

Anna Klipstein

**Das Millennium Ecosystem
Assessment als Diskursarena
im Diskursfeld „Klimabedingte
Veränderungen der Biodiversität“**

Zu diesem Text

Der vorliegende Materialienband entstand im Rahmen der problemorientierten Diskursfeldanalyse zu „Klimabedingten Veränderungen der Biodiversität“. Ziel dabei ist es, prioritäre Themen und zentrale Akteure systematisch darzustellen, sowie Konfliktlinien und zukünftige Handlungsbedarfe innerhalb des Themenfeldes zu identifizieren. Das Millennium Ecosystem Assessment bildet dabei eine zentrale Diskursarena im Diskursfeld. Im Zentrum der Analyse des Millennium Ecosystem Assessments stehen wissenschaftlich beeinflusste Positionen und die Frage nach deren gesellschaftlicher Nutzung.

Es ist von wissenschaftlicher Seite unumstritten, dass die Auswirkungen des Klimawandels bereits heute die Biodiversität auf unterschiedliche Art und Weise stark beeinflussen. Der vorliegende Bericht analysiert daher den Diskurs zum Themenfeld klimabedingte Biodiversitätsveränderungen auf wissenschaftlicher Basis. Dabei werden zunächst kurz die Vorgeschichte und die zentralen Inhalte des Millennium Ecosystem Assessment skizziert. Die Darlegung und Diskussion übergreifender Themenfelder ermöglicht die Festlegung prioritärer Diskursstränge innerhalb der Diskursarena. Diese umfassen sowohl ökosystemare Aspekte als auch wirtschaftliche Handlungsfelder und forschnerliche Herausforderungen. In einem weiteren Arbeitsschritt werden umstrittene Wirkungszusammenhänge sowie wissenschaftliche Forschungsbedarfe und gesellschaftliche Handlungsbedarfe erörtert.

About this text

The study on hand evolved in connection with the problem orientated discourse field analysis concerning “Climatically caused changes of biological diversity”. The aim is to systematically present prior topics and main stakeholders as well as lines of conflict and future requirements for action within this discourse field. In this context the Millennium Ecosystem Assessment constitutes a major discourse arena. The central point of analysing the Millennium Ecosystem Assessment comprises scientifically influenced positions and the question of how society can profit from them.

It is scientifically undisputed that the effects of climate change are already strongly influencing biological diversity in one way or another. Thus, the report on hand is analysing on a scientific basis the discourse field taking place in the context of climatically caused changes of biological diversity. In a first step the genesis and main issues of the Millennium Ecosystem Assessment are being outlined. The presentation and analysis of comprehensive thematic fields allows a definition of prior topics within the field of discourse. These comprise ecosystematic aspects as well as economic fields of action and scientific challenges. In a following step undisputed cause-effect-relationships, needs for research as well as societal requirements for action are debated.

ISSN 1614-8193

Die Reihe „ISOE-Materialien Soziale Ökologie“ setzt die Reihe „Materialien Soziale Ökologie (MSÖ)“ (ISSN: 1617-3120) fort.

Anna Klipstein

**Das Millennium Ecosystem Assessment als Diskursarena
im Diskursfeld „Klimabedingte Veränderungen der Biodiversität“**

Herausgeber:

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH

Hamburger Allee 45

60486 Frankfurt am Main

Frankfurt am Main, 2009

Inhalt

Vorwort	7
1 Millennium Ecosystem Assessment	9
1.1 Entstehung, Inhalt und Aufbau des Berichts	9
1.2 Der konzeptionelle Rahmen: Das Leitbild der ökosystemaren Dienstleistungen.....	10
1.3 Verknüpfung von Biodiversität und Klimawandel	12
1.4 Handlungsempfehlungen, Wissenslücken und Forschungsbedarf	13
2 Analyse der Diskursarena aus wissenschaftlicher Sicht	15
2.1 Einleitung.....	15
2.2 Akteure innerhalb der Diskursarena	16
2.3 Überblick über übergreifende Themenfelder	18
2.3.1 Direkte und indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität.....	19
2.3.2 Einfluss von Biodiversität und Ökosystemen auf das Klima.....	23
2.4 Prioritäre Themen und Diskursstränge	24
2.4.1 Meeresspiegelanstieg.....	24
2.4.2 Wald-/Forstwirtschaft und Biodiversität.....	25
2.4.3 Weltweite Schutzgebiete und inter- und transdisziplinäre Schutzgebietsforschung	25
2.4.4 Biodiversität für Nahrung und Landwirtschaft (Agrobiodiversität)	27
2.4.5 Bioenergie und Biodiversität.....	28
2.4.6 Klimawandel, Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen.....	29
2.4.7 Verknüpfung sozio-ökonomischer und ökologischer Forschung.....	30
2.4.8 Biodiversitäts-Governance und Science-Policy Interfaces	31
2.4.9 Biodiversität als Wirtschaftsgut.....	33
2.4.10 Modellierung von Biodiversitätsveränderungen.....	37
3 Aufgaben für Wissenschaft und Gesellschaft	39
3.1 Unumstrittene und umstrittene bzw. fehlende Wirkungszusammenhänge	39
3.2 Wissenschaftliche Forschungsbedarfe und gesellschaftliche Handlungsbedarfe.....	45
Literatur	52
Abkürzungsverzeichnis	58

Vorwort

Biodiversität und Klimawandel werden seit einiger Zeit immer stärker aufeinander bezogen. Forscherinnen und Forscher aus den Natur- und Sozialwissenschaften untersuchen dabei verschiedene Fragestellungen. Zum Beispiel, welche Folgen der Klimawandel für die Artenvielfalt hat, oder ob ein hohes Maß an Biodiversität die Folgen des Klimawandels mildern oder sich sogar klimagünstig auswirken kann. Auch Vertreterinnen und Vertreter aus Politik, Umweltverbänden und Wirtschaft interessieren sich zunehmend für den Zusammenhang zwischen Biodiversität und Klimawandel. Deshalb halten wir es für wichtig, den gesellschaftlichen Diskurs darüber zu bündeln und zu analysieren. Dieser Band ist ein Teil der umfassenderen Diskursfeldanalyse zum Thema *Klimabedingte Biodiversitätsveränderungen*¹.

Das im Jahr 2008 in Frankfurt am Main gegründete Biodiversität und Klima Forschungszentrum (BiK^F) befasst sich mit den Interaktionen zwischen organischer Biodiversität und Klima. Mit innovativen Forschungsansätzen werden vergangene und aktuelle Ereignisse und Prozesse dokumentiert und anschließend analysiert, um verlässliche Projektionen für die Zukunft zu erarbeiten.² Ziel des Forschungszentrums BiK^F ist auch, wissenschaftliche Beiträge zum Management klimabedingter Biodiversitätsveränderungen zu liefern. Darüber hinaus sollen die Arbeiten helfen, internationale Übereinkommen zu erfüllen, wie zum Beispiel die EU-Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (EU-FFH), die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL), die internationale Biodiversitätskonvention (CBD) und die Klimarahmenkonvention (UNFCCC). Um tatsächlich einen gesellschaftlichen und politischen Impact zu erzeugen, müssen Ergebnisse und Wissen zwischen dem Forschungszentrum BiK^F und Gruppen aus Zivilgesellschaft, Politik und Wirtschaft ausgetauscht werden. Dabei geht es sowohl darum, Forschungsergebnisse zu vermitteln, als auch Interessen, Positionen und praktisches Wissen der unterschiedlichen Akteursgruppen in der Forschung aufzunehmen.

Die Diskursfeldanalyse dient dazu, einen solchen Wissenstransfer und einen Beitrag des Forschungszentrums BiK^F zum öffentlichen Diskurs vorzubereiten. Ziel dabei ist, wichtige Themen und zentrale Akteure systematisch darzustellen sowie sicheres von ungesichertem Wissen zu unterscheiden. Außerdem kann so der gesellschaftliche und wissenschaftliche Handlungsbedarf innerhalb des Themenfeld identifiziert werden. In der Problemorientierten Diskursfeldanalyse (vgl. Jahn/Lux 2009) wird der Zugang zu diesen Diskussionen über so genannte Diskursarenen geschaffen. Dabei handelt es sich um themenbezogene Schwerpunkte oder Ereignisse, an deren Diskussion sich die betreffenden Akteure beteiligen. Dort finden Aushandlungen über

¹ Die vorliegende Arbeit wurde am Biodiversität und Klima Forschungszentrum (BiK^F), Frankfurt am Main, durchgeführt und durch das Forschungsförderungsprogramm „LOEWE – Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz“ des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst finanziell unterstützt.

² Aktuelle Forschungsergebnisse und Publikationen können unter www.bik-f.de abgerufen werden.

Problemsichten und Lösungsmöglichkeiten statt. Diese Diskursarenen befinden sich an der Schnittstelle zwischen Politik, Gesellschaft und Wissenschaft. Sie sind vielfältigen Akteursgruppen zugänglich und sowohl von nationaler als auch internationaler Relevanz. Solche Arenen sind wichtige Kristallisationspunkte in einem Diskursfeld, an denen die Akteure ihre Problemasichten und Lösungsvorstellungen aushandeln.

Das im Jahr 2005 erschienene „Millennium Ecosystem Assessment“ bildet die zentrale Diskursarena dieser Analyse. Im Zentrum stehen dabei die wissenschaftlich geprägten Positionen und die Frage nach der gesellschaftlichen Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Zusammen mit den anderen in dieser Reihe erschienenen Bände zur 9. Vertragsstaatenkonferenz zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt im Mai 2008 (Sturn 2009) und zur Umsetzung der Nationalen Biodiversitätsstrategie in Deutschland (Stiehr 2009) ergibt sich ein sehr guter Überblick über das gesamte Diskursfeld. In allen drei Untersuchungen stehen folgende zentrale Fragen im Mittelpunkt:

- Welche Themen stehen hoch auf der Agenda der öffentlichen Diskussionen? Wer sind die tragenden, zentralen Akteure und wie positionieren sie sich im Diskurs? In welchem Kontext bewegen sie sich?
- Welches Wissen über problematische Wirkungszusammenhänge und Lösungsmöglichkeiten gilt als umstritten bzw. fehlend und welches ist umstritten?
- Welche gesellschaftlichen Handlungsbedarfe werden formuliert? Und welche sozial- und naturwissenschaftlichen Forschungsbedarfe?

In jedem Band werden die einzelnen Diskursarenen im Diskursfeld *Klimawandelbedingte Biodiversitätsveränderungen* genau analysiert: Die relevanten Argumente und ihre Autoren/Innen (Personen/ Organisationen) werden systematisch aufbereitet und die Akteure im Diskursfeld mit ihre Positionen charakterisiert. Ausgehend davon wird untersucht, welche Diskursstränge sich herausbilden und wie die Akteure sie bewerten. Bei diesen handelt es sich um wichtige Themen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von unterschiedlichen Akteuren widersprüchlich bewertet werden. In einem weiteren Arbeitsschritt wird das Wissen identifiziert, das als strittig oder fehlend angesehen wird. Dazu wird dann der Handlungs- und Forschungsbedarf im jeweiligen Diskurs beschrieben. In den Untersuchungen konzentrieren wir uns auf solche Diskursstränge, die für das Forschungszentrum BiK^F relevant sind, und mussten andere deshalb ausschließen.

Wir wünschen Ihnen eine informative Lektüre und hoffen, dass unsere Ergebnisse über das Forschungszentrum BiK^F hinaus für ein breites Publikum interessant sind.

Frankfurt am Main, Juni 2009

Dr. Alexandra Lux, Anna Klipstein, Nina Stiehr, Barbara S. Sturn

1 Millennium Ecosystem Assessment

1.1 Entstehung, Inhalt und Aufbau des Berichts

Bei dem Millennium Ecosystem Assessment (MA) handelt es sich um die bisher umfassendste weltweite Studie zum Zustand und Entwicklungstrend der Ökosysteme der Erde. Das MA wurde im Jahr 2001 von den Vereinten Nationen in Auftrag gegeben und im Jahr 2005 mit verschiedenen Berichten beendet. Die Ergebnisse des MA sollen einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Millennium Entwicklungsziele leisten (MEA 2005a: VIII). Das MA ist ausdrücklich als Instrument der Politikberatung konzipiert, baut in erster Linie auf bereits vorhandenem Expertenwissen auf und richtet sich an Entscheidungsträger in Politik und Gesellschaft auf verschiedenen Handlungsebenen. Aus diesem Grund gibt das MA besonders auf Nachfragen unterschiedlicher Institutionen und Akteure, die bei der Durchführung und Weiterentwicklung internationaler Konventionen entstanden sind, Antwort. Dabei handelt es sich um das UN-Übereinkommen über biologische Vielfalt, die Ramsar-Konvention über Feuchtgebiete, das Übereinkommen zur Bekämpfung der Desertifikation und die Bonner Konvention zum Schutz der wandernden Arten. Daneben liegt die Funktion des MA auch darin, dem Informationsbedarf anderer öffentlicher und privater Akteure, die an der Realisierung der Konventionen beteiligt sind, einschließlich der nationalen Regierungen, der Zivilgesellschaft sowie des privatwirtschaftlichen Bereichs, gerecht zu werden. Seine wesentliche Aufgabe sieht das MA in der Bündelung und Interpretation des Standes der Forschung. Das MA zeichnet sich vor allem auch durch seinen integrativen Charakter aus. Mehr als 1300 Experten aus 95 Ländern waren an dessen Erstellung beteiligt und darüber hinaus zahlreiche internationale Institutionen und Organisationen (MEA 2005b: 1f.).

Weiterhin zeichnet sich das MA durch eine Verknüpfung von Top-Down- und Bottom-Up-Ansätzen aus. Der Bezugsrahmen und die Methodik des Assessment dienen dazu, sowohl globale Einschätzungen als auch unterschiedliche regionale Assessments in zahlreichen Regionen der Welt durchführen zu können. Daraus resultiert die Analyse von globalen Trends auf der einen sowie die Herausarbeitung wichtiger Entwicklungen einzelner Nationen und Regionen auf der anderen Seite (Beck et al. 2006a: 6).

Eine Aufsplittung nach einzelnen Betrachtungsebenen verdeutlicht umfassend die Vorgehensweise des MA (vgl. Abb. 1). So zeigt sich, dass das MA das Wissen und Urteil von Experten über Status und Trend von Ökosystemen und Biodiversität nutzt, um auf der Basis dieses existierenden Wissens anhand der Entwicklung von Szenarien Handlungsoptionen aufzuzeigen, die Antworten auf politikrelevante Fragen geben. Die erstellten Szenarien des MA beziehen sich auf das Jahr 2050 und basieren auf unterschiedlichen Annahmen über Veränderungen und mögliche Interaktionen der Triebkräfte, um so plausible Zukünfte von Ökosystemen und Biodiversität zu schaffen und die Wahl von Handlungsoptionen zu vereinfachen. Die Stärke des MA liegt somit vor allem darin, Zielkonflikte anzusprechen und hierfür Handlungsoptionen aufzuzeigen (Beck et al. 2006b: 13).

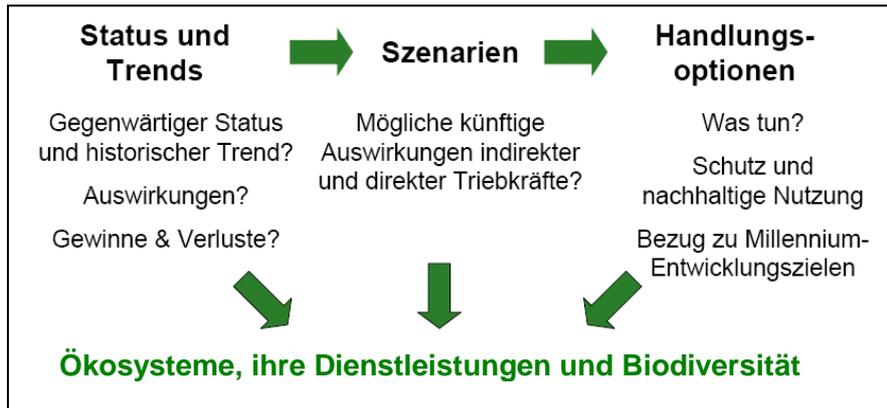


Abb. 1: MA-Betrachtungsebenen (verändert nach Beck et al. 2006b: 13)

Das MA unterteilt sich in drei Berichtsebenen. Im Jahr 2003 wurde zunächst ein Grundlagenband publiziert, welcher wesentliche Analysekonzepte präsentiert. 2005 wurden Syntheseberichte mit unterschiedlichen Schwerpunkten veröffentlicht. Dabei handelte es sich um die Gesamtsynthese, sowie um die Berichte zu den Themen Biodiversität, Desertifikation, Wasser, Feuchtgebiete, Gesundheit, Wirtschaft und Industrie. Kurz darauf erschienen ausführliche Berichte zu den Hauptarbeitsfeldern des Assessment (MEA 2005a: 14).

1.2 Der konzeptionelle Rahmen: Das Leitbild der ökosystemaren Dienstleistungen

Der konzeptionelle Rahmen des MA fokussiert auf den Zusammenhang zwischen Ökosystemdienstleistungen und Aspekten des menschlichen Wohlbefindens (vgl. Abb. 2). Dabei wird aufgezeigt, auf welcher vielfältigen Art und Weise Ökosysteme für menschliches Wohlbefinden bedeutsam sind. Die Schnittstelle zwischen Ökosystemen und menschlichem Wohlbefinden bilden die Ökosystemdienstleistungen. Diese werden vom MA als Güter und Leistungen definiert, die Ökosysteme dem Menschen bereitstellen. Dazu zählen beispielsweise die Nahrungsmittel- und Wasserbereitstellung oder der Schutz vor klimatischen Extremereignissen (MEA 2005b: 6f.).

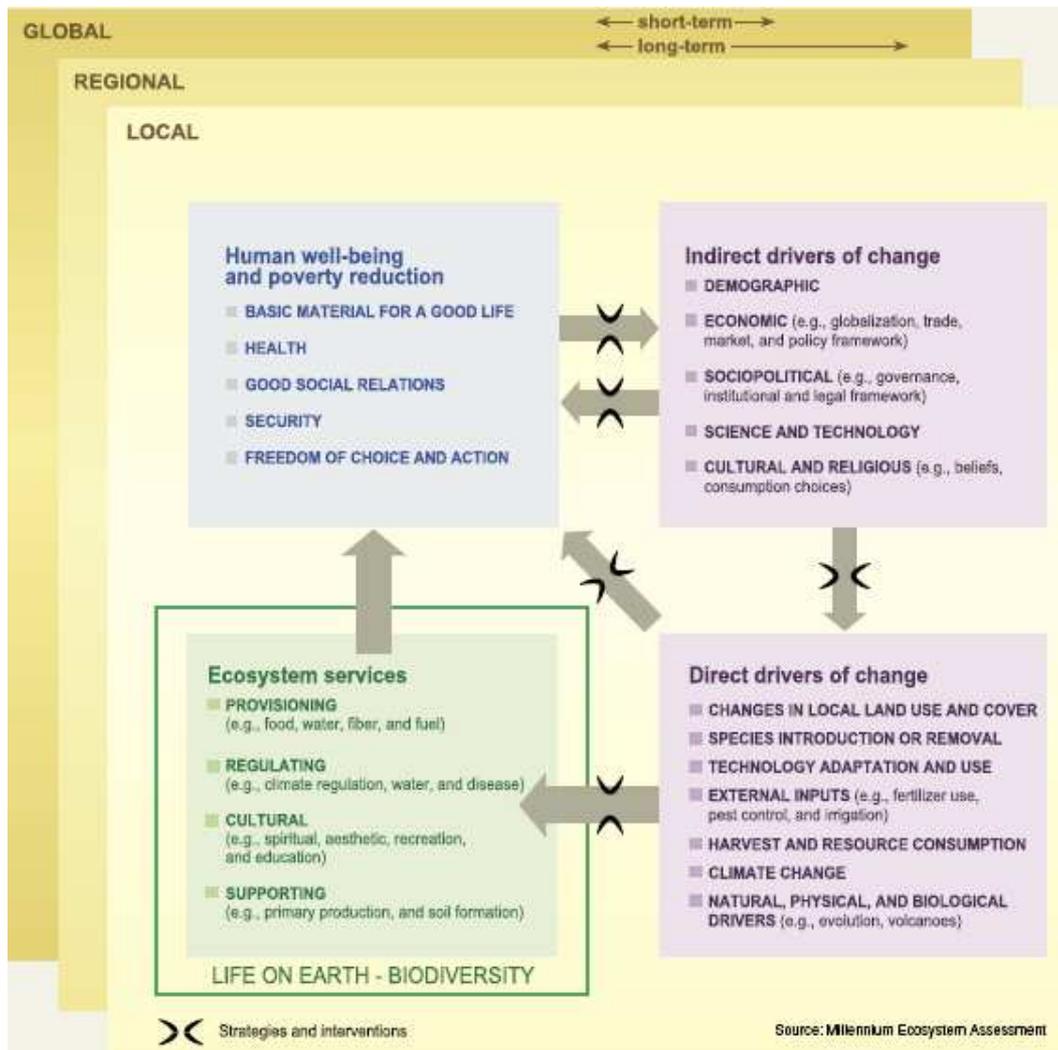


Abb. 2: Konzeptioneller Rahmen der Interaktionen zwischen Biodiversität, Ökosystemdienstleistungen, menschlichem Wohlbefinden und den Triebkräften des Wandels (MEA 2005b: 7)

Die Spanne an vorhandenen Ökosystemdienstleistungen erstreckt sich dabei von Basisdienstleistungen über Versorgungs- und Regulationsdienstleistungen bis hin zu kulturellen Leistungen. Dabei werden vor allem auch die vielfältigen Zielkonflikte in der Nutzung von Ökosystemdienstleistungen deutlich, wie sie bspw. zwischen Nahrungsmittelproduktion und Trinkwasser- und Biodiversitätsschutz bestehen (MEA 2005b: 56f). Biodiversität nimmt allgemein innerhalb dieser Gesamtkonzeption eine bedeutende Stellung ein, da die biologische Vielfalt als Grundlage für alle Ökosystemdienstleistungen erachtet wird. Das MA verwendet das Konzept der ökosystemaren Dienstleistungen, um die drohende Gefahr für Ökosysteme, deren Dienstleistungen und der Biodiversität im Speziellen zu untersuchen und integrierte Handlungsoptionen zu verdeutlichen. Dabei stellt das MA die Anliegen des Umwelt- und Naturschutzes in einen neuen Zusammenhang und betont hierbei die hohe Relevanz des Erhaltes der biologischen Vielfalt, womit der Ansatz des MA eine wichtige Ergänzung zu bestehenden Natur- und Umweltschutzstrategien darstellt (Neßhöver et al. 2007: 266).

