



NATURSCHUTZ-HANDELN **IM KLIMAWANDEL**

RISIKOABSCHÄTZUNGEN UND ADAPTIVES MANAGEMENT IN BRANDENBURG

Herausgeber
Vera Luthardt
Pierre L. Ibisch

Eberswalde, Oktober 2013

ISBN 978-3-00-043708-3

© 2013 – Vera Luthardt & Pierre L. Ibisch.

Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz
Friedrich-Ebert-Str. 28
Centre for Economics and Ecosystem Management am Fachbereich für Wald und Umwelt
Alfred-Möller-Str. 1
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)
D-16225 Eberswalde

Alle Rechte den Autoren vorbehalten.

Diese Broschüre kann, auch in Teilen, unter Angabe der Quelle, vervielfältigt werden.
Herunterladbar unter:
<http://www.hnee.de/inkabbnaturschutz-produkte>

Naturschutz-Handeln im Klimawandel: Risikoabschätzungen und adaptives Management in Brandenburg
Vera Luthardt, Pierre L. Ibisch (Herausgeber)
Oktober 2013

Empfohlene Zitierweisen

- der Broschüre:

Vera Luthardt & Pierre L. Ibisch (Hg., 2013): Naturschutz-Handeln im Klimawandel: Risikoabschätzungen und adaptives Management in Brandenburg. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde. (ISBN 978-3-00-043708-3.)

- eines einzelnen Beitrags (Beispiel):

Nadine Nusko & Vera Luthardt (2013): Klimawandel und seine Auswirkungen - Beobachtungen in den letzten Jahren und Projektionen mit Fokus auf Brandenburg. S.17-28 in: Vera Luthardt & Pierre L. Ibisch (Hg., 2013): Naturschutz-Handeln im Klimawandel: Risikoabschätzungen und adaptives Management. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde. (ISBN 978-3-00-043708-3.)

Layout:
Katrin Haggenmüller

Druck:
Druckerei Mertinkat
Eberswalder Str. 141
16227 Eberswalde

Umschlaggestaltung:
Philipp Arndt

Umschlag Photo:
Thomas Lüdicke (2008)

ISBN 978-3-00-043708-3

Gedruckt auf Recyclingpapier, zertifiziert mit dem Blauen Engel



Diese Veröffentlichung ist ein Produkt des Teilprojekts „Anpassung des administrativen Naturschutzes an den Klimawandel – Managementoptionen und Gestaltung der politischen Instrumentarien im Land Brandenburg“ im Verbundvorhaben „Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Region Brandenburg Berlin – INKA BB“. INKA BB wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Inhaltsverzeichnis

VORWORT/DANKSAGUNG	6
POSITIONEN VON VERTRETERN DES BRANDENBURGISCHEN NATURSCHUTZES ZUM KLIMAWANDEL UND ZUM UMGANG MIT SEINEN WIRKUNGEN	8
ZUSAMMENFASSUNG	10
1. EINFÜHRUNG	15
2. KLIMAWANDEL UND SEINE AUSWIRKUNGEN - BEOBACHTUNGEN IN DEN LETZTEN JAHREN UND PROJEKTIONEN MIT FOKUS AUF BRANDENBURG	17
2.1. BISHER BEOBACHTETE KLIMATISCHE VERÄNDERUNGEN	17
2.2. MÖGLICHE KLIMATISCHE VERÄNDERUNGEN IN DER ZUKUNFT	20
2.3. AUSWIRKUNGEN KLIMATISCHER VERÄNDERUNGEN AUF DEN BODEN UND BODENWASSERHAUSHALT	21
2.4. AUSWIRKUNGEN KLIMATISCHER VERÄNDERUNGEN AUF ARTEN UND LEBENSÄRÄUME	24
3. HANDELN IM WANDEL - NEUE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DEN NATURSCHUTZ	29
3.1. ZIELGERÜSTE	30
3.2. INSTRUMENTE DES NATURSCHUTZES	32
3.2.1. VERFÜGBARE INSTRUMENTE UND DEFIZITE DES NATURSCHUTZES	32
3.2.2. BEDARF AN NEUEN METHODISCHEN ANSÄTZEN FÜR DEN NATURSCHUTZ	34
3.2.2.1. Ökosystembasiertes Management	34
3.2.2.2. Ökosystembasierte Vulnerabilitätsanalysen	35
3.2.2.3. Adaptives Management	37
3.2.2.4. Systemische Analysen	39
3.2.2.5. Partizipation	39
4. NEU ENTWICKELTE INSTRUMENTE FÜR DIE NATURSCHUTZPRAXIS UND IHRE ANWENDUNG AM BEISPIEL	43
4.1. METHODE ZUR STANDORTBEZOGENEN RISIKOABSCHÄTZUNG FÜR AUSGEWÄHLTE ÖKOSYSTEME IM KLIMAWANDEL	43
4.1.1. KONZEPTIONELLER RAHMEN	43
4.1.2. INDIKATOREN	44
4.1.2.1. Indikatoren der Expositionsänderung	45
4.1.2.2. Indikatoren der Sensitivität	45
4.1.2.3. Indikatoren der Anpassungskapazität	48
4.1.3. BEWERTUNG	49
4.1.4. ANWENDBARKEIT DER METHODE	50
4.2. FALLBEISPIEL ZUR STANDORTBEZOGENEN RISIKOABSCHÄTZUNG FÜR AUSGEWÄHLTE ÖKOSYSTEME IM KLIMAWANDEL	52
4.2.1. HINTERGRUND	52
4.2.2. RÄUMLICHE KULISSE	52
4.2.2.1. Geomorphologie	53
4.2.2.2. Biotopausstattung	54
4.2.2.3. Klimatische Verhältnisse und Klimaprojektionen mittels des Regionalmodells STAR 2	55
4.2.2.4. Grundwassertrend	56

