (PIK)
Ökologische Vulnerabilität von Schutzgebieten – exemplarisch untersucht für Brandenburg

10.30 *Kaffee/Tee*

11.00 JAN HANSPACH / STEFAN KLOTZ (UFZ)
Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel - Risikoabschätzung Areale und Klima

- 11.30 IRINA LAUBE (Uni Mainz)
Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel - Risikoabschätzung Areale und Klima
- 12.00 PIERRE IBISCH / STEFAN KREFT (FH Eberswalde)
Erarbeitung einer Nationalen Anpassungsstrategie an Klimaänderungen - systematische Analyse von Handlungsoptionen für den Naturschutz

12.30 *Mittagessen*

- 14.00 RAINER SCHLIEP
Was bedeutet der Klimawandel für das Management von Schutzgebieten?

II: Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation / invasive Arten

- 14.30 SILJE BERGER (Uni Hannover)
Auswirkungen der Klimaveränderung auf die Flora Deutschlands - sind Veränderungen schon sichtbar?

- 15.00 SVEN POMPE (UfZ)
Klimainduzierte Veränderung der Verbreitungsmuster von Arten in Deutschland

15.30 *Kaffee / Tee*

- 16.00 OLIVER TACKENBERG (Uni Frankfurt)
Klimawandel – sind Pflanzenarten in der Lage dem vorhergesagten Arealwandel zu folgen?

- 16.30 MAIK VESTE (Uni Hohenheim)
Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldvegetation: Anpassungsfähigkeit und ihre Grenzen

17.00 *Kaffee / Tee*

- 17.30 JESSICA BERGMANN (UfZ)
Klimaanaloge Regionen in Europa als Quelle neuer Artenpools für Deutschland - Am Beispiel der Iberischen Halbinsel

- 18.00 CHRISTELLE OTTO (BfN)
Klimawandel und invasive gebietsfremde Arten in Deutschland und Österreich - Ausarbeitung eines Frühwarn- und Prognosesystems

18.30 *Abendessen*

- 19.45 *Konzert: „Wandlungen“*
Penelope Papathanassiou (Griechenland), Flöte
Andreas Gomoll (Deutschland), Gitarre

Dienstag, 16.10.2007

08.00 *Frühstück*

III: Auswirkungen des Klimawandels auf die Tierwelt

- 09.00 JÜRGEN OTT (L.U.P.O.)
Auswirkungen der Klimaänderung auf die Libellenzönosen der pfälzischen Wooge und bundesweite Verschiebungen innerhalb der Libellenfauna
- 09.30 SVEN RANNO (Uni Dortmund)
Schutzgebietsmanagement im Zeichen des Klimawandels - Probleme und Lösungsansätze am Beispiel des Nationalparks Hardangervidda

IV: Beispiele von Projekten aus den Bundesländern und Verbänden

- 10.00 WOLFGANG RIETHER (BUND Sachsen)
Situation des arktisch-alpinen Florenelementes in Sachsen
- 10.30 *Kaffee / Tee*
- 11.00 HELMUT FRANZ (Nationalpark Berchtesgaden)
Klimawandel im Nationalpark Berchtesgaden - Projekte und Perspektiven
- 11.30 HARALD GEBHARD (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz BaWü)
Auswirkungen des Klimawandels auf die Tier- und Pflanzenwelt in Baden-Württemberg
- 12.00 NICOLAI SCHAAF (NABU)
Klimawandel & Biodiversität - eine Kommunikationsstrategie für den ehrenamtlichen Naturschutz: erste Erfahrungen aus dem BfN/NABU-Projekt
- 12.30 *Mittagessen*
- 14.00 *Rundgang um das Naturschutzgebiet Insel Vilm*
- 15.30 *Kaffee / Tee*

V: Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosystemfunktionen / Monitoring

- 16.00 THOMAS KAMP (ibn)
Bodenfunktionen im Klimawandel
- 16.30 JÜRGEN KREYLING (Uni Bayreuth)
Extrem-Wetterereignisse und ihre Folgen - ein neues Experiment zur Auswirkung von
Trockenheit, Starkregen und Frostwechseln auf Pflanzengemeinschaften und
Ökosystemfunktionen
- 17.00 SUSANNE FRIEDRICH (BfN) / OLIVER BRAUNER (FH Eberswalde)
Die Rolle des ökosystemaren Monitoring für das Thema Biodiversität und Klimawandel -
Beispiel Brandenburg
- 17.30 SIMONE PFEIFFER (Uni Potsdam)
Exploratorien für funktionelle Biodiversitätsforschung in Deutschland - Ziele, Design und
aktueller Stand
- 18.00 Abschlussdiskussion
- 18.30 *Abendessen*
- 20.00 PETRA MAHRENHOLZ (UBA)
Die deutsche Anpassungsstrategie an Klimaänderungen - Stand der Arbeiten und Ausblick
- 20.20 Ideensammlung und Diskussion möglicher Beiträge zur derzeit in Vorbereitung befindlichen
„Nationalen Anpassungsstrategie“ aus Sicht des Naturschutzes

Mittwoch, 17.10.2007

08.00 *Frühstück*

09.20 *Abreise*

Für die Projektnehmer/Innen des BfN- Forschungsvorhabens „ Klima-wandel und Schutzgebiete“:

09.00 Interne Projektgruppenbesprechung (nur vormittags)