1.3 Verknüpfung von Biodiversität und Klimawandel

Als Triebkräfte des Wandels der Ökosysteme und der Biodiversität werden sowohl direkte als auch indirekte Faktoren thematisiert. Die direkten Faktoren werden von den indirekten beeinflusst, wozu bspw. die Zunahme der Weltbevölkerung, wirtschaftliche Aktivitäten oder kulturelle Faktoren gehören. Direkte Faktoren werden als die Hauptgefährdungsursachen der Biodiversität erachtet. Diese umfassen den Habitatwandel, invasive Arten, die Verschmutzung durch Phosphor und Stickstoff, sowie als tragende Größe den Einfluss des Klimawandels. Bei einem Blick der Einflussnahme der direkten Triebkräfte auf die einzelnen Biome der Welt wird deutlich, dass deren Einfluss in den letzten 50 Jahren sehr unterschiedlich ausgefallen ist. Die bisherigen Haupttreiber des Wandels waren Habitatwandel, Übernutzung und Nährstoffeintrag (MEA 2005a: 64f.). Zukünftige Prognosen gehen davon aus, dass sich nur der Druck des Habitatwandels auf die Wälder der gemäßigten Zonen reduzieren wird; der aller anderen Triebkräfte wird in fast allen Biomen der Erde weiter zunehmen oder zumindest auf dem gleichen Niveau verbleiben (vgl. Abb. 3). Besonders stark wird dies beim Klimawandel der Fall sein (Beck et al. 2006b: 28).

Aus diesem Grund wird der Klimawandel im MA als zentrale Triebkraft des Wandels von Biodiversität und Ökosystemen erachtet. Langfristig kann davon ausgegangen werden, dass der Klimawandel und seine Auswirkungen Prognosen zufolge die dominanteste direkte Triebkraft des Wandels von Biodiversität auf globaler Ebene sein werden. Das MA weist zwar darauf hin, dass einige Ökosystemdienstleistungen – wie z.B. Ernährung – durchaus in einigen Regionen von einem moderaten Wandel des Klimas profitieren können (MEA 2005b: 56f.). Allerdings zeigt das Assessment deutlich, dass bei einer Zunahme der mittleren Erdoberflächentemperatur von 2 Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau, die negativen Auswirkungen in den meisten Regionen der Welt deutlich gegenüber den positiven überwiegen werden. Weiterhin ist zu erwarten, dass der Klimawandel einen zunehmenden Einfluss auf den Zustand und die Entwicklung von verschiedenen anderen Ökosystemdienstleistungen haben wird, wie bspw. durch den Einfluss auf den Wasserhaushalt oder die Zunahme von klimatischen Extremereignissen (MEA 2005a: 78f.).

		Habitat-wandel	Klima-wandel	Invasive Arten	Über-nutzung	Ver-schmut-zung ¹
Wälder	Boreal	↗	↑	↗	→	↑
	Gemäßigt	↘	↑	↑	→	↑
	Tropisch	↑	↑	↑	↗	↑
Trocken-gebiete	Gemäßigtes Grasland	↗	↑	→	→	↑
	Mediterran	↗	↑	↑	→	↑
	Tropisches Grasland und Savanne	↗	↑	↑	→	↑
	Wüste	→	↑	→	→	↑
Binnengewässer		↑	↑	↑	→	↑
Küsten		↗	↑	↗	↗	↑
Meere		↑	↑	→	↗	↑
Inseln		→	↑	→	→	↑
Gebirge		→	↑	→	→	↑
Polare Gebiete		↗	↑	→	↗	↑

<p>Einfluss der Triebkräfte auf die Biodiversität innerhalb des letzten Jahrhunderts</p> <p>Gering</p> <p>Mittelmäßig</p> <p>Hoch</p> <p>Sehr Hoch</p>		<p>Aktuelle Entwicklung der Triebkräfte</p> <p>Sinkender Einfluss</p> <p>Andauernder Einfluss</p> <p>Steigender Einfluss</p> <p>Sehr rascher Anstieg des Einflusses</p>	
---	--	--	--

Abb. 3: Die wichtigsten direkten Triebkräfte für den Wandel von Biodiversität und Ökosystemen (Beck et al. 2006a: 13)

Einen zentralen Faktor bezüglich des Wandels der Biodiversität stellt die Zunahme der regionalen Temperaturen und Extremwetterereignisse sowie die Änderung der Niederschläge dar, welche bereits heute entscheidende Auswirkungen auf die Biodiversität bewirken. So zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen veränderten Klimafaktoren und der Populationsentwicklung, der Verbreitung von Arten und Arealen, der Reproduktionszeiten und Migration von Arten, der Dauer von Vegetationsperioden und dem Auftreten von Krankheiten und Schädlingen (MEA 2005b: 10f.).

1.4 Handlungsempfehlungen, Wissenslücken und Forschungsbedarf

Im MA werden zahlreiche Handlungsoptionen bzw. -empfehlungen aufgezeigt. Neben Kernaussagen zu Zustand und Entwicklung von Ökosystemen und Biodiversität im Speziellen werden 74 politische Reaktionsstrategien und Instrumente in Bezug auf Ökosystemmanagement und Schutz und Nutzung der Biodiversität diskutiert. Dabei werden neben rechtlichen und institutionellen Instrumenten auch ökonomische, technologische und verhaltensbezogene Maßnahmen thematisiert (Beck et al. 2006a: 15f.).

Um eine wirkungsvolle Implementierung der Handlungsoptionen zu gewährleisten, ist es von großer Bedeutung, Faktoren des Klimawandels sowie den Zustand der Ökosysteme und der Biodiversität durch Daten und Indikatoren adäquat zu erörtern. Auch wenn die dem Bericht zugrunde liegende Datenmenge sehr umfangreich ist, so existiert relativ wenig Wissen über Trends und Status von spezifischen Typen von Ökosystemen. Unsicherheiten bestehen vor allem hinsichtlich der Beschreibung des Zustands von Ökosystemen, sowie in der Erarbeitung von Szenarien zur Einschätzung der zukünftigen Entwicklungen klimatischer Gegebenheiten und Biodiversitätsveränderungen (Beck et al. 2006a: 16f.).

Bezüglich des Klimawandels gestaltet sich eine Einschätzung der drohenden Folgen auf Biodiversität und Ökosysteme auf globaler Ebene äußerst schwierig. Dies resultiert in erster Linie daraus, dass die Wechselwirkungen zwischen Klimawandel und Biodiversität sehr vielfältig sind und auf verschiedenen räumlichen Ebenen stattfinden und daher bislang häufig nur sehr unzureichend verstanden werden. Hinzu kommt, dass zwar einzelne Fallstudien zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität existieren, deren Ergebnisse jedoch schwer auf andere Regionen übertragbar sind. Erschwerend für eine Abschätzung wirken sich auch bestimmte Besonderheiten des Klimawandels aus. In diesem Zusammenhang spielt vor allem die signifikante zeitliche Verzögerung und häufig räumlich veränderte Entfernung des Auftretens von Auswirkungen von Klimaänderungen eine entscheidende Rolle. Insbesondere im Bereich von stark genutzten Landschaften ist das Wissen über mögliche klimawandelbedingte Auswirkungen noch sehr lückenhaft; deshalb besteht hier laut MA besonderer Forschungsbedarf (MEA 2005a: 70f.).

Die Ausführungen des MA zeigen deutlich, dass Folgen des Klimawandels auf die Biodiversität in zahlreichen Bereichen Auswirkungen zeigen und aus diesem Grund in alle Politikfelder integriert werden müssen, damit sinnvolle und nachhaltige Handlungsoptionen umgesetzt werden können. Als konkrete Politikoptionen im Klimaschutz werden vom MA folgende Maßnahmenbereiche angeführt:

- die Weiterentwicklung der Klimarahmenkonvention (FCCC) und des Kyoto-Protokolls
- die Entwicklung kostengünstiger Möglichkeiten zur Emissionsminderung bzw. -abmilderung durch effizientere Technologien
- der Abbau umweltschädlicher Subventionen, sowie die Förderung klimafreundlicher Technologien in Entwicklungsländer
- die Etablierung alternativer Landnutzungspraktiken mit vermehrter Vegetationsbedeckung und erhöhter Kohlenstoffbindung
(MA 2005: 131; vgl. Beck et al. 2006a: 71)

Allerdings bezweifeln die Autoren/innen des MA, dass dieser Maßnahmenkatalog ausreicht, um den Klimawandel wirksam zu beeinflussen und den Verlust und Wandel der Biodiversität aufzuhalten. Aus diesem Grund kommen als fünfter Maßnahmenbereich Adaptionsstrategien zur Abmilderung eintretender klimawandelbeding-

ter Folgen hinzu. Die Relevanz solcher Adaptionsmaßnahmen zeigt sich auch im Hinblick auf die Zunahme von Extremwetterereignissen wie beispielsweise Stürmen und Hochwasser (Chopra et al. 2005: 139). Die Entwicklung adaptiver Strategien sollte sowohl großräumig mit einer lokalen Umsetzungsebene als auch regional unter Berücksichtigung unterschiedlicher Betroffenheit von Regionen stattfinden (Beck et al. 2006a: 74f.).

Im Hinblick auf Handlungsoptionen für den Biodiversitätsschutz werden Schutzgebiete und Gebietssysteme weiterhin als zentrales Element erachtet. Weiterhin soll die Instandsetzung und Wiederherstellung degradierter Ökosysteme, der Schutz bedrohter Tierarten sowie die Erhaltung der genetischen Vielfalt gefördert werden (MEA 2005b: 10f.).

Als ein zentrales Problem hinsichtlich der wirkungsvollen Umsetzung von Handlungsmaßnahmen thematisiert das MA vor allem das fehlende Zusammenwirken von unterschiedlichen politischen Ebenen. Um adäquate Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität zu gewährleisten, wird eine effektive Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Ebenen vom MA als unumgänglich erachtet. In diesem Zusammenhang wird auch die bisher schlechte, jedoch dringend notwendige Implementierung internationaler Vereinbarungen auf regionaler und nationaler Ebene als zentrales Element bewertet (Neßhöver et al. 2007: 266).

2 Analyse der Diskursarena aus wissenschaftlicher Sicht

2.1 Einleitung

Es ist von wissenschaftlicher Seite unumstritten, dass die Auswirkungen des Klimawandels bereits heute die Biodiversität auf unterschiedliche Art und Weise stark beeinflussen. So hat sich die Phänologie von Pflanzen und Tieren in den letzten 30–50 Jahren deutlich verfrüht und das Verbreitungsgebiet vieler Tier- und Pflanzenarten nach Norden und in der Höhenzonierung der Gebirge aufwärts verschoben. Daneben sind erhebliche Änderungen in der komplexen Art und Weise, wie Arten miteinander interagieren, zu verzeichnen. Dazu zählen Veränderungen in der Räuber-Beute-Beziehung, der Bestäubung, im Konkurrenzverhalten sowie bei Schädlingen und Krankheiten. Derartige durch den Klimawandel bedingte Auswirkungen werden sich in Zukunft noch verstärken und unter Umständen das Aussterben von Arten oder zumindest einzelnen Populationen zur Folge haben.

Das Ausmaß der Auswirkungen des Klimawandels variiert sowohl zwischen einzelnen Regionen, als auch zwischen Arten und Ökosystemen, je nach deren Vulnerabilität gegenüber den Folgen. Bestehende Schutzgebiete, wie das Natura 2000 Netzwerk, werden in Zukunft angesichts der erwarteten negativen Konsequenzen nicht ausreichen, um ein Aussterben bzw. eine Bedrohung der Arten und Ökosysteme zu verhindern.

Maßnahmen und Strategien zur Entschärfung oder Anpassung an den Klimawandel beeinflussen die Biodiversität oft nachhaltig negativ. Gleichermaßen führen andere anthropogene Einflussfaktoren wie Landnutzungsänderungen zu einer Bedrohung der Arten und Ökosysteme und daraus resultierende Modifikationen der Biodiversität können fatale Folgen für das Level an Treibhausgasemissionen haben und sich wiederum negativ auf den Klimawandel auswirken. In diesem Zusammenhang sollte in Zukunft vor allem ein Schwerpunkt auf bestehende Synergien zwischen Klimawandel und Biodiversität gelegt werden, welche vielfältige positive Effekte beider Bereiche bewirken können. Die zahlreichen bestehenden Verknüpfungen zwischen Klima und Biodiversität weisen auch auf die dringende Notwendigkeit eines stärker ganzheitlichen politischen Ansatzes hin, welcher sowohl auf internationaler als auch auf regionaler und nationaler Ebene verfolgt werden muss.

Auf nationalem Level sollten zusätzlich Aktivitäten, welche Biodiversitäts- und Klimawandelbelange ansprechen, in allen bereichsübergreifenden Gebieten der Politikgestaltung etabliert und gefördert werden. Prioritäten liegen dabei im Reduzieren des Energieverbrauchs, der Zunahme der Energieeffizienz und in der Förderung erneuerbarer Energietechnologien. Ungeachtet solcher Entschärfungsmaßnahmen werden sich die bestehenden Trends der Temperaturerhöhung, der Änderung des Niederschlagslevels sowie ein Meeresspiegelanstieg fortsetzen. Hierbei bietet vor allem die noch nie da gewesene Geschwindigkeit dieser Veränderungen großen Anlass zur Besorgnis. Eine in diesem Zusammenhang übergeordnete Rolle spielt auch die Zunahme der Häufigkeit von Extremwetterereignissen, die ein großes zukünftiges Gefährdungspotenzial für die Biodiversität besitzen.

Ziel der Wissenschaft sollte es in erster Linie sein, eine Grundlage zu bieten, welche die Entwicklung von Methoden zur Abschätzung des Risikos für die Biodiversität ermöglicht und Strategien zur Umkehrung des negativen Trends aufzeigt. Denn durch die Entwicklung von Methoden zur Darlegung der Ursachen von Risiken kann eine Basis geschaffen werden, die für die Einleitung entsprechender Gegenmaßnahmen unverzichtbar ist.

Im Folgenden soll nun der allgemeine Diskurs zum Themenfeld klimabedingte Biodiversitätsveränderungen auf wissenschaftlicher Basis analysiert werden. Ziel dabei ist zunächst, in einem ersten Schritt prioritäre Themen und zentrale Akteure aus wissenschaftlicher Sicht systematisch aufzuzeigen. Dies soll in einem späteren Schritt die Trennung von sicherem von unsicherem Wissen sowie die Identifizierung von gesellschaftlichem und wissenschaftlichem Handlungsbedarf ermöglichen.

2.2 Akteure innerhalb der Diskursarena

Die Akteure des wissenschaftlichen Diskurses können in zwei Gruppen unterteilt werden. Zum einen finden sich zahlreiche Akteure aus Forschungsinstituten seitens

Universitäten, welche zumeist einen stark naturwissenschaftlichen Forschungsschwerpunkt verfolgen.

Wichtige, oft anzutreffende wissenschaftliche Akteure aus universitären Forschungseinrichtungen sind unter anderem:

- Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung, Universität Kassel (Joseph Alcamo)
- Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen, Universität Bonn (Wilhelm Barthlott)
- Fakultät für Forstwirtschaft, Universität Eberswalde (Pierre Ibisch)
- Zentrum für Entwicklungsforschung, Universität Bonn (Luis J. Mata)
- Fachbereich Tierökologie, Universität Gießen (Volkmar Wolters)
- Institut für Integrative Biologie, Department für Umweltwissenschaften, Zürich-Systemökologie (Andreas Fischlin)
- Laboratoire d'Écologie Alpine, Université Joseph Fourier (Wilfried Thuiller)
- Environmental System Analysis Group, University Wageningen (Rik Leemans, Arnold van Vliet)
- Environmental Change Institute, Oxford University Centre for the Environment (Pam M. Berry)
- Conservation Science Group, University of Cambridge (Rhys E. Green)
- Institute of Ecosystem Science, University of Durham, United Kingdom (Brian Huntley, Yvonne C. Collingham)
- Department of Biological and Environmental Science, University of Helsinki (Mar Cabeza)
- Finnish Environment Institute, Helsinki (Risto K. Heikkinen)
- Department of Biological Sciences, University of Notre Dame (Jason S. McLachlan)
- Department de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Madrid, Spanien (Miguel B. Araújo)
- Macroecology and Conservation Unit, University of Évora, Portugal (Wilfried Thuiller)
- Department of Environmental Science and Policy, University of California (Mark W. Schwartz)
- School of Natural Resources and Environment, Ecosystem Management, University of Michigan (David Allan)
- School of Natural Resources, Ohio State University (Stephen N. Matthews)
- Department of Wildlife Ecology, University of Maine (Raymond J. O'Connor)
- Section of Integrative Biology, University of Texas (Camille Parmesan)
- Division of Biological Science, University of California, San Diego (Walter Jetz)
- Ecology and Evolutionary Biology Department, Princeton University, New Jersey (David S. Wilcove)

Weiterhin sind an dem Diskurs andere wissenschaftliche Institutionen beteiligt, die außeruniversitär tätig sind und meistens einen sowohl naturwissenschaftlichen, als

auch einen sozialwissenschaftlichen Forschungsschwerpunkt haben. Dazu zählen unter anderem:

- Department Biozönoseforschung am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (Stefan Klotz, Sven Pompe)
- Department Landschaftsökologie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (Carsten F. Dormann)
- Department Naturschutzforschung am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (Carsten Neßhöver, Thomas Henle)
- ALARM Projekt (Helmholtz Zentrum für Umweltforschung), (Josef Settele)
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (Franz Badeck, Victor Brovkin, Wolfgang Cramer, Marc Zebisch, Katrin Vohland)
- Biofrankfurt-Netzwerk für Biodiversität (Bruno Streit)
- Max-Planck-Institut für Biochemie, Globale Ökologie Gruppe (Nophea Kim Phat)
- Max-Planck-Institut für Chemie, Department atmosphärische Chemie (Laurens Ganzeveld)
- Max-Planck-Institut für Limnologie, Arbeitsgruppe tropische Ökologie (Wolfgang Junk)
- Macaulay Land Use Research Institute, Natural Environment Research Council, Aberdeen (Rob Brooker)
- International Institute for Environment and Development, London (Hannah Reid)
- Centre for Ecology and Hydrology, Hill of Brathens, Banchory (Juliette Young, Allan D. Watt)
- Department for Environment Food and Rural Affairs, United Kingdom
- European Centre for Nature Conservation, Netherlands (Ben Delbaere)
- Department of Herpetology and Center for Biodiversity and Conservation, New York (Richard G. Pearson)
- Conservation Science Department, Royal Society for the Protection of Birds, United Kingdom
- H. John Heinz III Center for Science, Economics and Environment (Thomas E. Lovejoy)
- Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International, Washington (Guy F. Midgley, Lee Hannah)

2.3 Überblick über übergreifende Themenfelder

Im Folgenden sollen nun die wichtigsten übergreifenden Themenfelder in der Diskursarena des „Millennium Ecosystem Assessment“ näher erläutert werden. Da dieses Forschungsfeld eine Flut an möglichen Themen umfasst, muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass nur die wesentlichen, in der Literatur am häufigsten diskutierten Themen berücksichtigt werden können.

2.3.1 Direkte und indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität

Ein zentrales und viel diskutiertes Themenfeld stellen die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität dar. Aus diesem Grund sollen die wichtigsten direkten und indirekten Folgen des Klimawandels auf die Biodiversität näher erläutert werden.