4.2.3. EINSATZ UND ANPASSUNG DER METHODE ZUR STANDORTBEZOGENEN RISIKOABSCHÄTZUNG FÜR AUSGEWÄHLTE ÖKOSYSTEME IM KLIMAWANDEL AM BEISPIEL DES BIOSPHÄRENRESERVATES SCHORFHEIDE-CHORIN	57
4.2.3.1. Zuordnung der Bodenhydromorphietypen	57
4.2.3.2. Ermittlung der Hauptbodenart	58
4.2.3.3. Indikatoren der Expositionsänderung und Bewertung	59
4.2.3.4. Indikatoren für die Sensitivität Boden	61
4.2.3.5. Indikatoren für die Sensitivität Biotoptyp	62
4.2.3.6. Indikatoren der Anpassungskapazität	62
4.2.3.7. Ergebnisse	63
4.2.3.8. Übersicht der verwendeten Daten für die Umsetzungen der Indikatoren	67
4.2.4. IMPLEMENTIERUNG DER ERGEBNISSE IN DEN PFLEGE- UND ENTWICKLUNGSPLAN DES BIOSPHÄRENRESERVATS SCHORFHEIDE-CHORIN	68
4.3. MARISCO – ADAPTIVES MANAGEMENT VON RISIKEN UND VULNERABILITÄT IN NATURSCHUTZPROJEKTEN	70
ANLASS ZUR ENTWICKLUNG VON MARISCO	70
ANWENDUNGEN VON MARISCO IN INKA BB	70
ZIEL DIESER EINFÜHRUNG	71
HINWEISE FÜR DIE LESER	71
LANDSCHAFTSRAHMENPLAN BARNIM	73
Planungsprozess	73
WIEDERANSIEDLUNG DES AUERHUHNS IN DER NIEDERLAUSITZ	75
Schutz des Auerhuhns in der Niederlausitz	75
Planungsprozess	75
I. VORBEREITUNG UND ERSTE KONZEPTUALISIERUNG	76
0. Diagnostische Ökosystem-Analyse	76
1. Abgrenzung des Betrachtungs- und Managementraums	78
2. Schutzobjekte der Biodiversität	80
3. Ökosystemdienstleistungen/Schutzobjekte des menschlichen Wohlergehens	86
4. Managementvision	90
II. SYSTEMISCHE VULNERABILITÄTS- UND RISIKOANALYSE	92
5. Einschätzung des aktuellen Zustands der Schutzobjekte	92
6. Bedrohungen	94
7. Positive und negative ursächliche Faktoren	96
8. Gruppierung der Elemente	98
9. Räumliche Verteilung von Problemen	100
10. Analyse der Kritikalität von Problemen	102
11. Zukunftsszenarien	104
12. Analyse der zukünftigen Dynamik und Risiken	106
13. Analyse der systemischen Aktivität und der strategischen Relevanz eines Problems	108
14. Analyse der Managebarkeit und des Wissens	110
15. Akteursanalyse	112
16. Revision und Validierung	114
III. UMFASSENDE EVALUIERUNG, PRIORISIERUNG UND FORMULIERUNG VON STRATEGIEN	116
17. Identifizierung existierender Strategien	116
18. Beurteilung und Priorisierung existierender Strategien	116

19. Visualisierung systemischer Beziehungen existierender Strategien mit anderen Elementen im konzeptionellen Modell	116
20. Analyse strategischer Lücken und Strategieanpassung, ggf. Formulierung ergänzender Strategien	120
21. Beurteilung und Priorisierung ergänzender Strategien	120
22. Visualisierung systemischer Beziehungen ergänzender Strategien mit anderen Elementen im konzeptionellen Modell	120
IV. UMSETZUNG UND MANAGEMENT VON NICHTWISSEN	122
SCHLUSSFOLGERUNGEN	125
LITERATURVERZEICHNIS	126
TABELLENVERZEICHNIS	134
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	135
ANHANG	136
BILDNACHWEISE	150



Vorwort/Danksagung

Im Rahmen des Verbundvorhabens *Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg Berlin - INKA BB* – Förderprogramm KLIMZUG *Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten* des Bundesministeriums für Bildung und Forschung - wird neben diversen Facetten der Landnutzung auch der Naturschutz im Teilprojekt „Anpassung des administrativen Naturschutzes an den Klimawandel“ umfänglich bearbeitet.

In einem ersten Schritt wurden die derzeitigen Zielstellungen des Naturschutzes analysiert und in dem Band „Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel – Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in Brandenburg“

(IBISCH et al. 2012) umfassend beleuchtet und diskutiert. Fußend auf dieser Analyse wurden neu zu formulierende Priorisierungen und Ergänzungen der Zielgerüste vorgeschlagen und einige konkrete Ansätze für deren Umsetzung aufgezeigt. Im Schlusskapitel werden die Wege zu einer zukunftstragenden Strategie in Brandenburg umrissen¹.

Daran anknüpfend werden im vorliegenden Band zwei neu entwickelte Instrumente für angepasste Planungsverfahren vorgestellt: die standortbezogene Gefährdungsabschätzung zur Priorisierung von Handlungsräumen und -schwerpunkten sowie eine Methode für den Weg der Umsetzung eines adaptiven Managements. Beide Ansätze wurden im Rahmen des Projektes mit Praxispartnern erprobt.

¹ Es sei an dieser Stelle noch auf ein vom Projektteam zusammengestelltes Glossar verwiesen, das unter <http://www.hnee.de/inkabbnaturschutz> abrufbar ist. Es enthält alle in diesem Kontext wichtigen Begriffe, erläutert diese kurz und benennt die Bezugsquellen.



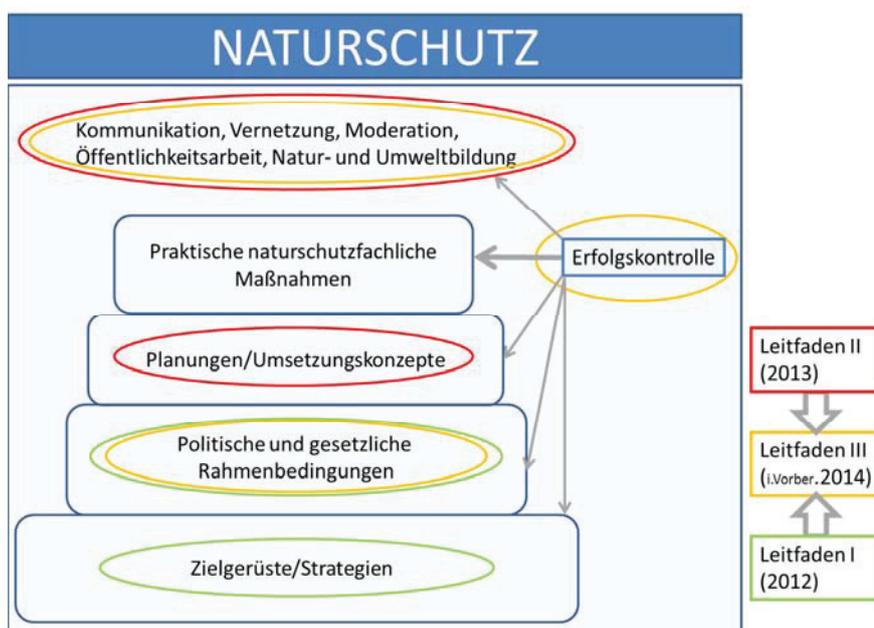
In einem letzten Schritt werden die notwendigen strategischen Schritte aus dem politischen Raum heraus aufgegriffen und Empfehlungen für die Politik und die Verantwortungsträger im Land und auf regionaler Ebene gegeben, ein diesbezügliches Erfolgskontrollprogramm entworfen und Hinweise für die Ausbildung und Arbeit der Schutzgebietsbetreuer gegeben.