Direkte Auswirkungen:

Verschiebungen der Verbreitungsgebiete

Der fortschreitende Klimawandel bringt eine ganze Reihe an Veränderungen der Biodiversität mit sich, sowohl auf Artenebene, als auch auf Ebene von ganzen Ökosystemen. Eine der offensichtlichsten Auswirkungen des Klimawandels zeigt sich in den Effekten der veränderten Temperatur- und Niederschlagsmuster, welche zu erheblichen Verschiebungen der Verbreitungsgebiete von Arten und den Grenzen von Ökosystemen führen. So hat sich das Verbreitungsgebiet vieler Tier- und Pflanzenarten bereits nach Norden und in der Höhenzonierung der Gebirge aufwärts verschoben (Olofsson et al. 2008: 15). Die Arten, die eine höhere Mobilität bzw. einen höheren Opportunismus besitzen, werden auf Kosten von anderen Arten, die eben diese Eigenschaften nicht besitzen, profitieren. Nach Root et al. (2003) konnten in einer Studie von 1700 globalen Arten 81 Prozent der insgesamt beobachteten Verschiebungen der Verbreitungsgebiete auf die Auswirkungen des Klimawandels zurückgeführt werden. Solche Verschiebungen der Grenzen von Verbreitungsgebieten haben zur Folge, dass bestehende Schutzgebiete nicht mehr länger die Arten und Habitate umfassen können, für welche sie einst etabliert wurden. In den bisher zumeist eher statischen Biodiversitätsschutzkonzepten wurde sich ändernden Mustern der Biodiversität wenig Nachdruck verliehen und Schutzgebietssysteme in erster Linie ohne den Bezug auf Klimawandel und dessen Folgen entworfen (Reid 2006: 87, vgl. auch Korn et al. 2006: 11, Parmesan 2006: 645f., Geiger 2007: 3, Pompe 2008: 566, Lee et al. 2007: 131f., ICLEI 2008: 1, Pampus 2007: 5f., Thuiller 2007b: 550, NSW 2007: 10ff., ECNC 2007: 7f., McLachlan et al. 2006: 297f.).

Änderungen der Phänologie

Neben Verschiebungen der Verbreitungsgebiete von Arten bewirkt der Klimawandel Veränderungen des Fortpflanzungszyklus und der Vegetationszeit einzelner Arten. Diese Folgen können die Auftrittshäufigkeit von Pflanzenschädlingen und Krankheitsausbrüchen deutlich erhöhen. Studien zur zeitlichen Festlegung von Ereignissen des Frühjahrsbeginns, wie Eiablage von Vögeln oder die Blüte von Pflanzen, belegen nahezu einheitlich, dass sich der Zeitpunkt des Frühjahrsbeginns auf ein früheres Stadium, mit im Durchschnitt 5,1 Tagen früher pro Jahrzehnt im letzten halben Jahrhundert verschoben hat. In diese Richtung tendiert auch der Befund von Root et al. (2003), der aufzeigt, dass bei 1700 untersuchten Arten 87 Prozent der Änderungen der Phänologie im Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen (vgl. auch Reid 2006: 87). Es besteht insgesamt Einigkeit darin, dass viele Arten bereits heute phänologische Reaktionen auf den Klimawandel zeigen, wobei die Reaktionen je nach

Region stark variieren. Daneben gibt es auch Variationen in der Art und Weise wie einzelne Arten auf die veränderten Bedingungen reagieren, welche in erster Linie aus Unterschieden der trophischen Ebenen und Konkurrenz zwischen Arten resultieren. Selbst innerhalb einzelner Arten zeigen sich Unterschiede in der Reaktion zwischen männlichen und weiblichen Vertretern der jeweiligen Art (Olofsson et al. 2008: 10). Es existieren zwar mehrere Studien, die sich mit Veränderungen in der Phänologie befassen, allerdings verfolgen diese keine standardisierte Methode (wie bspw. die Kalkulation von Mittelwerten von Artenreaktionen etc.), wodurch Aussagen und Prognosen für zukünftige phänologische Änderungen nur schwer möglich sind (Olofsson et al. 2008: 10, vgl. auch Korn et al. 2006: 11, ICLEI 2008: 1, Parmesan 2006: 642f., Pampus 2007: 5.f, Thuiller 2007b: 550; NSW 2007: 10ff., ECNC 2007: 7f.).

Ökosystemänderungen und Wandel der Interaktionen zwischen Arten

Der Klimawandel wirkt sich ebenfalls negativ auf den Aufbau und die Struktur von Ökosystemen aus. Ökosystemreaktionen, wie Verschiebungen ganzer Ökosysteme oder einzelner Pflanzentypen, bewirken z.B. Änderungen der Habitatqualität und -verteilung. Daneben resultiert aus dem Klimawandel ein Anstieg der Nischenverfügbarkeit, welche das Niederlassen von zugewanderten invasiven Arten erleichtert und somit zu einer erheblichen Veränderung der Ökosysteme führt (Olofsson 2008: 19, Dormann 2006: 12).

Ein wichtiger Trend in den Ökosystemänderungen ist die Homogenisierung der Artenzusammensetzung verschiedener Lebensräume. So führt die Ausbreitung gebietsfremder invasiver Arten und die starke Ausbreitung von wenigen weit verbreiteten Arten zu einer biologischen Vereinheitlichung, wodurch die Einzigartigkeit und Vielfalt der Artenausstattung weltweit massiv abnimmt. Die Abnahme der genetischen Vielfalt innerhalb einer Art steht in erster Linie mit den kleiner werdenden Populationen in Zusammenhang. Allerdings ist das Wissen über die genetische Vielfalt nach wie vor sehr lückenhaft. Besonders starke Abnahmen zeigen sich vor allem bei domestizierten Arten, die für die Sicherstellung der globalen Ernährung wichtig sind. So hat sich die innerartliche Diversität aufgrund landwirtschaftlicher Intensivierungsmaßnahmen und der globalen Konzentration der landwirtschaftlichen Produktion auf nur wenige Sorten und Rassen verringert (vgl. Kapitel 2.3.6) (Beck et al. 2006a: 23f).

Weiterhin sind die Auswirkungen des Klimawandels auf die sehr komplexen Interaktionen, wie Räuber-Beute-Beziehung, Konkurrenzkampf oder Bestäubung, welche das Funktionieren von Ökosystemen gewährleisten, noch unzureichend erforscht. Die meisten Studien diesbezüglich geben lediglich Andeutungen darüber, was in der Zukunft erwartet werden kann. So existieren etwa Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Nahrungskette (z.B. Änderungen der Nahrungskette der Nordsee) oder auf die Wettbewerbsfähigkeit (z.B. Vogelartenveränderungen Konstanzer See) (Reid 2006: 88, Huntley et al. 2008). Daneben gibt es allerdings nur

wenige Studien, die sich auch mit den Veränderungen der Struktur der funktionalen Merkmale von Lebensgemeinschaften befassen (Olofsson 2008: 21, vgl. auch NABU 2007: 2f., Korn et al. 2006: 11, ICLEI 2008: 1, Parmesan 2006: 642f., Pampus 2007: 5f., Thuiller 2007: 550, NSW 2007: 10ff., ECNC 2007: 7f.).

Aussterberaten

Vom Aussterben einer Art spricht man dann, wenn ein globaler Verlust aller Individuen einer Art stattgefunden hat. Ein exaktes Wissen über das Aussterben einer Art ist in den meisten Fällen nur dann vorhanden, wenn das letzte Individuum dieser Art in Gefangenschaft verstorben ist. In der Natur sind Aussterbeereignisse meistens nur sehr schwer fehlerfrei zu bestätigen. Bisher existieren kaum nachgewiesene Beobachtungen bezüglich des durch den Klimawandel bedingten Aussterberisikos. Dies resultiert aus der Tatsache, dass der Klimawandel meist nicht als alleinige Triebkraft identifizierbar ist und zahlreiche weitere Faktoren das Aussterben einer Art mitverursachen. Hinzu kommt, dass Aussterbeereignisse einzelner Arten häufig zeitlich verzögert zum Klimawandel auftreten und daher diesem nicht exakt zugeordnet werden können (Olofsson et al. 2008: 18; Schwartz 2005: 14f.). Der Klimawandel wird zwar insgesamt zu einer Zunahme des Aussterberisikos führen, allerdings sind verlässliche Voraussagen von Seiten der Wissenschaft bisher nur bedingt möglich. Thomas et al. (2006) haben bspw. fünf verschiedene Regionen in der Welt bezüglich des zukünftigen Aussterberisikos untersucht und kamen zu dem Ergebnis, dass, wenn die derzeitige Rate des Klimawandels fort dauert, 24 Prozent der Arten in diesen Regionen bis 2050 in erheblichem Maße vom Aussterben bedroht sein werden. Die Studie belegt auch, dass das Überleben zahlreicher Arten stärker von den Auswirkungen des Klimawandels abhängig sein wird als von der Zerstörung der natürlichen Habitate.

Aussterbe- und Gefährdungsrisiken scheinen für Arten bestimmter ökologischer Gruppen besonders hoch zu sein. So sind Arten einer höheren trophischen Ebene mit geringer Populationsdichte, geringer Reproduktionsrate und Arealgröße sowie langer Lebensdauer besonders stark gefährdet (Beck et al. 2006a: 22). Es verbleibt trotz allem die Tatsache, dass die direkten Verbindungen zwischen Klimawandel und dem Aussterben von Arten oft nur sehr schwer nachweisbar sind (Reid 2006: 89). Auch aktuelle Modellierungstechniken diesbezüglich schließen nicht alle Einflussfaktoren der Biodiversität mit ein und können somit keine detaillierten Voraussagen liefern. Außerdem bestehen nach wie vor Schwierigkeiten in der Zusammenfassung und dem Vergleich der Ergebnisse der Prognosen, was durch die erheblichen Unterschiede in den Klimaszenariomodellen bewirkt wird. Trotz dieser bestehenden Unsicherheiten werden signifikante Auswirkungen auf das Aussterben von Arten in der nahen Zukunft nicht mehr vermeidbar sein (Olofsson 2008: 18, vgl. auch Korn et al. 2006: 11, Parmesan 2006: 652f., UNEP/CSM 2006: 8f., Pampus 2007: 5f., Thuiller 2007b: 550, NSW 2007: 10ff., ECNC 2007: 7f.).

Auswirkungen von Extremwetterereignissen und Beitrag der Vegetation zum Schutz vor Naturgefahren

Klimawandel-bedingte Extremwetterereignisse, wie Dürren, Überschwemmungen, Feuer und Krankheiten werden in der Zukunft in erheblichem Maße zunehmen und die Biodiversität ernsthaft negativ beeinflussen. So wird davon ausgegangen, dass Extremwetterereignisse Organismen, Populationen und Ökosysteme im Durchschnitt deutlich stärker schädigen werden, als dies bei allmählichen globalen und regionalen Änderungen der Fall sein wird (Reid 2006: 89; vgl. auch Brooker et al. 2007: 15; Vohland 2008: 8). Eine wichtige Rolle spielt auch die Fähigkeit der Vegetation, Schutz vor Naturgefahren zu leisten. Mit der globalen Klimaänderung wandeln sich die Lebensbedingungen für Pflanzen allerdings ungewohnt schnell, und es kommt vermehrt zu extremen Unwettern.

Weitverbreitete These ist, dass vielfältige und stabile Ökosysteme unter diesen Bedingungen besser in der Lage sein werden, die geforderten Schutzleistungen zu erfüllen. Es stellt sich jedoch die Frage, wie lange die Vegetation zukünftig noch die Fähigkeit besitzen wird, den notwendigen Schutz zu erbringen. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, möglichst eine funktionell und strukturell vielfältige Vegetationsdecke zu gewährleisten (Rickli et al. 2008: 20).

Variationen zwischen Regionen, Arten und Ökosystemen

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität werden je nach Region stark variieren. Die stärksten Veränderungen im Klima werden in den nördlichsten und südlichsten Regionen sowie in den Gebirgen erwartet. Unglücklicherweise sind gerade diese Gebiete das Zuhause zahlreicher Arten, die kaum alternative Habitate, in welche sie abwandern könnten, besitzen und nur schlecht mit einwandernden Arten konkurrieren können. Auch innerhalb von Arten und Ökosystemen bestehen enorme Unterschiede in der Anfälligkeit der Organismen. Besonders gefährdet sind in diesem Zusammenhang vor allem kleine Populationen und solche, die nur auf ein sehr kleines Gebiet beschränkt sind (Reid 2006: 90, vgl. auch NABU 2007: 3, Korn et al. 2006: 11f, Pampus 2007: 6f, NSW 2007: 11f).

Indirekte Auswirkungen auf die Biodiversität:

Der Klimawandel und dessen Auswirkungen sind nicht die alleinigen Auslöser für Veränderungen der Biodiversität. Es existieren eine ganze Reihe anderer Faktoren, die einen indirekten Druck auf die Biodiversität und auf Ökosysteme ausüben und diesen entweder durch die Interaktion unter sich selbst oder aber durch das agieren in Kombination mit dem Klimawandel verursachen. In diesem Zusammenhang werden der Habitatzerstörung und -fragmentation sowie Landnutzungsänderungen eine wichtige Rolle beigemessen. Innerhalb der Landwirtschaft können hierbei Faktoren, wie Änderungen konventioneller Farmpraktiken oder die Zunahme der Erzeugung erneuerbarer Energien, als Beispiel herangezogen werden. Daneben stellen auch

demographische Veränderungen oder eine zunehmende Urbanisierung wichtige indirekte Einflussgrößen dar (Olofsson et al. 2008: 22).

Weiterhin ist es nicht nur der Klimawandel selbst, der die Biodiversität beeinträchtigt und schädigt, sondern in einigen Fällen beeinflussen auch Strategien zur Entschärfung und Anpassung an den Klimawandel die Biodiversität nachhaltig. So resultieren indirekte Konsequenzen auf die Biodiversität vor allem aus der Reaktion des Menschen auf den Klimawandel. Dies geschieht meist in Form von Anpassung der Landnutzungsformen, Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Extremereignissen oder durch die Verringerung der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen.

So entsprechen klassische Top-Down-Ansätze zum Umgang mit den Folgen des Klimawandels häufig großen Infrastrukturbauprojekten. Solche Projekte beeinflussen die Biodiversität oftmals auf sehr negative Art und Weise, wohingegen alternative Anpassungsmöglichkeiten einen deutlich geringeren negativen Einfluss auf die Biodiversität haben können und deshalb stärker etabliert werden sollten. Auch Strategien, die sich mit einer Reduzierung der globalen Treibhausgasemissionen und damit mit einer Entschärfung des Klimawandels befassen, sind meist mit großskaligen Projekten für erneuerbare Energien verbunden und führen zu einer Schädigung der Biodiversität. Um diesbezüglich ein Beispiel zu geben, kann auf die Folgen von Wasserkraftprojekten in Form von terrestrischem und aquatischem Verlust an Biodiversität sowie dem Verhindern von Fischwanderungen verwiesen werden. Auch Wiederaufforstungs- und Bewaldungsmaßnahmen spielen bezüglich der Schädigung der Biodiversität eine wichtige Rolle, da sie häufig zu dramatischem Biodiversitätsverlust führen können (Reid 2006: 91, Korn et al. 2006: 11f.).

2.3.2 Einfluss von Biodiversität und Ökosystemen auf das Klima

So wie die Auswirkungen des Klimawandels die Biodiversität beeinflussen, so können auch Veränderungen der Biodiversität das globale Klima beeinträchtigen. Moore und Wälder stellen zentrale Beispiele für dieses Themenfeld dar. Sie speichern große Mengen an Kohlenstoff, den sie über lange Zeiträume gebunden haben und in kurzer Zeit freisetzen können. Wälder binden einen erheblichen Teil des Kohlenstoffs vor allem in Form von Humus im Boden. Werden Bäume jedoch in Zellulose umgewandelt oder verbrannt, entweicht der Kohlenstoff und wird in die Atmosphäre freigegeben. Es wird davon ausgegangen, dass die Abholzung der Wälder weltweit und besonders in den tropischen Regionen mindestens zu einem Fünftel zu den gesamten Kohlenstoffdioxidemissionen beiträgt. Dabei entscheidet vor allem die Intensität der Forstwirtschaft darüber, wie viel Kohlenstoff freigesetzt wird. So kann etwa ein selektiver Holzeinschlag im Amazonaswald gewährleisten, dass der Wald seine Funktion, den Wasserhaushalt zu regulieren, weiter erfüllen kann.

Eine wichtige Rolle bezüglich des Einflusses von Ökosystemen auf den Klimawandel spielt auch die Veränderung von Mooren, welche zahlreiche ökologische Dienste wie etwa die Verbesserung der Wasserqualität bereitstellen. Viele Moore bieten ein wichtiges Biodiversitätsreservoir und ermöglichen den Zwischenaufenthalt zahlloser wandernder Arten. Werden Moore trockengelegt, verbindet sich der Torf mit dem Sauerstoff und der enthaltene Kohlenstoff wird in die Atmosphäre freigegeben. Brände beschleunigen den Prozess, in dem sie sowohl die oberirdische Biomasse als auch den Torf selbst entzünden. Allein in den Mooren der indonesischen Regenwälder ist eine Menge an Kohlenstoff gebunden, die dem Verhandlungsvolumen des Kyoto-Protokolls gleichkommt. Moore zu schützen ist daher auch gleichzeitig Klimaschutz (Reid 2006: 91f., vgl. auch Vohland/Cramer 2008: 21, Fischlin/Volz 2008: 10f., Fischer/Fuhrer 2008: 22f., Grünig 2008: 24f., Europäische Kommission 2007: 7, ICLEI 2008: 2).

2.4 Prioritäre Themen und Diskursstränge

2.4.1 Meeresspiegelanstieg

Einen wichtigen viel diskutierten Diskursstrang innerhalb der Wissenschaft stellt der erwartete Anstieg des Meeresspiegels und die damit einhergehenden Folgen für die Biodiversität im Küstenbereich dar. Diesbezüglich existieren zwar globale Modelle zur Eisschmelze und eines dadurch verursachten Meeresspiegelanstiegs, allerdings sind zukünftige Voraussagen über dessen Ausmaß nach wie vor mit großen Unsicherheiten belegt, da plötzliche Abbrüche großer Eismassen bislang nicht in die Modelle integriert werden können.

Bestehende reguläre Modelle prognostizieren eine durchschnittliche Zunahme des Meeresspiegels zwischen 18 und 59 cm bis zum Ende dieses Jahrhunderts. Lokale Änderungen des Meeresspiegels werden zusätzlich durch die Ozeandichte und -zirkulation vor Ort beeinflusst. Bereits ein Meeresspiegelanstieg von mehr als 1 cm bis Ende dieses Jahrhundert reicht jedoch aus, um eine erhebliche Schädigung und nachhaltige Beeinflussung der Biodiversität und Ökosysteme der Küstengebiete weltweit hervorzurufen (Olofsson et al. 2008: 22).

Allerdings bedroht nicht nur der Meeresspiegelanstieg die Ozeane und Küsten in erheblichem Maße, sondern auch die steigenden Meerestemperaturen und der sinkende PH-Wert stellen wichtige Einflussgrößen dar. So nehmen z.B. Korallen ihre Nahrung über Algen auf, die in ihrem Gewebe angesiedelt sind. Erwärmt sich das Wasser, scheiden sie die Algen aus und verfärben sich weiß. Kann das Korallenwachstum nicht mit dem steigenden Meeresspiegel standhalten, so ertrinken die Korallen buchstäblich. Hinzu kommt, dass sie die Versauerung der Ozeane zusätzlich schädigt. Auch Mangroven können in der Regel nicht ihr Verbreitungsgebiet an den steigenden Meeresspiegel anpassen, da die höher gelegenen Bereiche meist bereits bewachsen sind (Vohland/Cramer 2008: 20f.).

2.4.2 *Wald-/Forstwirtschaft und Biodiversität*

Bei den letzten sieben großen zusammenhängenden Urwaldgebieten der Erde handelt es sich um den Regenwald des Amazonas, die Urwälder Nordamerikas, den Regenwald Zentralafrikas, die Bergwälder Chiles, die Urwälder im Norden Europas, die Regenwälder Südostasiens sowie die Schneewälder Sibiriens. Besonders die tropischen Regenwälder bieten einen Artenreichtum, wie er sonst nirgends auf der Welt existiert. Auf einem Hektar können bis zu 500 Baumarten angesiedelt sein und Schätzungen zufolge beläuft sich die Zahl der Tier- und Pflanzenarten auf 20 bis 30 Millionen. Obwohl Wälder weltweit insgesamt nur etwa sechs Prozent der Erdoberfläche ausmachen, umfassen sie zwei Drittel aller an Land lebenden Arten. Neben ihrem Artenreichtum bieten Wälder weitere wichtige Funktionen. Sie regulieren Klima und Wetter, schwächen extreme Klimaverhältnisse wie Hitze, Trockenheit und Stürme ab und stellen einen bedeutsamen Teil des Wasserkreislaufs dar. Daneben produzieren sie Sauerstoff, verhindern Bodenerosion und reinigen Luft und Wasser. Eine wichtige Rolle kommt auch ihrer Funktion als Kohlenstoffspeicher zu, wodurch sie etwa die Hälfte des auf der Erde vorkommenden Kohlenstoffs binden können (Kaiser 2008: 50).