Die bislang erzielten Ergebnisse des Vorhabens sind nur mit Hilfe eines umfänglichen Teams von beratenden

und mitwirkenden Akteuren aus der Praxis von Landesbehörden bis zu Landnutzern, sowie von Kolleginnen und Kollegen aus dem Wissenschaftsumfeld und den Naturschutzverbänden möglich gewesen.

Dafür bedanken wir uns herzlichst und bitten auch noch für die letzte Etappe um gleichermaßen intensive Unterstützung.

Abbildung 1: Einordnung der geleisteten bzw. noch zu leistenden Arbeiten des Projektes in die verschiedenen Ebenen naturschutzfachlichen Handelns



Positionen von Vertretern des brandenburgischen Naturschutzes zum Klimawandel und zum Umgang mit seinen Wirkungen

Stefan Kreft, Lena Strixner, Juliane Geyer & Pierre L. Ibisch

Wir befragten 22 Vertreter des brandenburgischen Naturschutzes, v. a. der Behörden, zu ihren Positionen zum Klimawandel und zum Umgang mit seinen Wirkungen¹. Die Mehrheit der Interviewpartner sind aktive Partner des Teilprojekts. Dabei gingen wir auf die grundlegenden Herangehensweisen ein, die im vorliegenden Leitfaden beschrieben werden. Keiner der Befragten drückte grundsätzliche Zweifel an der *Existenz des Klimawandels* aus. Vielmehr sind die

Akteure des Naturschutzes in Brandenburg angesichts des Klimawandels und seiner Folgen durchaus besorgt. Zweifel an der *Beeinflussbarkeit seiner Wirkungen* zeigten sich stellenweise. Überwiegend verspricht man sich aber von der Forschung Hilfestellung für ein zielführendes Naturschutzmanagement im Klimawandel. Die meisten Akteure gaben an, das Thema aufmerksam zu verfolgen.

Tabelle 1: Ergebnisse der Umfrage zum Klimawandel und zum Umgang mit seinen Wirkungen mit Bezügen zum vorliegenden Leitfaden

Ergebnis	Kapitel
Es wird deutlich, dass die Mehrheit der Befragten Herangehensweisen vertraut, welche eine schrittweise Anpassung des Naturschutzmanagements an Veränderungen der Situation beinhalten (reaktiv-adaptives Management).	→ 3.2.2.3. → 4.3.
Bei gezielter Nachfrage halten die meisten Teilnehmer der Umfrage jedoch proaktives Handeln für besonders sinnvoll.	→ 4.1. → 4.3.
Dabei heben sie die Bedeutung der Verringerung der Vulnerabilität bzw. Stärkung der Resilienz von Schutzobjekten im Sinne eines vorsorgenden Handelns hervor.	→ 3.2.2.1./2. → 4.1. → 4.3.
Viele der damit in Verbindung stehenden Maßnahmen sind bereits aus dem ‚klassischen‘ Naturschutz bekannt. Es wird möglicherweise darauf gesetzt, dass es sich bei ihnen vorwiegend um ‚No regret‘-Optionen handelt, deren Umsetzung man also auch dann nicht bedauern wird, sollten die angenommenen Klimawandelwirkungen so nicht eintreten.	→ 4.3.: MARISCO/ Phase III
Die befragten Naturschützer erkennen in ihrer großen Mehrheit an, dass es wichtig ist, mit der Unsicherheit und dem Nichtwissen über den Klimawandel umzugehen.	→ 3.1. → 3.2.2.3. → 4.1. → 4.3.: MARISCO/ Phase II und IV

Die Haltungen und Erwartungen der befragten Vertreter des brandenburgischen Naturschutzes decken sich also

gut mit dem Ziel des vorliegenden Leitfadens, der Hilfestellung geben will fürs ‚Handeln im Wandel‘.