Ein Temperaturanstieg von bis zu drei Grad würde laut des Weltklimarats IPCC ausreichen, damit 20 bis 30 Prozent der Arten weltweit aussterben. In ganzen Landstrichen werden Wälder klimabedingt verschwinden und insgesamt werden sich die Waldgürtel nordwärts verschieben. Neben dem Klimawandel tragen die Umwandlung in Ackerflächen und die Degradierung von Wäldern durch industriellen Holzschlag oder Zerstückelung durch Straßen oder Ölpipelines in erheblichem Maße zum Arten- und Lebensraumverlust bei. Ursachen der Abholzung liegen vor allem im weltweiten Konsum und in der Nachfrage nach Ressourcen. So werden bspw. in Indonesien Urwälder zugunsten von Ölpalmpflanzungen in Brand gesteckt, was sich unter anderem auch sehr stark auf das globale Klima auswirkt, da der in Torfböden gespeicherte Kohlenstoff freigesetzt wird. Hauptantrieb für den illegalen Holzeinschlag und die Brandrodung ist die Nachfrage nach Palmöl und anderen Produkten der Industrieregionen; so importiert Deutschland etwa eine Milliarde Palmöl pro Jahr zur Verwendung für Lebensmittel, Kosmetik oder als Beimischung für Treibstoffe. Damit werden weiterhin wirtschaftliche Entwicklungen gefördert, die keine Rücksicht auf den Walderhalt nehmen und illegale und nicht-nachhaltige Holznutzungen werden noch immer nicht ausreichend bekämpft (Kaiser 2008: 51f.).

2.4.3 *Weltweite Schutzgebiete und inter- und transdisziplinäre Schutzgebietsforschung*

Weltweite Schutzgebiete spielen in Bezug auf klimabedingte Biodiversitätsveränderungen eine entscheidende Rolle. Die Einrichtung und Sicherung schon ausgewiesener Schutzgebiete sowie die Errichtung neuer Gebiete ist zu einer wesentlichen Herausforderung für den Biodiversitätsschutz avanciert. Derzeit stehen offiziell elf Prozent der globalen Landflächen unter Schutz, wobei viele Schutzgebiete nur auf dem

Papier existieren und die darin eingeschlossenen Ökosysteme nur unzureichend geschützt werden. Dies verdeutlicht, dass die rein gesetzliche Ausweisung eines Schutzgebiets keinen Aufschluss über dessen Funktionsfähigkeit gibt. Hinzu kommt, dass weltweit bei weitem nicht die Menge an Finanzmitteln aufgebracht wird, die eigentlich für den Schutz und die Aufrechterhaltung der Schutzgebiete vonnöten wäre. Schätzungen beziffern, dass jährlich etwa sechs Milliarden Dollar für Schutzgebiete weltweit investiert werden; notwendig wären jedoch eigentlich bis zu 45 Milliarden. Durch eine jährliche Investition dieser Summe könnten Ökosystemdienstleistungen in Höhe von 4400 bis 5200 Milliarden US-Dollar gewährleistet werden. Dabei macht der Fehlbetrag nur einen sehr geringen Bruchteil der geschätzten Milliarden aus, die jährlich von den Mitgliedsländern der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung für Agrarsubventionen aufgewendet werden (Berghöfer 2008: 54; Hannah et al. 2007: 131ff).

Schutzgebiete werden scheinbar immer durch ähnliche Faktoren bedroht. In Südostasien etwa gelten Küstenentwicklung und daraus resultierende Übernutzung und Verschmutzung der Korallenriffe als Treiber. Die Abholzung der Regenwälder wird durch kombinierte Ursachen sozialer, ökonomischer und politisch-institutioneller Faktoren bedingt. Dazu zählen bspw. die internationale Nachfrage nach Holz oder Regierungsprogramme zum Ausbau landwirtschaftlicher Flächen. Die Nachfrage nach Land, Bodenschätzen oder Holz könnten durch Marktinstrumente auf höherer Ebene, wie z.B. Einfuhrbestimmungen oder Zertifizierungssysteme, effektiv beeinflusst werden, was jedoch nach wie vor aufgrund ökonomischer Interessen oft nicht verfolgt wird.

Eigentlich sollen Schutzgebietssysteme helfen, dass sich Naturschutzpolitiken und -gelder über Regionen hinweg sinnvoll an Schutzanforderungen orientieren. Jedoch wird die Auswahl der Gebiete häufig durch politische und ökonomische Kriterien bestimmt. So sind wirtschaftliche uninteressante Regionen meist sehr gut vertreten, artenreiche Küstenregionen dagegen kaum. Um dem entgegen zu wirken, haben viele Staaten mittlerweile gesetzliche Grundlagen für Schutzgebietssysteme und deren Koordination etabliert. Diese nationalen Mechanismen sind jedoch oft unterfinanziert und schwach entwickelt. Als internationaler Vorreiter kann hier das Natura 2000 Netzwerk angeführt werden, das hinsichtlich seiner Konzeption, Verankerung und Ausstattung weit vorangeschritten ist. Doch auch das Natura 2000 Netzwerk stellt, aufgrund seiner nicht vorhandenen rechtlichen Absicherung und des weitgehend fehlenden zusammenhängenden Managements noch kein vollständig ausgereiftes Konzept dar (Berghöfer 2008: 56).

Es hat sich verstärkt anhand von empirischen Studien gezeigt, dass herkömmliche Managementkonzepte für Schutzgebiete zu Konflikten mit traditionellen Ressourcennutzungen führen und deshalb nicht den Grundsätzen der Nachhaltigkeit entsprechen. Der Mensch kann über einen längeren Zeitraum hinweg nicht aus seiner natürlichen Lebensumgebung ausgeschlossen werden und nach dem neuen Para-

digma eines am Prinzip der Nachhaltigkeit orientierten Schutzgebietsmanagements ist daher die Berücksichtigung von kulturellen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten notwendiger Bestandteil bei der Formulierung von Strategien zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Die sozialen, kulturellen und ökonomischen Bedürfnisse des Menschen werden somit zum Gegenstand von Managementkonzepten für Schutzgebiete. Daneben wird die bisherige Ebene des Artenschutzes um ökosystemare Zusammenhänge erweitert. Das Bestehen von Schutzgebieten ist somit sowohl von ökologischen als auch von sozio-ökonomischen Faktoren abhängig. Aus diesem Grund sollten ökologische und sozio-ökonomische Methoden und Konzepte zur Analyse der Effektivität von Management- und Governance-Ansätzen in Bezug auf die Umsetzung von Schutz- und Entwicklungszielen miteinander verbunden werden. In diesem Zusammenhang scheint es ebenfalls sinnvoll, verschiedene und teilweise komplementäre Forschungsdisziplinen wie Geographie, Soziologie, Ökologie und Politikwissenschaft in die Forschungsarbeit zu integrieren. Weiterhin sollte eine Untersuchung von Erfolgs- und Misserfolgskriterien der effektiven Umsetzung von Schutzgebietsmanagement und -governance erfolgen, um schließlich allgemeine Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von Schutzgebieten formulieren zu können (Stoll-Kleemann/Schliep 2007: 69f).

2.4.4 Biodiversität für Nahrung und Landwirtschaft (Agrobiodiversität)

Landwirtschaftliche Biodiversität bietet zahlreiche Vorteile für Produktionssysteme, was ein Nutzen für die Produktion selbst, die Produktivität, die Agrarökosystemfunktionen sowie das Wohlbefinden der Menschen mit einschließt (vgl. Abb. 3). Es wird davon ausgegangen, dass der Klimawandel die von der landwirtschaftlichen Biodiversität dargebotenen Ökosystemdienstleistungen, wie sie auch im MA thematisiert werden, in erheblichem Maße negativ beeinflusst. Die Auswirkungen werden jedoch abhängig von den verschiedenen Komponenten der landwirtschaftlichen Biodiversität unterschiedlich stark ausfallen.

Provisioning	Regulating	Supporting	Cultural
<ul style="list-style-type: none"> • Food and nutrients • Fuel • Animal feed • Medicines • Fibres and cloth • Materials for industry • Genetic material for improved varieties and yields • Pest resistance 	<ul style="list-style-type: none"> • Pest regulation • Erosion control • Climate regulation • Natural hazard regulation (droughts, floods and fire) • Pollination 	<ul style="list-style-type: none"> • Soil formation • Soil protection • Nutrient cycling • Water cycling 	<ul style="list-style-type: none"> • Sacred groves as food and water sources • Agricultural lifestyle varieties • Genetic material reservoirs • Pollinator sanctuaries

Abb. 4: Biodiversitätsvorteile der Landwirtschaft durch Ökosystemdienstleistungen (FAO 2008: 2)

Allgemein fest steht jedoch, dass ein Verlust an Artenvielfalt erhebliche Auswirkungen auf Landwirtschaft und Nahrungsmittel haben wird und damit zu einem signifikanten Rückgang von genetischer Diversität führen wird. Zahlreiche Ressourcen werden in der Zukunft stark bedroht sein, wenn der Klimawandel die genetische Diversität zerstört und Nahrungs- und Ökosysteme signifikant destabilisiert (FAO 2008: 5). Um mit den Folgen des Klimawandels zu Recht zu kommen, müssen Pflanzen und Tiere sich an abiotische Veränderungen wie Hitze, Dürre, Überschwemmungen oder eine zunehmende Salinität anpassen. Ebenso wird es wegen der durch den Klimawandel verstärkt auftretenden Schädlinge und Krankheiten notwendig sein, neue Resistenzen zu entwickeln. Aufgrund dieser Faktoren werden einige Länder zukünftig immer stärker von den genetischen Ressourcen anderer Länder und Regionen abhängig sein, um Landwirtschaft und Nahrungsmittel nachhaltig aufrecht erhalten zu können. In diesem Kontext werden die Interdependenzen zwischen einzelnen Ländern in Bezug auf genetische Ressourcen für Nahrung und Landwirtschaft signifikant zunehmen und eine internationale Kooperation wird in diesem Bereich als Schlüsselement längerfristiger Strategien angesehen (FAO 2008: 8).

Das gesamte Themenfeld, das sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die besonders für Nahrung und Landwirtschaft wichtigen Bereiche der Biodiversität befasst, wurde bisher in der Wissenschaft nur sehr unzureichend bearbeitet. So existieren keine umfassenden globalen Studien, die sich sowohl mit dem Klimawandel als auch mit der Biodiversität für Landwirtschaft und Nahrung gleichermaßen befasst haben. Um für die Zukunft wichtige Anpassungsmaßnahmen entwickeln zu können, ist jedoch ein verbessertes Verständnis der von der landwirtschaftlichen Biodiversität dargebotenen Ökosystemdienstleistungen unbedingt notwendig (FAO 2008: 6, vgl. auch Vohland 2008: 8, Geiger 2007:1)

2.4.5 *Bioenergie und Biodiversität*

Die energetische Nutzung von Biomasse gewinnt zunehmend an Bedeutung, um den wachsenden Energiebedarf zu decken, Treibhausgasemissionen zu reduzieren und Energieengpässe zu überbrücken. Gleichzeitig wird jedoch in der Klimaschutzdebatte oft nicht berücksichtigt, dass gerade der Schutz natürlicher Ökosysteme und schonende Landnutzung Treibhausgasemissionen reduzieren können. So gehen stetig Hot-Spots biologischer Vielfalt und Kohlenstoffsinken verloren, indem Regenwälder abgeholzt und Moore entwässert werden, um bspw. Ölpalmpflanzungen etablieren zu können. Diesbezüglich scheint die Sicherung gebundenen Kohlenstoffs in den Ökosystemen kein vorrangiges Ziel der Klimaschutzpolitik zu sein. Längst hat der Bioenergiemarkt eine Eigendynamik entwickelt. Obwohl Biokraftstoffe weltweit etwa erst zwei Prozent des gesamten Kraftstoffbedarfs decken, wirken sie sich bereits jetzt in erheblichem Maße negativ auf die Landnutzung aus. Sie führen unter anderem zu einer Verschärfung der Flächenkonkurrenz, einer Verknappung der Nahrungsmittel sowie zu massiven Auswirkungen auf die Agrarpreise. Zahlreiche Arten und Lebensgemeinschaften drohen ihren Lebensraum zu verlieren, wenn Biomasseproduk-

tion finanziell lukrativer als Extensivierungs- und Agrarnaturschutzprogramme wird und intensive Anbausysteme bei steigenden Agrarpreisen an Standorte vordringen, auf denen sich der Anbau bisher nicht lohnte. Ein gutes Beispiel in diesem Zusammenhang kann anhand der Ausbreitung der Intensivkulturen Raps und Mais in Deutschland gegeben werden. So wurden allein im Jahr 2007 auf etwa neun Prozent der deutschen Ackerfläche Raps angebaut. Hinzu kommt, dass beim Anbau von Raps in der Regel überdurchschnittlich große Mengen an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln eingesetzt werden, die sich nachhaltig negativ auf Boden, Grundwasser und benachbarte Lebensräume auswirken. Wo naturnahe Lebensräume für den Anbau von Energiepflanzen erschlossen werden, ergeben sich direkte messbare Schäden, wie der Verlust zahlreicher Arten (Luick/Schümann 2008: 64f.).

Auch in Zukunft wird die Energiebranche aufgrund ambitionierter politischer Ziele weiter an Bedeutung gewinnen und Klimaschutz wird dazu beitragen, den Raubbau an der Natur zur Bioenergieproduktion zu legitimieren. Deshalb sollte ein internationales Zertifizierungssystem verhindern, dass Bioenergie pauschal als treibhausgasneutral eingestuft wird und Maßnahmen zum Klimaschutz Biodiversitätsziele außer Acht lassen. Daneben sollten regionale Energiekonzepte gefördert werden, die einen technisch optimierten und naturschonenden Energiepflanzenbau verfolgen (Luick/Schümann 2008: 65, vgl. auch Kägi/Zah 2008: 14f.).

2.4.6 Klimawandel, Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen

Das Millennium Ecosystem Assessment definiert Biodiversität als „die Vielfalt unter lebenden Organismen, was die Vielfalt innerhalb der Arten, zwischen den Arten, die Vielfalt der Ökosysteme und ihre Wechselwirkungen umfasst“ (vgl. MEA 2005b: 12). Das MA sieht hierbei den wichtigsten Schwerpunkt in den Interaktionen zwischen Menschen, Biodiversität und Ökosystemen. Das Konzept der Ökosystemdienstleistungen verbindet die Biodiversität unzertrennbar mit menschlichem Wohlbefinden, wodurch diese an gesellschaftlicher Relevanz gewinnt. Die Biodiversität wiederum stellt eine zentrale Größe dar für Ökosystemfunktionen, die Basisleistungen, Regulationsleistungen, Versorgungsleistungen und kulturelle Leistungen sichern. Für das menschliche Wohlbefinden sind diese Ökosystemdienstleistungen essentiell. Trotzdem existieren momentan nur sehr wenige wissenschaftliche Studien, welche die Verbindung zwischen den Veränderungen der Biodiversität, den Veränderungen der Ökosysteme und den Wandel des menschlichen Wohlbefindens analysieren. Lediglich vereinzelte Studien belegen einen deutlichen Einfluss verschiedener Komponenten der Biodiversität auf Ökosystemdienstleistungen und -funktionen. Eine klimabedingte Abnahme der Biodiversität führt zu einer Verschlechterung der Ökosystemdienstleistungen und dadurch schließlich mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer negativen Beeinträchtigung von Gesundheit, sozialen Verhältnissen und Nahrungsmittelsicherheit. Der Verlust an Biodiversität betrifft dabei in besonderem Maße Regionen mit Entwicklungsproblemen, die oft unmittelbar über Landwirtschaft, Weidewirtschaft, Jagd oder Fischerei von den Ökosystemen und ihren Leistungen abhängen.

gig sind. Die Konsequenzen diesbezüglich sind jedoch sehr komplex und von daher nur schwer prognostizierbar; vorhandene Prognosen werden zusätzlich durch Wechselwirkungen verschiedener Ökosystemdienstleistungen erschwert (Beck et al. 2006a: 19f., vgl. auch Europäische Kommission 2007: 13, ECNC 2007: 9f).

2.4.7 *Verknüpfung sozio-ökonomischer und ökologischer Forschung*

Während der letzten Jahrzehnte haben anthropogen bedingte Wirkungsfaktoren im Vergleich zu natürlichen Wirkungskräften deutlich an Relevanz gewonnen und haben damit einen neuen Abschnitt in der Entwicklungsphase der Erde, das sogenannte Anthropozän, eingeleitet. Das Anthropozän beschreibt in diesem Zusammenhang ein System, das nicht allein aus Wechselwirkungen zwischen Klima und Geologie hervorgegangen ist, sondern das ebenso aus dynamischen Interaktionen zwischen Gesellschaft und Natur resultiert. Sowohl auf lokaler, regionaler als auch globaler Ebene beeinflussen menschliche Aktivitäten die Ökosystemfunktionen durch die Zerstörung bestehender Muster und die Modifikation von Ökosystemstrukturen. Ausbeutung, Transport und Veränderung von Ressourcen (angetrieben durch gesellschaftlichen und ökonomischen Druck) führen zu einem Wandel der Landschaften, einem maßgeblichen Einfluss auf die Biodiversität und zu einer Neudefinition des ökologischen Zustands von Ökosystemen. Dies erzeugt eine Rück-Kopplung, die sich sowohl auf die Gesellschaft als auch auf die Wirtschaft auswirkt. Redmann et al. (2004) hat in diesem Kontext fünf Kernaktivitäten identifiziert, die das Verhältnis zwischen sozialen und ökologischen Systemen beeinflussen: Dazu zählen Landnutzung, Landbedeckung, Produktion, Konsum und Abfallbeseitigung. All diese Aktivitäten sind zum einen in soziale Muster und Prozesse, wie Demographie, Technologie, Institutionen und Kulturen eingebettet. Zum anderen beeinflussen sie in erheblichem Maße ökologische Prozesse, wie die Rohstoffgewinnung oder organische Stoffkreisläufe. Die Kernaktivitäten vermitteln zudem nicht nur zwischen den sozialen und ökologischen Systemen, sondern stehen auch untereinander in Wechselbeziehung. Aus diesem Grund muss die Kombination dieser Faktoren als ein wichtiger Schritt im Ressourcennutzungsprozess sozialer Systeme berücksichtigt werden (Ohl et al. 2007: 384f., vgl. auch Haberl et al. 2008: 3, Hummel 2008). Die Einbindung einer auf diesen Kernaktivitäten basierenden sozio-ökonomischen Dimension in die ökologische Standard-Forschung sichert ein allgemein konsistentes Wissen. Dieser Ansatz kann außerdem auch dazu genutzt werden, die Daten, die Aufschluss über die Komplexität der Umwelt geben, zu vervollständigen und damit die Aussagekraft von Szenarien und Modellen zu verbessern. Eine wichtige Rolle spielt somit die Entwicklung eines inter- und transdisziplinären Ansatzes, durch welchen vermieden wird, dass Wissen, Informationen und Datensätze auf die Interessen einzelner Disziplinen ausgerichtet werden. Dadurch können die Verbindungen zwischen ökologischen und sozio-ökonomischen Prozessen sowie ein deutlich breiterer Forschungsbereich klassisch ökologischer Studien gewährleistet werden (Ohl et al. 2007: 384).

Eine Möglichkeit zur Erreichung dieses Ziels stellt die Neudefinition der bereits bestehenden „Long-Term Ecological Research Sites (LTER) zugunsten von Long-Term Socio-Ecological Research Sites (LTSER-sites) dar (Dirnbrock et al. 2008: 3f., vgl. auch Ohl 2007 und Haberl 2008). Dabei ergibt sich eine ganze Reihe an Fragen, die Schnittstellen zwischen sozialen und ökologischen Systemen thematisieren. Einige relevante Fragen in diesem Zusammenhang sind wie folgt:

- What is the social perception of and resource demand from nature, biodiversity and ecosystem services? What are the underlying values, beliefs and attitudes?
- How does the interplay of local, regional and global policy design at various governance levels drive the interaction of dynamic society–nature processes? How are these processes related to the goals of society and how can they be managed to achieve sustainable development?
- Which design of instruments and policy measures integrates economic, social and ecological considerations for sustainable management of biodiversity in a coherent and mutually reinforcing way? What are the adequate governance structures, which allow key functions of biodiversity and ecosystems to mitigate and adapt (within the desired boundaries) from a long-term, cross scale spatial and multiple actor perspective?

(Vgl. Ohl et al. 2007: 390)

Die Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen beansprucht nicht nur die Integration von Schlüsselergebnissen verschiedener Disziplinen, sondern erfordert auch die Beteiligung öffentlicher und privater Akteure, um somit eine Verknüpfung zwischen wissenschaftlichen Aufgaben und sozialen Anforderungen sicherzustellen. Weiterhin bedarf es auch der Entwicklung von Konzepten und Methodologien, die Wissen über Disziplinen und Sektoren hinweg vermitteln.

2.4.8 Biodiversitäts-Governance und Science-Policy Interfaces

Das relativ junge Feld der Governanceforschung analysiert, wie gesellschaftliche Institutionen als Regelmechanismen funktionieren müssen, um die nachhaltige Nutzung und den Schutz von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen zu gewährleisten. Dabei werden Handlungen auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen (multi-level) und Interaktionen zwischen verschiedenen Akteuren berücksichtigt.

Der besondere Charakter von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen hat einen erheblichen Einfluss auf die Art des Wissens, welches für deren Management und Governance erforderlich ist. Biodiversitätsverluste resultieren in erster Linie aus der Kombination mehrerer Einflussfaktoren, die Auswirkungen auf alle Handlungsebenen haben. Wegen dieser Vielschichtigkeit der Biodiversität muss das Wissen zur Etablierung von Schutzmaßnahmen einen stark interdisziplinär geprägten Charakter aufweisen und sowohl ökologische als auch sozio-ökonomische Bereiche umfassen (vgl. 2.4.7) ebenso wie lokales, regionales, indigenes, sozio-politisches und institutionelles Wissen. Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, bedarf es

zwischen den verschiedenen Stakeholdern einer verlässlichen Kooperation und der gemeinsamen Aushandlung bestmöglicher Praktiken des Biodiversitätsschutzes. Eine wichtige Rolle spielt auch die Tatsache, dass ein exaktes Wissen und Verständnis aller Prozesse und Auswirkungen auf Grund der Komplexität der ökologischen Systeme nicht vollständig möglich ist. Deshalb müssen Modelle und Paradigmen, die Biodiversitätsgovernance und -management darin unterstützen, Faktoren wie Unsicherheit, Risiko oder Mehrdeutigkeit in ihre Entscheidungen mit einzubeziehen. Governance-Systeme und Politik- und Managementmaßnahmen sollten deshalb anpassungsfähig sein, um damit der Komplexität und Dynamik von Ökosystemen gerecht werden zu können.

Eine wichtige Komponente der Governance-Forschung stellen in diesem Zusammenhang die *Science-Policy Interfaces* dar. Diese werden hier verstanden als soziale Prozesse, die Verbindungen zwischen Wissenschaftlern und anderen Stakeholdern als auch den Austausch und die Entwicklung von Wissen zur Erleichterung der Entscheidungsfindung ermöglichen. Dabei hat wissenschaftliches Fachwissen schon immer eine wichtige Rolle bezüglich der Einschätzung von Status und Trend der Biodiversität gespielt. Erst der Wandel der Biodiversitätsforschung von einem rein arten- und habitat-bezogenen Ansatz hin zu komplexeren Zusammenhängen hat dazu geführt, dass *Knowledge Provider* einen deutlich diversifizierten Charakter aufweisen und dass neben ökologisch geprägten Wissenschaftlern auch Ökonomen und Sozialwissenschaftler zunehmend eine wichtige Funktion einnehmen. Damit schließen *Science-Policy Interfaces* vor allem eine breite Sichtweise der Wissenschaft mit ein, die jegliches relevante und verlässliche Wissen einbeziehen. Die Existenz einer gut funktionierenden *Science-Policy Interface* kann somit als notwendige Bedingung einer Biodiversitäts- und Ökosystemdienstleistungs-Governance erachtet werden. Allerdings darf dabei nicht außer Acht gelassen werden, dass politischer Wille und Mechanismen ebenso von Bedeutung sind. Aktuell gibt es für Biodiversitäts-Governance bereits einige *Science-Policy Interfaces*, über welche Abb. 5 einen Überblick gibt (Chabason/van den Hove 2009: 6f.).

The **international governance system** for biodiversity and ecosystem services is rich and diverse. It is the result of a historical process, as institutions have been created step by step to deal with problems as they emerged. The multi-scale nature of the biodiversity issue is another major driving force behind the plethora of governance bodies addressing biodiversity, compared to the climate change issue for instance. The system is composed of:

- **Multilateral environmental agreements (MEAs)**, related to species, habitats, biodiversity and ecosystems: the Convention on Biological Diversity (CBD), the Convention on Migratory Species (CMS), the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), the Ramsar Convention on Wetlands (Ramsar), the World Heritage Convention (WHC), and International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA) –the six so-called biodiversity-related conventions;
- **Other MEAs** dealing with issues partly relating or applying to biodiversity and ecosystem services, such as the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), the UN Convention to Combat Desertification (UNCCD) and the UN Convention on the Law of the Sea (UNCLOS);
- **Topic-specific treaties** that have relevance to biodiversity and ecosystems services, such as the International Convention for the Regulation of Whaling, the Antarctic Treaty, and many others;
- **Intergovernmental organisations** dealing with issues relating to biodiversity and ecosystem services, including in particular UNEP, UNDP, the World Bank, GEF, IMO, IOC/UNESCO, WTO, FAO, WHO, and UNCSD, and more generally all organisations that need to take biodiversity and ecosystems into account in their strategies.

At the sub-global level, the system is also varied and often directly connected to the international governance level. It includes:

- **Regional environmental agreements** (e.g. Regional Seas Conventions and the Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats);
- **Intergovernmental organisations** (e.g. Regional Fisheries Management Organisations (RFMOs));
- **Regional development banks and agencies;**
- **Regional economic integration organisations** (e.g. the European Community, NAFTA)

The governance system is also populated both at the global and at sub-global levels by **other actors**, including in particular civil society organisations, private companies, and the media.

Abb. 5: Das System der internationalen und sub-globalen Biodiversitäts-Governance (Chabason/van den Hove 2009: 9)

Trotz des bereits in Zügen bestehenden Systems an internationalen und sub-globalen Biodiversitäts-Governance-Strukturen weisen diese nach wie vor verschiedene Schwachstellen auf. Um diese zu reduzieren, müssen vor allem die Prozesse im Bereich der Schnittstellen zwischen Wissenschaft und Politik verbessert werden. In diesem Kontext gewinnt die Diskussion um eine internationale Biodiversitätsplattform zunehmend an Relevanz. Die Etablierung einer solchen übergeordneten Plattform kann dazu beitragen, den Austausch zwischen verschiedenen *Science-Policy Interfaces* zu intensivieren und Synergien zwischen unterschiedlichen *Knowledge Providern* zu fördern. Das Ziel hierbei ist es, ein übergeordnetes Wissen von hoher Qualität und Konsistenz zu gewährleisten, welches stets „up to date“ ist. Eine solche Plattform hätte damit das Potenzial, bestehende *Science-Policy Interfaces* zu unterstützen und deren Effektivität und Qualität zu erhöhen. Damit stellt eine Biodiversitätsplattform einen wichtigen Bestandteil einer effektiveren internationalen Governance der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen dar (Chabason/van den Hove 2009: 20f., vgl. auch UFZ 2006: 13ff., Paavola et al. 2008: 5ff.).

2.4.9 Biodiversität als Wirtschaftsgut

Einen wichtigen Stellenwert innerhalb der Literatur nehmen ökonomische Ansatzpunkte im Zusammenhang mit klimabedingten Änderungen der Biodiversität ein. Im Folgenden sollen zum einen die Auswirkungen der Änderungen der Biodiversität für

Unternehmen diskutiert als auch der Wert der Biodiversität als ökonomisches Gut analysiert werden.

Auswirkungen für Unternehmen

Ökosysteme stellen Unternehmen Vorteile durch sogenannte Ökosystemdienstleistungen bereit. So liefern Wälder zum Beispiel Nutzholz, bereiten Wasser auf, regulieren das Klima durch die Absorption von Kohlendioxid und bieten eine Vielzahl an genetischen Ressourcen. Fluss-Systeme hingegen gewährleisten Süßwasser, Energie und Erholung. Durch menschliche Aktivitäten werden diese Ökosystemdienstleistungen oftmals in erheblichem Maße degradiert. Die Zerstörung birgt unter anderem auch eine große Gefahr für das wirtschaftliche Wohlergehen, da Unternehmen und Ökosysteme auf vielfache Weise miteinander verbunden sind. Unternehmen und andere wirtschaftliche Akteure beeinflussen Ökosysteme bspw. durch Konsum, Verschmutzung, Landumnutzung und eine Vielzahl anderer Aktivitäten. Gleichermaßen sind Unternehmen jedoch auch sehr stark von Ökosystemen und deren Dienstleistungen abhängig (European Communities 2008: 27ff.). Es wird davon ausgegangen, dass heute freiverfügbare Ökosystem- und Biodiversitätsdienstleistungen in Zukunft unter dem Druck des Klimawandels nur noch eingeschränkt und zu hohen Kosten verfügbar sein werden. Dies erfordert längerfristig eine freiwillige oder – wenn notwendig – erzwungene Beteiligung von Unternehmensseite, um die Belastungen zu reduzieren. Unternehmen stehen somit zukünftig vor der Herausforderung verschiedene Faktoren bezüglich Klimawandel und Biodiversität zu bewältigen. Dazu zählen unter anderem vermehrt regulative Zwänge, Kostenanstiege für wichtige Rohstoffe, Risiken für Reputation und Markenimage für Unternehmen, die direkt oder indirekt mit gefährdeten Ökosystemen oder Biodiversität verbunden sind sowie die Förderung umweltfreundlicher Technologien. Es lassen sich verschiedenartig geprägte Formen an Risiken für Unternehmen unterscheiden:

- **Operationale Risiken**
Risiken wie höhere Kosten für Süßwasser bedingt durch Knappheit, reduzierte Leistungen von Wasserkraftanlagen infolge von Verschlammung oder Zerstörung von Küstengewerben durch Überflutungen
- **Regulative und gesetzliche Risiken**
Gefahren wie neue Geldbußen und Gebühren, neue gesetzliche Rechtsvorschriften oder Klagen durch lokale Gemeinden, die infolge von Großunternehmen Ökosystemdienstleistungen verlieren
- **Risiko des Reputationsverlustes**
Risiken, wie bspw. die Gefahr für Unternehmen, Ziel einer Kampagne von Nichtregierungsorganisationen zu werden aufgrund des Bezugs von Holz und Papier aus ursprünglichen oder gefährdeten Regionen
- **Risiken bezüglich Absatzmarkt und Produkte**
Risiko z.B. in Form des Verlustes an Kunden, die Anbieter von Produkten, die geringe bis keine negativen Auswirkungen auf Ökosysteme besitzen, bevorzugen

- Finanzierungsrisiken
Gefahr durch reduzierte Kreditgewährung für Unternehmen mit nachhaltig negativen Auswirkungen auf Ökosysteme und deren Dienstleistungen
(World Resources Institute 2008: 6f.).

Leider sind die meisten Wirtschaftsunternehmen nach wie vor nicht in der Lage, ihre Belange mit einem nachhaltigen Umgang der Ökosysteme zu verbinden. Häufig sind sie sich der bestehenden Risiken, ihrer Abhängigkeit von den Ökosystemen und ihrer Auswirkungen auf deren Dienstleistungen kaum bewusst. Klimabedingten Biodiversitätsveränderungen wird im wirtschaftlichen Bereich aktuell somit nach wie vor zu wenig Beachtung geschenkt und Biodiversität wird nicht als Wirtschaftsgut erachtet. Dies lässt darauf schließen, dass in Zukunft verstärkt das Wissen über Auswirkungen von Unternehmen auf Ökosysteme und deren Abhängigkeiten erweitert und thematisiert werden muss. Auch stellt zukünftig die Förderung von Innovationen und Technologien, die den schon bestehenden Schaden begrenzen oder neuen gänzlich vermeiden, einen wichtigen Wirtschaftszweig dar.

Biodiversität als ökonomisches Gut

Der Begriff Biodiversität war zunächst in der Wissenschaft ein Thema der Ökologie. Heute jedoch spielt die ökonomische Dimension von Biodiversität eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Ursachen und Folgen des momentanen Biodiversitätsverlustes. Folgende Fragen stehen in der bisherigen ökonomischen Biodiversitätsforschung im Mittelpunkt:

- In welchem Sinne kann man Biodiversität als einen Gegenstand der Ökonomik auffassen?
- Worin besteht der ökonomische Wert der Biodiversität?
- Welche ökonomischen Erklärungen gibt es für den gegenwärtig zu beobachtenden Verlust an Biodiversität?
- Welchen Beitrag können ökonomische Mechanismen zum effektiven und effizienten Schutz von Biodiversität leisten? (vgl. Baumgärtner/Becker 2008: 1)

Nach Robbins kann der Untersuchungsschwerpunkt der Ökonomie in der Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse mit knappen Mitteln, die auf unterschiedliche Art und Weise genutzt werden können, definiert werden (Robbins 1932: 15). Anhand dieser Definition kann auch die Biodiversität als ein ökonomisches Gut erachtet werden, da sie sowohl die menschlichen Bedürfnisse auf vielfältige Art und Weise befriedigt als auch ein knappes Gut ist (Heal 2004: 176f.). Die Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse erfolgt dabei auf direkte und indirekte Weise. Anhand von verschiedenen Beispielen sollen im Folgenden die Möglichkeiten der Nutzung von Biodiversität zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse verdeutlicht werden:

Ernährungssicherung

Wie in Kapitel 2.4.4 näher beschrieben, resultiert die Mehrzahl der heute produzierten Nahrungsmittel aus domestizierten Pflanzen- und Tierarten, die ursprünglich von wilden Arten abstammen. Neben einer Spezialisierung auf die Verwendung weniger Arten kommt es auch durch den Einsatz einiger weniger Hochleistungssorten zu einer permanenten Einschränkung der genetischen Vielfalt. Die Spezialisierung erbringt zwar im Durchschnitt deutlich höhere Erträge, führt jedoch auch zu einer verstärkten Anfälligkeit gegenüber Schädlingen, Krankheiten oder extremen Wetterverläufen. Aus diesem Grund stellen wildlebende Arten ein enorm wichtiges Reservoir an genetischer Diversität dar, dessen Bewahrung für die langfristige Ernährungssicherung eine entscheidende Rolle spielt (Heal 2004: 178).

Medikamente

Etwa ein Viertel aller Medikamente findet ihren Ursprung in pflanzlichen Organismen und ein weiteres Viertel kommt von Tier- und Mikroorganismen, weshalb die Biodiversität oft Grundlage für die Entwicklung und Herstellung von Medikamenten ist (Myers 1997: 263). Pflanzen- und Tierarten werden dabei auf unterschiedliche Art und Weise von der Pharmaindustrie verwendet. Zum einen können aus Pflanzen und Tieren gewonnene Substanzen direkt genutzt werden. Zum anderen können die Substanzen als Basis für die Synthetisierung von Medikamenten gebraucht werden oder pflanzliche und tierische Komponenten können als natürliches Vorbild für die Synthetisierung von Medikamenten im Labor dienen. Diese Einsatzmöglichkeiten der natürlichen biologischen Vielfalt in der Pharmaindustrie spiegeln deren bedeutendes Potenzial in diesem Bereich wider (Baumgärtner/Becker 2008: 3).

Industrielle Rohstoffe

Mit der zunehmenden Verknappung der nicht erneuerbaren Ressourcen kommt auch dem Beitrag der Biodiversität als Rohstofflieferant eine immer wichtigere Bedeutung zu. Neben zahlreichen Rohstoffen, wie Holzarten, Wachse, Harze oder pflanzliche Farbstoffe, die aus lebenden Organismen gewonnen werden, stellt die biologische Vielfalt einen wichtigen Vorrat an Nutzpflanzen bereit, die zukünftig vermutlich als industrielle Rohstoffe zum Einsatz kommen werden. Schon heute spielen diese Substanzen in der chemischen Industrie eine wichtige Rolle, da nahezu zehn Prozent der gesamten Branche bereits aus der Land- und Forstwirtschaft bezogen wird (Baumgärtner/Becker 2008: 4, vgl. auch Nader/Hill 1999, Mann 1998).

Erholung

Neben den bisher angesprochenen Nutzungsmöglichkeiten kommt der Biodiversität auch eine wichtige Rolle als Erholungsmöglichkeit zu. Diese Funktion zeigt sich in den unterschiedlichsten Freizeitaktivitäten und in den stetig steigenden Ausgaben für den Tourismus. Insbesondere der Ökotourismus kann als eine der am schnellsten

wachsenden Tourismussparten charakterisiert werden und es werden jährlich schätzungsweise 2 Billionen US-Dollar hierfür ausgegeben (Baumgärtner/Becker 2008: 5, vgl. auch Watson et al. 1995).

Wissenschaft

Biodiversität dient häufig als Forschungsgegenstand der Wissenschaft und als Quelle neuer Erkenntnisse. So können zum Beispiel viele Arten Auskunft über die Natur und Herkunft menschlicher Krankheiten geben. Daneben existiert eine eigene Disziplin, die Bionik, die die Natur als Vorlage für technische Entwicklungen nutzt, indem sie natürliche Strukturen und Problemlösungen in den Bereich der Technik überträgt (Baumgärtner/Becker 2008: 4; vgl. auch Hill 1997)

Ökosystemdienstleistungen

Ökosysteme erzeugen eine Anzahl von Prozessen und Funktionen, die letztlich auch menschliche Produktions- und Konsumbedürfnisse erfüllen. Für weitere Ausführungen vergleiche Kapitel 2.4.6.

Die Verschiedenheit der einzelnen Beispiele zeigt, dass keine allgemeingültigen Kriterien existieren, durch die exakt bestimmt werden kann, welche Komponenten der Biodiversität für den Menschen zukünftig von Vorteil sein könnten und welche nicht. Während in der Vergangenheit in erster Linie dem wirtschaftlichen Stellenwert der direkten Folgen eines Rückgangs an Biodiversität für menschliche Konsum- und Produktionsaktivitäten Nachdruck verliehen wurde, richtet sich der Fokus der ökonomischen Forschung in letzter Zeit vermehrt auf die Bedeutung, die dem Verlust an biologischer Vielfalt für die Funktionsfähigkeit und die Resilienz von Ökosystemen zu kommt (Lanzerath 2008: 6).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die wirtschaftliche Sicht auf Biodiversität einen eigenen, wichtigen Bereich der Problematik einnimmt. Demnach ist sie unabdingbar für eine ausführliche Biodiversitätsdebatte. Allerdings liegt die Herausforderung darin, die ökonomische Sichtweise angemessen in einen interdisziplinären Kontext zu integrieren, um sie für die umfangreiche Ausführung und nachhaltige Bewältigung der Biodiversitätsproblematik sinnvoll nutzen zu können.

2.4.10 Modellierung von Biodiversitätsveränderungen

Die Modellierung von klimabedingten Biodiversitätsveränderungen stellt einen sehr wichtigen Bereich der Forschung dar. Prognosen bezüglich klimabedingter Biodiversitätsänderungen basieren häufig auf Modellierungstechniken, wie *Bioclimate Envelope Modelling*. Ergebnisse solcher Modellierungswerkzeuge können dazu genutzt werden, um Regionen, Taxa oder Ökosysteme zu identifizieren, die besonders stark von den Auswirkungen des Klimawandels bedroht sind. Es existieren zahlreiche

verschiedene methodologische Ansätze zur Untersuchung der potenziellen Effekte des Klimawandels auf die Biodiversität. Dazu zählen dynamische Ökosystem- und Biogeochemie-Modelle (*Dynamic Ecosystem and Biogeochemistry Models*), räumlich detaillierte mechanistische Modelle (*Mechanistic Models*) für die Veränderung der Verbreitungsgebiete einzelner Arten sowie *Bioclimate Envelope Models* (Botkin et al. 2007: 230ff).

Die aktuell am weitesten verbreiteten Ansätze im Bereich der Modellierung für Projektionen der Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität beruhen auf den zuletzt genannten *Bioclimate Envelope Models*, auch bekannt unter den Bezeichnungen Habitat- oder nischenbasierende Modelle. *Bioclimatic Envelope Models* stellen eine spezifische Untergruppe von Artenverteilungsmodellen (*Species Distribution Models*) dar und setzen aktuelle Artenverteilungen (entweder Anwesenheit und Abwesenheit oder Abundanz) mit aktuellen Klimavariablen miteinander in Beziehung. Damit werden die klimatischen Voraussetzungen jeder Art bestimmt (sog. *Envelope*), das heißt, jene klimatische Bedingungen unter denen eine Art (nicht) vorkommt (Beaumont/Huges 2002, Berry et al. 2002, Pearson/Dawson 2003, Huntley et al. 2004, Elith et al. 2006: 130f). Die Modelle verfolgen dabei eine strikte empirische Vorgehensweise, welche idealerweise alle biotischen Interaktionen, die die Verteilung von Arten behindern kann, mit einschließt. Durch die Verwendung sich ändernder klimatischer Variablen innerhalb des Modells kann der mögliche zukünftige Verbreitungsraum von Arten projiziert werden. Diese Art der Modellierungstechnik wird vor allem dazu genutzt, um mögliche Änderungen einer großen Anzahl von Arten und einer Vielzahl von organismischen Gruppen zu quantifizieren (Thuiller et al. 2007a: 4). Insgesamt existieren zahlreiche verschiedene Ansätze des *Bioclimatic Modellings*, wie bspw. *Climatic Envelope Technique*, *Classification Tree Analysis* oder *Artificial neural Networks* (Heikkinen et al. 2006: 3f.). Jeder Ansatz ist durch bestimmte Stärken und Schwächen gekennzeichnet und differiert in der Fähigkeit, bestimmte plausible biogeographische Reaktionen der Artenverteilung auf klimatische Einflussgrößen zusammenzufassen.