¹ Telefoninterviews im Zeitraum September-Oktober 2011 in Kombination mit einem zuvor brieflich versandten Frageformular. Die Umfrage erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Promotionsprojekt von Juliane Geyer (Promotionsprogramm „Klimaplastischer Naturschutz“; Universität Potsdam, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, HNE Eberswalde). Sie wurde zudem finanziert durch die Mainzer Akademie der Wissenschaften und der Literatur (Vorhaben ‚Biodiversität im Wandel‘: Prof. Dr. Wilhelm Barthlott). Die hier analysierten Ergebnisse, gemeinsam mit weiteren Resultaten der Umfrage, werden im genannten Rahmen weiter aufgearbeitet und in wissenschaftlichen Veröffentlichungen zugänglich gemacht werden.



Gold-Aster (*Galatella linosyris*) – eine an Trockenheit angepasste Art mit einem südosteuropäischen Verbreitungsschwerpunkt



Sibirische Glockenblume (*Campanula sibirica*) - eine an ihrer Westgrenze nur in Ost-Deutschland vorkommende, einheimische Art der Halbtrockenrasen



Zusammenfassung

Der vorliegende zweite Leitfaden aus dem Teilprojekt „Anpassung des administrativen Naturschutzes an den Klimawandel“ des gleichnamigen Teilprojektes im Verbund INKA BB knüpft an das Zielgerüst an, das im ersten Band zu Strategien und methodischen Ansätzen zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in Brandenburg als regionale Anpassung an den Klimawandel entwickelt wurde.

In der vorliegenden Schrift werden zwei neu entwickelte Instrumente für angepasste

Planungsverfahren vorgestellt: die standortbezogene Gefährdungsabschätzung zur Priorisierung von Handlungsräumen und -schwerpunkten sowie eine Methode zur Umsetzung eines adaptiven Managements. Beide Ansätze wurden im Rahmen des Projektes mit Praxispartner erprobt.

Die Notwendigkeit sich anzupassen tritt immer klarer hervor und wird - wie eine Befragung deutlich machte - von den Naturschutzakteuren akzeptiert. Verändertes Agieren betrifft alle Handlungsfelder des Naturschutzes.



Standortbezogene Risikoabschätzungen für ausgewählte Ökosystemgruppen im Klimawandel

Ein wichtiger Schritt zur Klimawandelanpassung besteht darin, sich einen Überblick über die zunehmenden Gefährdungen regional, standortbezogen und ökosystembezogen zu verschaffen. Diese Gefährdungsanalyse muss transparent und auf allgemein vorliegender Datengrundlage nachvollziehbar sein sowie Hinweise für Handlungsansätze bieten. Entsprechend wird auf Basis der Biotopkartierung Brandenburgs für Wälder, Moore, Grasland und Staudenfluren eine Methode der Analyse für das eklatanteste und spezifische Risiko Brandenburgs vorgeschlagen: zunehmender Trockenstress im Sommer. Anhand von Indikatoren werden die sich regional verändernden klimatischen Rahmenbedingungen (Exposition), die Sensitivität der unterschiedlichen Böden in diesem Kontext und die

Sensitivität der Biotoptypen für die genannten Ökosystemgruppen eingeschätzt. Die Indikatoren werden jeweils 5-stufig bewertet. Zur Berücksichtigung des unterschiedlichen Puffervermögens, das je nach dem aktuellen Ist-Zustand einer individuellen Einzelfläche variieren kann, werden die Biotopausbildung bzw. der Erhaltungszustand bei FFH-Lebensraumtypen herangezogen. Ergänzend wird eine Entwässerung, die laut Biotopkartierung als Gefährdung an sich aufgenommen wurde, mindernd für die Anpassungskapazität bewertet. Am Beispiel des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin wird die Anwendung der Methode verdeutlicht. Es ergeben sich deutliche Differenzierungen in diesem Schutzgebiet. Diese fließen direkt in die derzeitige Aktualisierung des Pflege- und Entwicklungsplans ein.



MARISCO – Adaptives Management von Risiken und Vulnerabilitäten in Naturschutzprojekten

In verschiedenen Bereichen der Wissenschaft und Praxis ist die Einsicht gereift, dass wachsende Unsicherheiten und Nichtwissen in einer sich immer schneller verändernden Welt eine besondere Herausforderung darstellen. Die Naturschutzplanungs- und Managementmethode MARISCO basiert daher auf den Ideen des adaptiven Managements und führt diese mit Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen zusammen. Die Methode ist zyklisch angelegt und durchläuft insgesamt 30 Schritte, die grundlegende Entscheidungen (Phase I), eine systemische Situationsanalyse unter besonderer Berücksichtigung von Risiken und Vulnerabilität (Phase II), Strategiebildung (Phase III) und Umsetzung und Lernen betreffen (Phase IV). Analysen und Strategiebildung erfolgen ökosystembasiert, d. h., die Erhaltung der Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme, und mithin die Bereitstellung von Leistungen für den Menschen, ist das übergeordnete Naturschutzziel.