Die generelle Bedeutung von Modellen in Bezug auf Biodiversitätsänderungen und -schutz hat besonders in den letzten zwei Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung gewonnen. Eine wichtige Rolle spielt dabei vor allem auch deren Verwendung sowohl in der ökologischen (wie oben beschrieben) als auch in der ökonomischen Forschung. Dabei ist jedoch der Nutzen ökologischer Modelle dahingehend beschränkt, als dass sie die sozio-ökonomische Dimension nahezu vollständig außer Acht lassen. Das heißt, ökonomische, institutionelle und politische Aspekte werden in der Regel nicht in Modellierungen integriert (Drechsler et al. 2007: 203). Diese gehören vielmehr zum Arbeitsgebiet ökonomischer Modelle, welche momentan ebenfalls verstärkt zur Analyse von Biodiversitätsveränderungen und deren Management herangezogen werden. Allerdings, so wie ökologische Modelle sozio-ökonomische Aspekte ignorieren, so verwenden ökonomische Modelle meist nur vereinfachte oder auch veraltete ökologische Annahmen und Theorien. Auf Grund der Tatsache, dass beide

Disziplinen Modelle mit offensichtlichen zueinander komplementären Einschränkungen verwenden, scheint es sinnvoll, diese zukünftig stärker zu integrierten ökologisch-ökonomischen Modellen zu verbinden, welche in der Lage sind, die entsprechenden disziplinären Limitationen zu überwinden (Drechsler et al. 2007: 233). Erste, in den letzten Jahren entwickelte ökologisch-ökonomische Modelle wurden für den Aufbau und die Evaluation von Biodiversitätsmanagementstrategien eingesetzt. Deren Ergebnisse haben demonstriert, dass nützliche Einblicke in Interaktionen zwischen ökologischen und ökonomischen Systemen ermöglicht werden können. Trotz allem verbleibt dieser Modellierungsansatz noch immer weit davon entfernt, eine allgemein anerkannte Methode zu sein. Die Hauptursache dafür liegt vor allem in allgemeinen Barrieren zwischen den beiden Disziplinen, die eine interdisziplinäre Forschung in erheblichem Maße erschweren sowie in der häufig nicht vorhandenen Wahrnehmung potenzieller Verbesserungen durch eine Verbindung. Eine wichtige Rolle spielen auch signifikante Differenzen der verschiedenen Modellierungsansätze, die es durch verstärkte Kommunikation zwischen den Disziplinen zu überbrücken gilt (Wätzold et al. 2005: 1035).

3 Aufgaben für Wissenschaft und Gesellschaft

Zur Ableitung von wissenschaftlichem Forschungsbedarf und gesellschaftlichem Handlungsbedarf werden im Folgenden zunächst sowohl unumstrittene Wirkungszusammenhänge als auch bestehende Wissenslücken und Bereiche größter Unsicherheit innerhalb der Wissenschaft benannt und hinterfragt werden. Im Anschluss daran werden die drängendsten Aufgaben der Wissenschaft und der sich zeigende Handlungsbedarf erläutert.

3.1 Unumstrittene und umstrittene Wirkungszusammenhänge

Wie in den voran gegangenen Kapiteln deutlich wurde, bringt der Klimawandel an sich ein breites Spektrum an Veränderungen mit sich, gleichzeitig werden Biodiversität und Ökosysteme durch klimawandel-unabhängige anthropogene Veränderungen stark beeinflusst. Die Auswirkungen dieser zusätzlichen Treiber können die Folgen des Klimawandels in erheblichem Maße verstärken; und selbst wenn nur ein Umweltparameter betrachtet wird, sind die möglichen Auswirkungen einer Änderung extrem komplex (Pampus 2007: 3). Neben den Auswirkungen einzelner Faktoren ist daher die Abschätzung von Kombinationswirkungen zentral. Aufgrund der Komplexität der Wirkungen und Wechselwirkungen zahlreicher verschiedener Faktoren muss eine Prognose der Auswirkungen des Klimawandels für die Biodiversität ein sehr breites und gleichzeitig tiefgehendes Wissen über alle Elemente der betrachteten Systeme aufweisen. Das vorhandene Wissen über solche Wirkungszusammenhänge ist nach wie vor eher spärlich und reicht nicht aus, konkrete Folgen auf die Biodiversität zu prognostizieren. Zudem bestehen nach wie vor teilweise sehr unterschiedliche Meinungen innerhalb der Wissenschaft bezüglich der Folgen solcher Kombinationswirkungen verschiedener Parameter. Trotz intensiver Forschung

sind Analysen, die die Wirkung mehrerer Faktoren und Wechselwirkungen bearbeiten, nach wie vor selten und Rückschlüsse einzelner Faktoren auf ganze Wirkungszusammenhänge können nur mit aller Vorsicht gezogen werden (Brooker et al. 2007: 18f., vgl. auch Neßhöver/Görg 2008: 43f., Pampus 2007: 3f., Settele 2007: 39, NSW 2007: 25f.).

Es ist wissenschaftlich unumstritten, dass Ökosysteme in der Lage sind, sich bis zu einem gewissen Grad an neue Lebensbedingungen anzupassen (*Resilience*). Allerdings existiert nur ein sehr unzureichendes Wissen darüber, ab welchem Ausmaß an Veränderungen die Biodiversität und damit die Ökosystemfunktionen beeinträchtigt oder irreversibel geschädigt werden. So liegen, was die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität betrifft, teilweise sehr gegensätzliche Annahmen über potenzielle Veränderungen vor. Diese reichen von der Annahme über einen massiven Verlust an Biodiversität, einem Massenausstreben bis hin zu der Auffassung, dass der Klimawandel eine Chance für eine Vielzahl an Arten bieten kann. Es kann jedoch eine wissenschaftliche Tendenz dahingehend festgestellt werden, dass die Auswirkungen des Klimawandels insgesamt als negativ für die Biodiversität eingeschätzt werden und dass ein daraus resultierender Verlust an Biodiversität, unabhängig vom Niveau und der geographischen Skala, entscheidende Funktionen der Ökosysteme beeinträchtigen oder gar vollständig zum Ausfall bringen wird. Leider existiert jedoch gerade bezüglich dieser Zusammenhänge ein von wissenschaftlicher Seite nur sehr ungenügendes Wissen. Bisher gewonnene Erkenntnisse in diesem Bereich beschränken sich auf eine geringe Anzahl von Pflanzenarten und lassen sich keineswegs auf ganze Ökosysteme oder Regionen übertragen (Fischlin 2007: 5, vgl. auch Brooker et al. 2007: 18f., Pampus 2007: 3f., NSW 2007: 25).

Umstritten in der Wissenschaft sind Einschätzungen für einzelne Regionen, die aus globalen Szenarien resultieren. Hierbei werden globale Szenarien zur Entwicklung von Pflanzen- und Tierarten von einem globalen Maßstab auf eine regionale Ebene übertragen, wodurch jegliche wissenschaftliche Grundlage verloren geht und viele Wissenschaftler/innen solche Verallgemeinerungen als übertrieben und nicht aussagekräftig einschätzen. Kontroversen zeigen sich auch in der Unterscheidung zwischen dem globalem Aussterben einer Art und dem lokalen Verschwinden einzelner Populationen, was in verschiedenen Studien nicht exakt unterschieden wird und deshalb zu strittigen Ergebnissen führt. Für sehr problematisch bzw. strittig wird auch die Tendenz gehalten, *Global Warming* mit *Global Change* gleichzusetzen, denn dadurch wird die Diskussion um den Biodiversitätsverlust auf einen Teilaspekt eingengt, was zu falschen Schlüssen führen kann. Deshalb ist es von Bedeutung, dass das Zusammenwirken verschiedener Parameter bei klimabedingten Biodiversitätsveränderungen nicht außer Acht gelassen und exakt zwischen verschiedenen Ursachen unterschieden wird (Scnat 2007: 7f.).

Ein weiterer problematischer Wirkungszusammenhang, dem sich die Wissenschaft konfrontiert sieht, ist die Tatsache, dass sich bei einem veränderten Klima möglicherweise

cherweise neue Lebensräume eröffnen, die aus der heutigen Verbreitung von Arten und Lebensgemeinschaften nicht ablesbar sind. Das aktuell in der Wissenschaft vorhandene Wissen über potenziell neue Lebensräume findet seinen Ursprung überwiegend in Annahmen und Vermutungen, welche aus Modellen abgeleitet werden und ist daher mit großen Unsicherheiten behaftet. Die Schwierigkeit der Wissenschaft bei der exakten Benennung möglicher neuer Lebensräume resultiert vor allem aus paleoökologischen Studien vergangener Klimaänderungen, die zeigen, dass weniger physiologische und genetische Anpassungen sondern vielmehr die Größe der fundamentalen ökologischen Nische für das Überleben von Arten entscheidend ist. Diese beschreibt den potenziell besiedelbaren Lebensraum einer Art und führt in ihrer Existenz zu der Eröffnung neuer möglicher Lebensräume. Da darüber nach wie vor nicht ausreichend Datenmaterial vorhanden ist, lassen sich innerhalb der Wissenschaft noch immer sehr konträre Ansichten diesbezüglich ausmachen (Fischlin 2007: 5, vgl. auch Pampus 2007: 3f.).

Ein in der Wissenschaft ebenfalls sehr konträr behandeltes Thema stellt auch das Aussterben von so genannten Schlüsselarten dar. Aus verschiedenen Studien geht hervor, dass das Aussterben von Schlüsselarten fatale Folgen für ganze Ökosysteme haben kann und aus diesem Grund dem Schutz dieser Arten besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. In diesem Zusammenhang werden auch häufig so genannte „Biodiversitäts-Hotspots“ angesprochen, innerhalb derer besonders gefährdete Arten auch einen besonderen Schutz erfahren sollen. Allerdings gehen die wissenschaftlichen Meinungen zum einen bezüglich der generellen Verwendung des Begriffs Schlüsselart oder Biodiversitäts-Hotspot und zum anderen hinsichtlich der speziellen Auswahl von Schlüsselarten sehr weit auseinander. Es stellt sich hierbei die Frage, inwiefern bestimmt werden soll, welche Art einen besonderen Schutz erfahren muss, also welche Art oder welches Ökosystem schutzwürdiger ist als ein anderes. Diese Frage ist noch immer mit erheblichen innerwissenschaftlichen Kontroversen behaftet und eine Lösung bezüglich der exakten Bestimmung von Schlüsselarten ist bisherigen Studien nicht entnehmbar (Fischlin 2007: 1).

Eine besondere Rolle bei den Auswirkungen des Klimawandels spielt die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Arten: Mehrere Studien verdeutlichen, dass es einem Teil der Arten nicht gelingen wird, rechtzeitig potenziell besiedelbare Standorte zu erreichen. Einige neuere Arbeiten zeigen, dass in bisherigen Studien generell die Migrationsraten überschätzt wurden. So müssen Aussagen über die Migrationsgeschwindigkeit einzelner Arten revidiert werden, da nach neu gewonnenen Erkenntnissen davon ausgegangen werden kann, dass selbst äußerst mobile Arten, wie zunächst häufig angenommen, dem Klimawandel nicht Schritt halten können (Fischlin 2007: 5f.; vgl. auch Araújo/Rahbek 2006: 1396; Midgley et al. 2007: 129ff.; McLachlan et al. 2006: 297f.; Pearson 2006: 111f.).

Ferner existiert nach wie vor nur ungenügendes Wissen über direkte Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf Biodiversität und Ökosysteme und eine verbesserte

Vorhersage der Häufigkeit, des Ausmaßes und der Dauer dieser Ereignisse ist unbedingt erforderlich. Denn nur durch ein besseres Verständnis der Folgen kann ein sinnvolles Adaptionsmanagement entwickelt werden (The Royal Society 2008: 28).

Hinsichtlich der Modellierung von Biodiversitätsveränderungen sind theoretische Modelle nach wie vor mit großen Unsicherheiten belegt. Deren Ausmaß innerhalb des *Species Range Modellings* ist noch immer so erheblich, dass politische Entscheidungsträger, Naturschutzplaner und andere Stakeholder häufig den Nutzwert der Wissenschaft in Bezug auf die Lösung realer Problematiken hinterfragen. Aus diesem Grund ist die Überbrückung der bestehenden Klüfte zwischen Wissenschaft und gesellschaftlichen Bedürfnissen von höchster Wichtigkeit, wenn die Wissenschaft einen bedeutungsvollen Beitrag zur globalen ökologischen Krise leisten will (Thuiller et al. 2007a: 10). Doch bereits bei Projektionen des zukünftigen Klimawandels bestehen große Unsicherheiten bezüglich der komplexen Interaktionen von verschiedenen Parametern. Ebenso besteht ein Erkenntnismangel hinsichtlich der Reaktionen von Flora und Fauna auf den Klimawandel, was sich negativ auf die Modelle auswirkt. So kommt es häufiger dazu, dass verschiedene Modelle, die auf ähnlichen Szenarien beruhen, erhebliche Unterschiede für zukünftige Artenverteilung oder Biodiversität aufzeigen, wodurch deren Grenzen bezüglich der Vorhersagbarkeit deutlich werden (Thuiller 2007b: 552).

Die unten stehende Tabelle skizziert die sich aus den Feldern unsicheren Wissens ergebenden Forschungs- und Handlungsbedarfe, die im folgenden Kapitel weiter aufgegriffen werden.

<i>Unsicheres Wissen</i>	<i>Handlungs- und Forschungsbedarf</i>
Direkte Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität	<p>Verstärkte Forschung bezüglich potenziell neuer Lebensräume von Arten</p> <p>Dringlicher Forschungsbedarf in der Erweiterung des Wissens über die Ökologie einzelner Arten und ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten</p> <p>Wissen über kleinräumig auftretende Variationen des globalen Klimawandels vertiefen</p> <p>Forschung über die Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteminteraktionen ausbauen</p>
Die Rolle von Extremwetterereignissen	<p>Verständnis darüber, wie Extremwetterereignisse Biodiversität und Ökosysteme beeinflussen</p> <p>Verbesserung der Prognose der Häufigkeit, des Ausmaßes und der Dauer von Extremwetterereignissen, um so Anpassungsstrategien und einen Biodiversitätsschutz zu gewährleisten</p> <p>Potenzial der Vegetation als Schutz vor Naturgefahren besser verstehen und nutzen – strukturell und funktionell vielfältige Vegetationsdecke ermöglichen</p>
Migrationsgeschwindigkeit	<p>Verstärkte Forschung bezüglich der Migrationsgeschwindigkeit einzelner Arten</p> <p>Erhaltung und Ausbau von Schutzgebieten</p> <p>Herstellung von Wanderungsmöglichkeiten durch die Vernetzung von Habitaten</p>

<i>Unsicheres Wissen</i>	<i>Handlungs- und Forschungsbedarf</i>
	<p>Flexibler, dynamischer Handlungsbedarf gefordert</p> <p>Bestehende Naturschutzziele müssen partiell redefiniert werden</p>
Abschätzungen von Kombinationswirkungen	<p>Wissen über die Auswirkungen klimawandel-unabhängiger anthropogener Veränderungen vertiefen – mögliche Modifikationen der Folgen des Klimawandels durch zusätzliche Triebkräfte besser berücksichtigen</p>
Interaktionen zwischen verschiedenen Triebkräften der Biodiversitätsveränderung	<p>Verständnis über die Auswirkungen, welche aus den Interaktionen zwischen Klimawandel und anderen Faktoren des globalen Wandels (beispielsweise Landnutzung) resultieren</p> <p>Fokus auf Analysen legen, die die Wirkung mehrerer Faktoren und Wechselwirkungen mit einbeziehen</p> <p>Erkenntnisse darüber, wie Änderungen im menschlichen Verhalten, bedingt durch den Klimawandel, Biodiversität beeinflussen können</p>
Biodiversität und Landwirtschaft	<p>Umfassende Studien zur Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf Landwirtschaft, genetische Diversität und Nahrungsmittelproduktion</p> <p>Verbessertes Verständnis der von der landwirtschaftlichen Biodiversität dargebotenen Ökosystemdienstleistungen</p> <p>Verstärkte internationale Kooperation, um Interdependenzen zwischen einzelnen Ländern in Bezug auf genetische Ressourcen für Nahrung und Landwirtschaft zu erleichtern</p>
Identifikation von Schlüsselarten	<p>Verbessertes Verständnis über Schlüsselarten und funktionelle Eigenschaften von Ökosystemen</p> <p>Forschung bezüglich der Identifikation von Schlüsselarten – mögliche Kriterien zur Auswahl von Schlüsselarten</p>
Indikatoren für den Wandel der Biodiversität	<p>Etablierung eines langfristigen, flächendeckenden ökologischen Monitorings</p>
Entschärfungsmaßnahmen	<p>Die Reduzierung der Treibhausgasemissionen muss auch zukünftig eine wichtige Rolle spielen</p> <p>Weiterentwicklung technologischer Innovationen, die eine Zunahme der Energieeffizienz gewährleisten</p> <p>Mögliche Biodiversitätsänderungen müssen in die Planung mit einbezogen werden</p>
Nicht-CO ₂ Treibhausgasereffekte	<p>Verbessertes Wissen über andere (nicht CO₂ Treibhausgase und deren Auswirkungen auf die Biodiversität</p>
Kohlenstoffspeicherung und -stabilität	<p>Verbessertes Verständnis über die Stabilität von Kohlenstoffspeichern verschiedener Ökosysteme (Bsp. Regenwald, Moore)</p>
Die Rolle der Biodiversität im Klimasystem	<p>Vertieftes Wissen über die Rolle der Biodiversität bezüglich der Regulierung des Klimas (repräsentativ sind bekannte Beispiele)</p> <p>Weiteres Wissen über die Belastbarkeit von Ökosystemen gegenüber klimabedingter Folgen: Durchführung vergleichender Studien hinsichtlich der Belastbarkeit unberührter versus modifizierter Systeme</p>
Rolle und Funktion der Biodiversität für Ökosystemfunktionen (Ökosystemservice)	<p>Verbesserung der Beweisbasis der Rolle und Funktion der Biodiversität zur Unterstützung von Ökosystemdienstleistungen und menschlichem Wohlbefinden</p> <p>Studien, die die Verbindung zwischen den Veränderungen der Biodiversität und Ökosystemen und den Wandel des menschlichen Wohlbefindens analysieren</p> <p>Wissen darüber, wie menschliche Existenzgrundlagen durch</p>

<i>Unsicheres Wissen</i>	<i>Handlungs- und Forschungsbedarf</i>
	<p>Änderungen von Arten und Gemeinschaftsstrukturen beeinflusst werden</p> <p>Verbindungen herstellen zwischen Biodiversität, Krankheitserregern, Schädlingen und wie diese durch den Klimawandel verändert werden</p> <p>Sozio-ökonomische Forschung zur Evaluation von Ökosystemdienstleistungen verstärken</p> <p>Lösungen zur Integration nichtmarktförmiger Ökosystemdienstleistungen</p>
Biodiversität als Wirtschaftsgut	<p>Identifikation von Technologien und Innovationen, die zur Entschärfung und Anpassung an den Klimawandel notwendig sind</p> <p>Biodiversität verstärkt als gleichwertiges Wirtschaftsgut etablieren</p> <p>Analyse klimabedingter Biodiversitätsveränderungen im Wirtschaftsbereich</p>
Prognosefähigkeit – Modellierungstechniken	<p>Verbesserung der Modellierungstechniken</p> <p>Stärkere Integration komplexer Interaktionen verschiedener Wirkungsfaktoren (Landnutzung etc.) in die Modellierung</p> <p>Weiterentwicklung von „hybrid models“</p> <p>Besseres Verstehen der Grenzen von Modellen, um diese so besser nutzen zu können</p> <p>Sammlung von empirischen Beweisen verstärken</p>
Politikintegration	<p>Biodiversität und Klimawandel besitzen keine politischen Grenzen – Mehrebenenproblem berücksichtigen</p> <p>Global: Durchführung weiterer multilateraler umweltpolitischer Vereinbarungen</p> <p>Geringe Erfüllung bereits eingegangener politischer Verpflichtungen bekämpfen</p> <p>EU: Biodiversitätsfragen stärker in Programme und Politiken integrieren</p> <p>Länderebene: konkrete Umsetzung der Maßnahmen und Strategien zum Biodiversitätsschutz</p>
Wissensaustausch – Kommunikation	<p>Intensiver Informations- und Erfahrungsaustausch von Experten/innen und einschlägigen Organisationen unbedingt erforderlich</p> <p>Kommunikation zwischen Wissenschaft und Politik stärker fördern</p> <p>Maßnahmen zum Biodiversitäts- und Klimaschutz müssen Einzug in alle Politikbereiche finden</p>
Forschung und Gesellschaft	<p>Koordinierung und Ausrichtung der Forschung an politikrelevanten Fragen</p> <p>Bündelung, Übersetzung und Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in gesellschaftliche und politische Prozesse verstärken</p> <p>Integration von sozialwissenschaftlichen Ansätzen mit Naturwissenschaften</p> <p>Interdisziplinäre Forschungsansätze fördern und ausbauen</p> <p>Besonderer Forschungsbedarf bezüglich sektorübergreifender Wechselwirkungen und im Zusammenspiel verschiedener Handlungs- und Entscheidungsebenen (Mehrebenenproblem)</p>

<i>Unsicheres Wissen</i>	<i>Handlungs- und Forschungsbedarf</i>
Synergien Klimawandel und Biodiversität	Verstärkte Nutzung der Synergien zwischen Klimawandel und Biodiversität – Identifikation von Win-win-Strategien Mögliche Problemsituationen mit einbeziehen und Lösungsmöglichkeiten suchen: Instrumente und Maßnahmen aus dem einen Bereich häufig zu Lasten des jeweils anderen Bereichs
Subglobale Assessments	Durchführung subglobaler Assessments zur Einschätzung von Handlungsmöglichkeiten auf nationaler Ebene Übertragung globaler Szenarien auf regionalen Maßstab vermeiden, um wissenschaftliche Grundlage gewährleisten zu können Unterscheidung zwischen globalem Aussterben einer Art und lokalem Verschwinden einzelner Populationen

Tabelle: Klimawandel und Biodiversität: thematische Schwerpunkte, prioritäre wissenschaftliche Wissenslücken und Handlungsbedarf (Quelle: Anna Klipstein)

3.2 Wissenschaftliche Forschungsbedarfe und gesellschaftliche Handlungsbedarfe

Obwohl nach wie vor erhebliche Unsicherheiten in der Prognose zahlreicher klimawandelbedingter Biodiversitätsveränderungen bestehen, gibt es etliche Muster aus den vorhandenen Studien, die in zukünftige Handlungsstrategien und Maßnahmenplanungen Eingang finden sollten. Zur Entwicklung von Entschärfungs- und Anpassungsmaßnahmen sollten vor allem die Bereiche größter Unsicherheit mit einbezogen werden, um auf dieser Grundlage wissenschaftliche und gesellschaftliche Handlungsbedarfe sinnvoll ermitteln zu können. Entschärfungsmaßnahmen umfassen dabei alle Aktivitäten, die den Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen reduzieren (Mitigation). Für die Umsetzung und Quantifizierung werden alle Sektoren einbezogen, von der Energieerzeugung bis zur Effizienz des Verbrauchs, aber auch landwirtschaftliche Praktiken sowie Konsummuster. Direkte Auswirkungen auf die Biodiversität haben insbesondere Maßnahmen im Bereich der Land- und Forstwirtschaft und des Naturschutzes (Vohland 2008: 23). Damit stellt die Strategie der Reduzierung der Treibhausgasemissionen einen wichtigen ersten Schritt des zukünftigen Handlungsbedarfs dar. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es sowohl einer Änderung der Lebensstile, um eine Reduzierung des pro Kopf Energieverbrauchs zu sichern, als auch der Weiterentwicklung technologischer Innovationen, die eine Zunahme der Energieeffizienz gewährleisten und einen Wandel zu mehr erneuerbaren Technologien ermöglichen. Dabei dürfen aber die dadurch eventuell entstehenden Biodiversitätsänderungen nicht außer Acht gelassen werden und müssen in die Planung mit einbezogen werden. Hinzu kommt, dass von wissenschaftlicher Seite feststeht, dass der Klimawandel bereits in vollem Gange ist und auch zukünftig mit den besten Entschärfungsmaßnahmen nicht vollständig vermieden werden kann. Deshalb nehmen Anpassungsmaßnahmen, neben Entschärfungsstrategien, den zweiten wichtigen Part ein. Anpassungsstrategien sind Maßnahmen, die dazu dienen, die Auswirkungen des Klimawandels auf soziale und ökologische Systeme abzumildern (Adaption). (Fischlin/Volz 2008: 10f., vgl. auch Vohland 2008:

5f., Reid 2006: 95, UNEP/CMS 2006: 9, Europäische Kommission 2007: 7, NSW 2007: 1)

Es wurde deutlich, dass Biodiversität in sehr komplexer Weise vom Klimawandel beeinflusst wird und Voraussagen bezüglich der Überlebenschancen einzelner Arten beim heutigen Stand der Wissenschaft kaum getroffen werden können. Aus diesem Grund wird seitens der Wissenschaft dringlicher Forschungsbedarf in der Erweiterung des Wissens über die Ökologie einzelner Arten und ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten gesehen, um negative Entwicklungen frühzeitig erkennen und wirksame Schutzmaßnahmen entwickeln zu können. In diesem Zusammenhang spielt auch die zumeist sehr kleinräumig auftretende Variation der vom globalen Klimawandel verursachten Wetterphänomene eine wichtige Rolle. So stellen sich die Klimafolgen häufig auf regionaler Ebene so unterschiedlich dar, dass der regionalen Klimafolgenforschung im Bereich Biodiversität und Ökologie eine wichtige Bedeutung zukommt (Pampus 2007: 32, vgl. auch Neßhöver/Görg 2008: 43, Beck et al. 2006a: 70).

Wie anhand der Analyse der Diskursstränge in Kapitel 2.3 hervorgeht, wird vermutlich ein Teil der Tier- und Pflanzenarten aufgrund ihrer Ausbreitungsmechanismen oder angesichts von Barrieren in der fragmentierten Landschaft nicht in der Lage sein, schnell genug mit den von ihnen benötigten klimatischen Anforderungen mitzuwandern. Wichtig ist deshalb nach wie vor die Erhaltung und der Ausbau von Schutzgebieten sowie die Herstellung von Wandermöglichkeiten durch die Vernetzung von Habitaten. Die Verbindung der Lebensräume ermöglicht es den Arten, geeignete Lebensräume zu finden und ihr Areal ihren Ansprüchen entsprechend zu verlagern. Daher sollte der Fokus von Handlungsmaßnahmen zunehmend von einem Schutz einzelner individueller Gebiete hin zu einem Ansatz, welcher den gesamten Landschaftsraum mit einbezieht, tendieren. Wissenschaftliche Studien belegen, dass der zukünftige Handlungsbedarf auf einen flexiblen dynamischen Ansatz ausgerichtet sein muss, um damit den dynamischen Prozessen des Klimawandels Rechnung tragen zu können (Reid 2006: 95, vgl. auch Lee et al. 2007: 131f., Korn et al. 2006: 13f., Beck et al. 2006a: 74, Zebisch et al. 2008: 114f., Pampus 2007: 33f.).

Es besteht zwar Einigkeit in der Wissenschaft darüber, dass Tiere und Pflanzen durch phänologische Plastizität – also die Flexibilität der Individuen – in der Lage sind, auf klimatische Veränderungen zu reagieren. Allerdings sind sowohl die phänologische Plastizität als auch die Eignung zur genetischen Adaption an den Klimawandel beschränkt und werden bei vielen Arten nicht genügen, um mit dem Klimawandel Schritt halten zu können. So benötigen zahlreiche Pflanzenarten mehrere Jahrzehnte, um ihr Verbreitungsgebiet nur um wenige Meter zu verlegen. Die Verschiebung der klimatischen Bedingungen schreitet jedoch im Vergleich dazu wesentlich zügiger voran. Ebenso lassen sich auch bei Tieren artspezifische Differenzen der Mobilität finden. Mobile Arten, wie Vögel oder Insekten, können auf Modifikationen ihrer Lebensräume deutlich schneller und effektiver ansprechen, wie weniger mobile, bspw. Reptilien oder Amphibien. Um solche Reaktionsfähigkeiten von

Pflanzen- und Tierarten feststellen zu können, ist eine Vertiefung des Wissens über die Ökologie einzelner Arten und ihre gegenseitige Abhängigkeit unbedingt notwendig (Pampus 2007: 37, vgl. auch Neßhöver/Görg 2008: 44, NABU 2007: 3, NSW 2007: 2).

Hinzu kommt, dass traditionelle Biodiversitätsschutzkonzepte innerhalb des Naturschutzes durch den Klimawandel hinterfragt werden müssen, da die bisherigen Instrumentarien und Strategien nicht im Hinblick auf derart schnelle und erhebliche Veränderungen der natürlichen Gegebenheiten konzipiert wurden. Das heißt, bestehende Naturschutzziele müssen partiell redefiniert werden, um neuen Veränderungen gerecht zu werden und um gerade die Ökosysteme und Arten in den Mittelpunkt zu stellen, welche in Zukunft besonders stark bedroht sein werden (Korn et al. 2006: 17f.). Um ökologische Zusammenhänge zukünftig besser erschließen zu können, allmähliche Änderungen erkennen und Bedrohungen von Arten und Lebensräumen rechtzeitig wahrnehmen zu können, ist ein konstantes Monitoring möglichst vieler Habitattypen, Pflanzenarten und Tiergruppen unvermeidlich. Aus wissenschaftlicher Sicht sollten dabei vor allem erfahrungsgemäß empfindliche oder durch andere Einflüsse bereits vorgeschädigte Ökosysteme und Pflanzengesellschaften besonders berücksichtigt werden. Speziell für den Nachweis eines Populationsrückgangs einer Art bedarf es meistens vieler Untersuchungsjahre. Diese Analysen fehlen gegenwärtig aber weitgehend für viele Säugetiere, Amphibien und Reptilien. Lediglich für Vögel bestehen ausreichend dokumentierte Zeitreihen. Die Etablierung eines flächendeckenden und standardisierten Biodiversitätsmonitoring soll in erster Linie dazu genutzt werden, das Ausmaß und die Richtung der Veränderungen festzuhalten und ein Assessment der Folgeschäden zu gewährleisten (Pampus 2007: 33, vgl. auch Brooker et al. 2007: 23f., Heilmann 2008: 3, McLachlan 2006: 300, Korn et al. 2006: 19f.).

Klima und Biodiversität sind in vielen Bereichen eng miteinander verknüpft und beeinflussen sich gegenseitig. Dieses große Potenzial an bestehenden Synergien bietet die Möglichkeit, künftig verstärkt verknüpfte Maßnahmen und Strategien zu verfolgen, welche es ermöglichen, Überschneidungen sinnvoll zu nutzen und Konflikte frühzeitig zu erkennen. Zahlreiche Maßnahmen, die die Klimaänderung abdämpfen oder die Anpassung an die neuen Verhältnisse erleichtern, können auch einen Beitrag zur Bewahrung der Artenvielfalt und der Ökosysteme leisten. So ergeben sich positive Überschneidungen zwischen Klimaschutz und Erhaltung der Biodiversität bei der Nutzung der Landökosysteme als Kohlenstoffsenken. Solche bestehenden Synergien zwischen Klimawandel und Biodiversität können weiterhin als besondere Chance genutzt werden, um die breite Öffentlichkeit für die Anliegen der Biodiversität zu sensibilisieren. Das öffentliche Interesse, das dem Klimawandel aktuell entgegengebracht wird, ist groß und kann dazu genutzt werden, Aspekte des Biodiversitätsverlusts auf die gleiche Ebene zu bringen (Körner 2007: 7, vgl. auch Körner/Fischlin 2008: 8f.).

Die Tatsache, dass Biodiversität und Klima auf vielschichtige Weise miteinander verflochten sind, wird jedoch nach wie vor nicht vollständig wahrgenommen oder schlichtweg aus ökonomischen Gründen außer Acht gelassen. Dies führt zu komplexen Problemsituationen, in welchen Instrumente und Maßnahmen aus dem einen Bereich häufig zu Lasten des jeweils anderen Bereichs gehen. So können zwar Maßnahmen zur Förderung des Klimaschutzes dienen, aber gleichzeitig auch den Erhalt der Biodiversität nachhaltig beeinträchtigen. Als klar definierter Konfliktbereich zwischen Klimaschutz und Biodiversität kann z.B. das Gebiet der erneuerbaren Energien herangezogen werden. So bewirkt die rasante Ausdehnung der Flächen zur Gewinnung biogener Treibstoffe eine erhebliche Beeinträchtigung der Biodiversität. Aus eben solchen Gründen sollten Maßnahmen sowohl des Klimaschutzes als auch der Erhaltung der Biodiversität vor ihrer Implementierung umfassend bezüglich ihrer möglichen negativen Auswirkungen geprüft werden (SCNAT 2008: 6).

Aus Sicht der Wissenschaft stellt die Weiterentwicklung der Modellierung und ihrer Techniken zur Gewinnung genauerer Prognosen von Änderungen der Artenabundanz und -verteilung einen wichtigen zukünftigen Forschungsschwerpunkt dar – hilfreich auch für deutlich bessere Einschätzungen anderer involvierter Prozesse, wie Änderungen der Landnutzung oder Konkurrenz zwischen den Arten (Olofsson et al. 2008: 23). Alle momentan vorhandenen Modellansätze haben je nach ihrer Verwendung Vor- und Nachteile. Die Wahl des jeweiligen Modellansatzes muss verschiedene Faktoren berücksichtigen, wie den Umfang des ökologischen Wissens, die räumliche und zeitliche Skala sowie die Ziele der Modellierung. Um zukünftig noch realistischer die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität zu simulieren, müssen die komplexen Interaktionen zwischen verschiedenen Faktoren noch stärker integriert werden. Deshalb geht der momentane Forschungsbedarf ganz klar in Richtung eines Modellierungsansatzes, welcher Faktoren wie Landnutzung, Landbedeckung oder biotische Interaktionen mit einbezieht. Eine weitere wichtige Herausforderung wird in der Entwicklung von *hybrid models* gesehen, da diese Aspekte aller Modellansätze miteinander verbinden. Trotz solcher Fortschritte wie hybrider Modellierungen darf nicht außer Acht gelassen werden, dass es sich bei natürlichen Systemen um nicht geschlossene Einheiten handelt und es aus diesem Grund nicht möglich ist, alle potenziellen Triebkräfte von Biodiversitätsveränderungen zu berücksichtigen. Wichtig ist jedoch ein Erkennen der vorhandenen Grenzen von Modellen, um diese so besser nutzen zu können sowie das Sammeln von mehr empirischen Beweisen, um somit das Vertrauen in Modelle und deren Prognosen zu stärken (Heikkinen et al. 2006: 20).

Ein intensiver Informations- und Erfahrungsaustausch von Experten/innen und einschlägigen Organisationen auf nationaler und internationaler Ebene ist grundlegend für die Ermittlung künftiger Handlungsbedarfe. Nur dadurch kann ein rein sektoraler Ansatz vermieden und eine Koordination zwischen verschiedenen Stakeholdern gesichert werden. Viele Maßnahmen zum Biodiversitäts- und Klimaschutz sind nach wie vor zu sektorbezogen und die Erarbeitung von Strategien, Konzepten

und Maßnahmenplänen findet noch immer keinen Einzug in alle Politikbereiche (Spangenberg 2006: 149ff). In diesem Zusammenhang kommt der Wissenschaft eine wichtige Rolle zu, da diese die sozialwissenschaftliche und politische Debatte in hohem Maße durch ihre Forschung unterstützen kann. Bedeutsam ist auch die Koordinierung und Ausrichtung der Forschung an politikrelevanten Fragen. So sollte zukünftig vor allem die Bündelung, Übersetzung und der Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in gesellschaftliche und politische Prozesse gewährleistet werden. Auch auf nationaler Ebene könnte die Optimierung der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Politik einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung von Lösungsstrategien leisten (Beck et al. 2006a: 96, vgl. auch Brooker et al. 2007: 13f., NABU; 2007: 1, ECNC 2007: 15f., Korn et al. 2006: 19f.). Daneben muss die Entwicklung der Integration von sozialwissenschaftlichen Ansätzen mit Naturwissenschaften auch in Zukunft vorangetrieben werden, um interdisziplinäre Forschungsansätze zu ermöglichen, die gerade im Forschungsfeld Klimawandel und Biodiversität eine entscheidende Rolle einnehmen. Auch sollten Forschungen zu Steuerungsleistungen von Institutionen sowie der entsprechenden Governance-Strukturen vorangetrieben werden. Hierbei ergibt sich besonderer Forschungsbedarf zu sektorenübergreifenden Wechselwirkungen und dem Zusammenspiel verschiedener Handlungs- und Entscheidungsebenen (Mehr-Ebenen-Problem) (Neßhöver/Görg 2008: 44). Einen zukünftigen Schwerpunkt stellt auch die sozio-ökonomische Forschung zur Evaluation von Ökosystemdienstleistungen dar. In diesem Zusammenhang sind folgende Fragestellungen wichtig: Wie können quantitative und qualitative, wie ökologische, ökonomische und kulturelle Kriterien miteinander verbunden werden? Besondere Wissenslücken stellen sich im Hinblick auf die nichtmarktförmigen Ökosystemdienstleistungen (MASR 2005: 101): Wie können diese in partizipativen Prozessen bewertet und in Entscheidungen integriert werden? Hierbei ist v.a. die Weiterentwicklung multikriterieller Verfahren der Entscheidungsunterstützung gefragt (vgl. Neßhöver/Görg 2008: 44, vgl. auch MEA 2005b: 101).

Abschließend stellt sich hinsichtlich fehlender Governance-Mechanismen im Bereich Biodiversität die Frage, weshalb es noch immer kein einflussreiches internationales Gremium zu Biodiversität gibt, das die Politik berät und nach dem Vorbild des Weltklimarates IPCC die Öffentlichkeit auf das Thema aufmerksam macht. So bestreiten Wissenschaftler/innen kaum, dass wissenschaftliche Erkenntnisse zu klimawandel-bedingtem Verlust der Biodiversität besser kommuniziert werden müssen. Jedoch hat sich gezeigt, dass das Thema Biodiversität in seiner gesamten Breite schwierig zu erfassen und noch schwieriger zu vermitteln ist. Zwar gab es mehrere Versuche, im Rahmen der Konvention über biologische Vielfalt (CBD) und dem ökosystemaren Ansatz das Thema ganzheitlich in den Blick zu nehmen, jedoch eigneten sich all diese Konzepte nicht dazu, die Wichtigkeit auch in der öffentlichen Diskussion zu verankern (Nature Publishing Group 2006: 2456). Durch das Millennium Ecosystem Assessment sollte schließlich die gesellschaftliche Relevanz des Themas verdeutlicht werden. Das MA greift mit seinem Ansatz der ökosystemaren Dienstleistungen und deren Wert für das menschliche Wohlbefinden die Herangehensweise

der CBD auf. Seinen Zweck hat das MA letztlich aber nur teilweise erfüllt. So konnten die innovativen Ansätze dem Thema neue Impulse verleihen und die Umweltpolitik hat das Konzept der Ökosystemdienstleistungen bspw. in Form der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt der deutschen Bundesregierung in ihre Argumentation mit aufgenommen (vgl. Stiehr 2009). Allerdings gelang es dem MA nicht, einen richtigen Handlungsdruck auf die Politik zu erzeugen. Dies kann vor allem darauf zurückgeführt werden, dass das MA nahezu ausschließlich von der Wissenschaft organisiert wurde und die Anbindung an die Hauptakteure, die nationalen Regierungen, unzureichend war. Dies hatte zur Folge, dass die Regierungen auf die Studie des MA in deutlich geringerem Maße reagierten, als auf die Berichte des IPCC. Seit der CBD im Jahr 1992 wurde daher auf internationaler Ebene mehrmalig über ein kontinuierliches Wissenschaftsgremium zur Beratung der Politik in Biodiversitätsfragen diskutiert. Allerdings ist auch nach mehreren Jahren der Diskussion noch immer nicht geklärt, inwieweit ein Weltrat zur Biodiversität eingerichtet werden soll. Fest steht, dass ein neuer internationaler Mechanismus prinzipiell notwendig ist und empfohlen wird (vgl. auch Kap. 2.4.8). Es zeigt sich jedoch zunehmend, dass diesbezüglich die ungenügende Unterstützung der Politik ein erhebliches Hemmnis darstellt. Deshalb sollten hier als erster Schritt vernetzte Prozesse auf verschiedenen räumlichen Ebenen gestärkt werden, die die Vielfalt des Wissens über die Biodiversität und die verschiedenen Formen in ihrer Nutzung einbinden (Görg/Neßhöver 2008: 39f.).

Verstärkte politische Unterstützung erhielt die Idee zur Gründung eines internationalen Gremiums für Biodiversität im Januar 2005 durch den französischen Präsidenten Jacques Chirac während der Internationalen Konferenz „Biodiversity: Science and Governance“ in Paris: Im Zuge dieser Konferenz stimmten auch die über 2000 Wissenschaftler, Nicht-Regierungsorganisationen und Politikvertreter aus über 100 verschiedenen Ländern der Etablierung eines zukünftigen internationalen Gremiums der Biodiversität bei. Als erster Schritt wurde deshalb von der französischen Regierung ein Konsultationsprozess initiiert, durch welchen der Bedarf, der Bereich und die mögliche Form eines „*International Mechanism of Scientific Expertise on Biodiversity (IMoSEB)*“ abgeschätzt werden sollten. Der Konsultationsprozess sollte vor allem dazu beitragen, die mögliche Form eines internationalen Gremiums zu eruieren. Folgende elementare Eckpunkte eines solchen Gremiums konnten durch den IMoSEB-Prozess herausgefiltert werden: Eine mögliche Biodiversitätsplattform sollte – ähnlich des IPCC – formell angebunden sein an Regierungen, die auch die Finanzierung sicherstellen. Dieses Charakteristikum unterscheidet das Gremium von allen bisherigen Biodiversitätsinitiativen und garantiert, dass Verhandlungen innerhalb von internationalen Biodiversitätskonventionen auf validierten wissenschaftlichen Informationen beruhen und dass es sowohl auf nationaler als auch auf globaler Ebene zu einem verstärkten Umsetzungsprozess kommt. Von Bedeutung ist auch die Einbindung anderer Stakeholder, wie Nicht-Regierungsorganisationen, zwischenstaatliche Kommissionen und Biodiversitätskonventionen. Weiterhin soll ein Gremium objektiv und unabhängig sein und alle führenden Wissenschaftler integrie-

ren, um auf diese Weise aktuelles wissenschaftliches Wissen zur Unterstützung von Politikentscheidungen bereitstellen zu können. Die Aufbereitung verfügbarer Informationen über Status und Trend der Biodiversität sowie über mögliche Auswirkungen zukünftiger Biodiversitätsänderungen und denkbare Anpassungsmaßnahmen, ermöglicht es Regierungen, internationalen Konventionen und der Gesellschaft klar definierte Handlungsziele zu bestimmen (Loreau et al. 2006: 246).

Aufbauend auf dem Millennium Ecosystem Assessment und dem IMoSEB Prozess kam es im November 2008 schließlich zu einem zwischenstaatlichen und Multi-Stakeholder Treffen einer „Intergovernmental Science-Plattform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)“. Innerhalb dieses 3-Tage-Meetings fand in erster Linie ein Austausch statt über mögliche Funktionen, Fokusgebiete, Governance-Strukturen, Arbeitsprogramme und Budgets einer IPBES. Insgesamt hat das Meeting dazu beigetragen, die Bedeutung eines zukünftigen „Science-Policy Interface“ nochmals hervorzuheben, um damit langfristig ein Kooperations- und Informationssharing bezüglich Biodiversität zu gewährleisten. Aus diesem Grund soll der Prozess der Bildung einer internationalen Plattform (Gremium) auch in Zukunft verstärkt vorangetrieben und eine Entscheidung diesbezüglich zeitnah getroffen werden (IISD 2008: 10; UFZ 2006: 6ff).

Da Biodiversität und Klimawandel keine politischen Grenzen haben, ist es unbedingt notwendig, wissenschaftliche Forschung und gesellschaftlichen Handlungsbedarf auf verschiedenen Ebenen zu implementieren. Auf globaler Ebene müssen multilaterale umweltpolitische Vereinbarungen – wie die Klimaschutzkonvention oder die Konvention über die biologische Vielfalt – weiter vorangetrieben werden, um damit eine Führung klimabedingter Biodiversitätsveränderungen zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang sollten vor allem Lösungen gefunden werden bezüglich der nach wie vor zu geringen Erfüllung bereits eingegangener politischer Verpflichtungen (z.B. 2010 – Ziel der CBD). Auf Ebene der EU müssen klimabedingte Biodiversitätsfragen verstärkt in Programme und Politik in verschiedenen Bereichen wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft und wirtschaftliche Entwicklung, integriert werden. Eine Schlüsselstellung nimmt auch die Ebene der Nationalstaaten ein, auf welcher Klimawandel- und Biodiversitätsstrategien und Maßnahmen noch stärker Einzug in alle Bereiche finden müssen. Daneben gibt es auch auf regionaler/lokaler Ebene Handlungsbedarf zur Entwicklung integraler Ansätze (Joint Nature Conservation Committee 2008: 5, vgl. auch Brooker 2007: 22, Delbaere 2005: 276, Heilmann 2008: 1).

Von Bedeutung sind subglobale Assessments, welche eine Einschätzung der Handlungsmöglichkeiten auf nationaler Ebene gewährleisten und eine zumeist mit großen Unsicherheiten behaftete Übertragung von globalen Datensätzen und Szenarien auf ein regionales Level vermeiden. Dadurch können entsprechende nationale Szenarien entwickelt und die positiven wie negativen Rück-Kopplungen zwischen politischen Maßnahmen und Veränderungen erfasst werden (Beck et al. 2006a: 96, vgl. auch Neßhöver/Görg 2008: 45, Neßhöver 2007: 12).

Literatur

- Araújo, M.B./C. Rahbek (2006): How does Climate Change Affect Biodiversity? *Science* 313
- Baumgärtner, S./C. Becker (2008): Ökonomische Aspekte der Biodiversität. In: D. Lanzerath et al. (Hg.): Biodiversität. Reihe: Ethik in den Biowissenschaften – Sachstandsberichte des DRZE, Band 5. Freiburg und München: Verlag Karl Alber: 75–115
- Beaumont, L.J./L. Hughes (2002): Potential changes in the distribution of latitudinally restricted Australian butterfly species in response to climate change. *Global Change Biology* 8: 390–407
- Beck, S. et al. (2006a): Die Relevanz des Millennium Ecosystem Assessment für Deutschland. Eine Studie des Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle. UFZ-Bericht 02/2006
- Beck, S. et al. (2006b): Das Millennium Ecosystem Assessment und seine Relevanz für Deutschland. Eine Studie des Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle. Powerpoint Präsentation
- Berghöfer, A. (2008): Mehr Lücke als Netz. In: BfN (Hg.): Biodiversität. Vom Reden zum Handeln. Politische Ökologie 109: 26
- Berry, P.M./T.P. Dawson/P.A. Harisson/R.G. Pearson (2002): Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland. *Global Ecology and Biogeography* 11: 453–462
- Botkin, D.B. et al. (2007): Forecasting the Effects of Global Warming on Biodiversity. *BioScience* 57: 227–236
- Brooker, R. (2006): Climate change and upland biodiversity – targeted research and strengthening the science-policy interface. Conference of the Future of Biodiversity in the Uplands, Macaulay Institute, Perth
- Brooker, R./J.C. Young/A.D. Watt (2007): Climate change and biodiversity: Impacts and policy development challenges – a European case study. *International Journal of Biodiversity Science and Management* 3: 12–30
- Chapason, L/S. van den Hove (2009): The Debate on an Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES): Exploring gaps and needs. *Idees Pour Le Debat* No 01/2009
- Chopra, K. et al. (2005): *Ecosystems and Human Well-being: Policy Responses* 3. Washington D.C.: Island Press
- Delbaere, B. (2005): European Policy Review Biodiversity and climate change. *Journal for Nature Conservation* 13: 275–276
- Dirnbröck, T. et al. (2008): Scaling issues in long-term socio-ecological biodiversity research: A review of European cases. Social Ecology Working Paper 100, Social Ecology Vienna
- Dormann, C.F. (2006): Promising the future? Global change projections of species distribution. *Basic and Applied Ecology* 8: 387–397
- Drechsler, M./F. Wätzold/V. Grimm/J. Mysiak (2007): Ecological-economic modelling for the sustainable use and conservation of biodiversity. *Ecological Economics* 62: 203–206

- Drechsler, M. et al. (2007): Differences and similarities between ecological and economic models for biodiversity conservation. *Ecological Economics* 62: 232-241
- European Communities (2008): The economics of ecosystems and biodiversity. An interim report
- Europäische Kommission (2007): Biologische Vielfalt und Klimawandel – Die Rolle des Natura 2000-Netzes. Newsletter „Natur“ der Europäischen Kommission GD Umwelt
- ECNC - European Centre for Nature Conservation (2007): Climate Change and biodiversity – the role of the European regions. Paper prepared for the high level conference – European Regions as Champions for Biodiversity 2010 – Europe meets Brabant, Brabant meets Europe. 15./16. Februar 2007
- Elith, J. et al. (2006): Novel methods improve prediction of species' distribution from occurrence data. *Ecography* 29: 129–151
- FAO – Food and Agriculture Organization (2008): Climate Change and Biodiversity for Food and Agriculture. Technical background Document from the Expert Consultation Held on 13 to 14 February 2008. Rome
- Fischer, M./J. Fuhrer (2008): Extensive Landwirtschaft. In: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) (Hg.): Biodiversität und Klimawandel – Konflikte und Synergien im Massnahmenbereich. Positionspapier der Akademie der Naturwissenschaften der Schweiz
- Fischlin, A. (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökosysteme. Institut für Integrative Biologie, Department für Umweltwissenschaften, Zürich
- Fischlin, A./R. Volz (2007): Kohlenstoffsinken. In: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) (Hg.): Biodiversität und Klimawandel – Konflikte und Synergien im Massnahmenbereich. Positionspapier der Akademie der Naturwissenschaften der Schweiz
- Geiger, C. (2007): Klimawandel in Bern – wählen Sie grün. Medienkonferenz am 26. Juni 2007 in Chur, beim Tor zur Quaderwiese, Pro Natura, Graubünden
- Görg, C./C. Neßhöver (2008): Gut beraten, besser entschieden. Die Rolle der Wissenschaft. In: BfN (Hg.): Biodiversität. Vom Reden zum Handeln. *Politische Ökologie* 109: 26
- Grünig, A. (2008): Erhaltung und Renaturierung von Mooren. In: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) (Hg.): Biodiversität und Klimawandel – Konflikte und Synergien im Massnahmenbereich. Positionspapier der Akademie der Naturwissenschaften der Schweiz
- Haberl, H. et al. (2008): Towards an integrated model of socioeconomic biodiversity drivers, pressures and impacts. A feasibility study based on three European long-term socio-economic research platforms. *Ecological Economics*
- Hannah, L. et al. (2007): Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*: Vol. 5, No. 3: 131–138
- Heal, G. et al. (2004): Genetic diversity and interdependent crop choices in agriculture. *Resource and Energy Economics* 26: 175–184
- Heikkinen, R.K. et al. (2006): Methods and uncertainties in bioclimatic envelope modelling under climate change. *Progress in Physical Geography* 30 (6): 1–27

- Heilmann, I. (2008): Biodiversität in der Forschung. Rede vom 20.10.2008.
<http://www.linksfraktion.de/rede.php?artikel=1382424178> (22.12.2008)
- Hill, B. (1997): Innovationsquelle Natur. Naturorientierte Innovationsstrategie für Entwickler, Konstrukteure und Designer. Aachen: Shaker Verlag
- Hummel, D. (2008): Population Dynamics and Supply System. A Transdisciplinary Approach. Frankfurt/New York: Campus Verlag
- Huntley, B. et al. (2004): The performance of models relating species geographical distribution to climate is independent of trophic level. *Ecology Letters* 7: 417–426
- Huntley, B./Y.C. Collingham/S.G. Willis/R.E. Green (2008): Potential Impacts of Climate Change on European Breeding Birds. *Plos one*, Issue 1: 1–11
- ICLEI - Local Governments for Sustainability (2008): Biodiversity and climate change. Countdown 2010 – Safe Biodiversity
- IISD (2008): IPBES Bulletin: Summary of the ad hoc Intergovernmental and Multi-Stakeholder Meeting on an Intergovernmental Science – Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: 10–12 November 2008.
<http://www.iisd.ca/ymb/IPPBES/> (02.02.2009)
- Jahn, Th./A. Lux (2009): Problemorientierte Diskursfeldanalyse – neue Methode und Anwendungsmöglichkeiten. ISOE-Studententext Nr. 15. Frankfurt am Main
- Joint Nature Conservation Committee (2008): Adapting to Climate Change: opportunities and Priorities for Biodiversity Conservation. Paper by the Inter-Agency Climate Change Forum
- Kaiser, M. (2008): Vom Holzweg abkommen. In: BfN (Hg.): Biodiversität. Vom Reden zum Handeln. *Politische Ökologie* 109: 26
- Kägi, T./R. Zah (2008): Treibstoffe aus Biomasse. In: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) (Hg.): Biodiversität und Klima – Konflikte und Synergien im Massnahmenbereich. Positionspapier der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz
- Korn, H. et al. (2006): Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen und Handlungsoptionen. BfN-Skript 148
- Körner, C./A. Fischlin (2008): Biodiversität im Klimawandel. In: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) (Hg.): Biodiversität und Klimawandel – Konflikte und Synergien im Massnahmenbereich. Positionspapier der Akademie der Naturwissenschaften der Schweiz
- Lanzerath, D. et al. (Hg.) (2008): Biodiversität. Reihe: Ethik in den Biowissenschaften – Sachstandsberichte des DRZE, Band 5. Freiburg und München: Verlag Karl Alber, 75–115
- Lee, H. et al. (2007): Protected area needs in a changing climate. *Front Ecological Environment* 5 (3): 131–138
- Loreau, M. et al. (2006): Diversity without representation. *Nature* Vol. 442
- Luick, R./Schümann, K. (2008): Des Energiehunger's tägliches Brot. In: BfN (Hg.): Biodiversität. Vom Reden zum Handeln. *Politische Ökologie* 109: 26
- Mann, S. (1998): Nachwachsende Rohstoffe. Stuttgart: Ulmer

- McLachlan, J. S./J.J. Hellmann/M.W. Schwartz (2006): A Framework for Debate of Assisted Migration in an Era of Climate Change. *Conservation Biology* 1 (2): 297–302
- MEA (2005a): Millenium Ecosystem Assessment Synthesis Report. Washington D.C.: Island Press
- MEA (2005b): Ecosystem and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis. Washington D.C.: World Resource Institute
- Midgley, G.F./W. Thuiller/S.I. Higgins (2007): Plant species migration as a key uncertainty in predicting future impacts of climate change on ecosystem: progress and challenges. *Traits végétaux et dynamique des écosystèmes alpins*, 129–137
- Myers, N. (1997): Biodiversity's genetic library. In: G.C. Daily (Hg.): *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington D.C.: Island Press: 255–273
- NABU (2007): Klimawandel und Biodiversität – Eine Kommunikationsstrategie für den ehrenamtlichen Naturschutz. Protokoll der Auftaktkonferenz am 9. Februar 2007 an der Universität Göttingen
- Nader, W.F./B. Hill (1999): *Der Schatz im Tropenwald. Biodiversität als Inspirations- und Innovationsquelle*. Aachen: Shaker
- Nature Publishing Group (2006): Diversity without representation. *Nature* 442: 245–246
- Neßhöver, C. (2007): Das Millennium Ecosystem Assessment – Ansatz, Ergebnisse und Nutzen für Biodiversitätspolitik. In: H. Korn/U. Feit (Hg.): *Treffpunkt Biologische Vielfalt VII. BfN-Skript 207*
- Neßhöver, C. et al. (2007): Das Millennium Ecosystem Assessment – eine deutsche Perspektive. In: *Natur und Landschaft* 82 (6): 262–267
- Neßhöver, C./C. Görg (2008): Ableitung von Forschungsempfehlungen aus dem Millennium Ecosystem Assessment (MA). In: U. Feit/U. Zander (Hg.): *Vilmer Handlungsempfehlungen zur Förderung einer umsetzungsorientierten Biodiversitätsforschung in Deutschland. BfN-Skript 223*
- NSW - Department of Environment and Climate Change (2007): *Adaptation Strategy for Climate Change Impacts on Biodiversity*. Sydney
- Ohl, C./C. Grünbühel/K. Krauze (2007): Towards an understanding of long-term ecosystem dynamics by merging socio-economic and environmental research criteria for long-term socio-ecological research sites selection. *Ecological Economics* 63 (2–3): 383–391
- Olofsson, J. (2008): *Minimisation of and Adaptation to Climate change Impacts on biodiversity. Specific targeted research project MACIS*
- Pampus, M. (2007): *Einschätzungen zu möglichen und bereits nachweisbaren Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die Biodiversität in Hessen. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie*
- Paavola, J./T. Kluvankova-Oravska/A. Gouldson (2008): *The Governance of Biodiversity_ Eco-systems, Institutions and the Interplay of Actors, Levels, Frameworks and Regimes. UFZ-Discussion Paper, GoverNat 7*

- Parmesan, C. (2006): Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *The Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 37: 637–669
- Pearson, R.G./T.P. Dawson (2003): Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimatic envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography* 12: 361–371
- Pearson, R.G. (2006): Climate change and the migration capacity of species. *Trends in Ecology and Evolution* 21 (3)
- Pompe, S./J. Hansbach/F. Badeck/S. Klotz/W. Thuiller/I. Kühn (2008): Climate and land use change impacts on plant distribution in Germany. *Biology letters* 4: 564–567
- Redmann, C.L. et al. (2004): Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: Social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems* 7: 161–171
- Reid, H. (2006): Climate Change and Biodiversity in Europe. *Conservation and Society* 4 (1): 84–101
- Rickli, C./F. Graf/C. Körner/A. Böll (2008): Beitrag der Vegetation zum Schutz vor Naturgefahren. In: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) (Hg.): Biodiversität und Klimawandel – Konflikte und Synergien im Massnahmenbereich. Positionspapier der Akademie der Naturwissenschaften der Schweiz
- Robbins, L. (1932): *An Essay on the Nature and Significance of Economic Science*. London: Macmillan
- Root, T.L./J.T. Price/K.R. Hall/S.H. Schneider/C. Rosenzweig/J.A. Pounds (2003): Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57–60
- SCNAT - Akademie der Naturwissenschaften (2007): Hotspot Biodiversität und Klimawandel. Biodiversität: Forschung und Praxis im Dialog
- SCNAT - Akademie der Naturwissenschaften (2008): Biodiversität und Klima – Konflikte und Synergien im Maßnahmenbereich. Ein Positionspapier der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz
- Schwartz, M. et al. (2005): Predicting Extinctions as a result of climate change. *Ecology* 87 (7): 1611–1615
- Settele, J./S. Klotz/I. Kühn/V. Hummen/J. Spangenberg (2007): Den Biodiversitätsverlust stoppen – Methoden zur Risikoabschätzung und Strategien zur Verringerung. *Ökologisches Wirtschaften* 3
- Spangenberg, J.H. (2006): Biodiversity pressure and the driving forces behind. *Ecological Economics* 61: 146–158
- Stiehr, N. (2009): Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt der Bundesregierung als Diskursarena im Diskursfeld „Klimabedingte Veränderungen der Biodiversität“. *ISOE-Materialien Soziale Ökologie*, Nr. 30. Frankfurt am Main
- Stoll-Kleemann, S./R. Schliep (2007): Das GoBi (Governance of Biodiversity) Forschungsprojekt: Inter- und transdisziplinäre Biodiversitätsforschung zur Effektivität von Schutzgebieten als Beitrag zur Verbesserung der Umsetzung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. http://www.geo.unigreifswald.de/agnw/shareddata/Files/Publications/Feit08_Vilmer_Handlungsempfehlungen_Foerderung_BD_Forschung_GoBi.pdf (02.01.2009)

- Sturn, B. S. (2009): Die neunte Vertragsstaatenkonferenz des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (COP9/CBD) als Diskursarena im Diskursfeld „Klimabedingte Veränderungen der Biodiversität“. ISOE-Materialien Soziale Ökologie, Nr. 28. Frankfurt am Main
- The Royal Society (2008): Biodiversity-climate interactions: adaptation, mitigation and human livelihoods. Report of an international meeting, June 2007. Cardiff, UK: Clyvedon Press Ltd
- Thomas, C.D./M.A. Aldina/F. Hill/J.K. Hill (2006): Range retractions and extinction in the face of climate warming. *Trends in Ecology and Evolution* 21 (8)
- Thuiller, W. et al. (2007a): Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1–16
- Thuiller, W. (2007b): Climate change and the ecologist. *Nature* 448
- UNEP – United Nations Environment Programme/CMS – Convention on Migratory Species (2006): Migratory Species and Climate Change: Impacts of a Changing Environment on Wild Animals. UNEP/CMS Secretariat, Bonn
- UFZ – Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (2006): International Science-Policy Interfaces for Biodiversity Governance- Needs, Challenges, Experiences. Workshop Report 2-4 October 2006. Leipzig, Germany
- Vohland, K./W. Cramer (2008): Doppelt geschützt hält besser. Biodiversität und Klimawandel. In: BfN (Hg.): Biodiversität. Vom Reden zum Handeln. *Politische Ökologie* 109: 26
- Vohland, K./U. Doyle/W. Cramer (2008): Einfluss von Klimaänderungen auf die Biodiversität. Bundeszentrale für politische Bildung
- Watson, R.T./V.H. Heywood/I. Baste/B. Dias/R. Gamez/W.Reid (1995): Global Biodiversity Assessment. Summary for Policy-Makers (published for the United Nations Environment Programme). Cambridge: University Press
- Wätzold, F. et al. (2005): Ecological-Economic Modelling for Biodiversity Management: Potential, Pitfalls and Prospects. *Conservation Biology* 20 (4): 1034–1041
- World Resources Institute (2008): Guidelines for Identifying Business Risks and Opportunities Arising from Ecosystem Change. The Corporate Ecosystem Services Review
- Zebisch, M. et al. (2008): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Forschungsbericht des Umweltbundesamt 20141253

Abkürzungsverzeichnis

ALARM	Assessing large scale risk for biodiversity with tested methods
BIK ^F	Biodiversität und Klima Forschungszentrum
CBD	Convention on Biological Diversity
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
CMS	Convention on Migratory Species
ECNC	Expertise centre for biodiversity and sustainable development
EU-FFH	EU-Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
EU-WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie
FAO	Food and Agriculture Organization
GEF	Global Environment Facility
ICLEI	Local Governments for Sustainability
IISD	International Institute for Sustainable Development
IMO	International Maritime Organization
IMoSEB	International Mechanism of Scientific Expertise on Biodiversity
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPBES	Intergovernmental Science-Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
ITPGRFA	International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture
MA	Millennium Ecosystem Assessment
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.
NAFTA	North American Free Trade Agreement
Ramsar	Ramsar Convention on Wetlands
RFMO	Regional Fisheries Management Organisation
Scnat	Swiss Academy of Sciences
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UNCLOS	UN Convention on the Law of the Sea
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WHC	World Heritage Convention
WHO	World Health Organization

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung

Das ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung ist ein unabhängiges, transdisziplinäres Forschungsinstitut in Frankfurt am Main. Wir entwickeln sozial-ökologische Konzepte für eine nachhaltige Entwicklung. Durch unsere Forschung liefern wir fundierte Entscheidungsgrundlagen für Gesellschaft, Politik und Wirtschaft. Zu den Forschungsthemen gehören Wasser, Energie, Klimaschutz, Mobilität, Urbane Räume, Biodiversität und sozial-ökologische Systeme.

Unsere Informationsangebote:

<http://www.isoe.de>

<http://www.isoe.de/medien/newsletter>

<https://twitter.com/isoewikom>