MARISCO ist neben dem Management aktueller Probleme insbesondere auf den Umgang mit zukünftigen Entwicklungen ausgerichtet und darum für das Management von Klimawandelwirkungen besonders geeignet. MARISCO betont einerseits die Bedeutung einer systemischen Analyse zur Abbildung komplexer Zusammenhänge. Andererseits beschreibt

die Methode einen Mittelweg zwischen Detailgenauigkeit und Vereinfachung. Dies soll es Akteuren mit unterschiedlichen fachlichen Hintergründen erleichtern, ihr Wissen in einem partizipativen Verfahren zusammenzuführen.

MARISCO wurde in den vergangenen zwei Jahren im Rahmen zweier Naturschutzvorhaben in Brandenburg erprobt. Für die Fortschreibung des Landschaftsrahmenplans Barnim in Zusammenarbeit mit der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises wurde ein adaptiver Planungsprozess mit über 40 Akteuren von fast 30 Institutionen (Behörden, Politik, Wissenschaft, private Akteure) angeleitet. Die zweite MARISCO-Anwendung erfolgte im Rahmen eines Pilotprojekts zur Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz. Die Prinzipien der ökosystembasierten, adaptiven Planung werden von den an der Planung beteiligten Akteuren gut angenommen. Die Anwendungen der adaptiven Management-Planungsmethode MARISCO unterstützt die Teilhabe an der Naturschutzplanung von Akteuren auch außerhalb des Naturschutzes. Die Analysen zeigten, dass die Risiken des Klimawandels strategisch überaus relevant sind.



Des Weiteren legten sie jedoch auch offen, dass die Anpassung an diese Klimawandel-Risiken oftmals noch nicht Gegenstand strategischen Vorgehens von Seiten von Naturschützern ist. Den Klimawandel in seiner

strategischen Bedeutung ins rechte Licht zu rücken, ist ein wichtiger Beitrag, den die Anwendung der Management-Planungsmethode MARISCO leisten kann.

Ausblick

In Ergänzung der vorgestellten Methoden wird sich der weitere Fokus des Projektes insbesondere auf konkrete Empfehlungen für die politische Steuerung eines adaptiven Naturschutzes richten. Es werden u. a. ergänzend zu den entwickelten Zielgerüsten praktikable Vorschläge für eine angemessene Erfolgskontrolle im

Sinne eines flexibel agierenden Managements erarbeitet. Zudem werden Themenschwerpunkte benannt, die für Akteure der Umweltbildung, insbesondere die Mitarbeiter der Naturwacht, in deren Aus- und Weiterbildung integriert werden sollten.

Folgende Abbildung: Standortgerechte Buchenwälder - unter welchen Bedingungen sind sie besonders gefährdet? → Kapitel 4.2.



1. Einführung

Die Gesellschaft hat den Klimawandel als Herausforderung erkannt. Die letzten Jahre mit ihren Witterungsunbilden haben ihn erlebbar gemacht. Die zunehmende Häufung und Dramatik der Hochwasserereignisse lassen die Akteure ganz verschiedener Ressorts zu gemeinsamen Gesprächen zum Umgang mit den periodisch anfallenden „Wassermassen“ zusammenrücken. Die lang gestellten Forderungen aus dem Naturschutz, lebende Auen mit Überschwemmungsdynamik wieder zu aktivieren wird als selbstverständliche Ausgangsforderung zu Grunde gelegt und die Diskussionen laufen nicht mehr über das „Ob“, sondern um das „Wie“.

Die nassen Frühjahre haben gezeigt, wie gering z. B. das Puffervermögen der degradierten Moorböden gegenüber dem hohen Wasserüberschuss ist, während sich die naturnäheren Moore mit Wasser vollgesogen und ihre Wasserspeicher gefüllt haben. Die Notwendigkeit sich anzupassen tritt immer klarer hervor. Diese Anpassung bedeutet bisherige Ziele auch im Naturschutz zu hinterfragen, Wege der letzten 20 Jahre zu überdenken und zu bewerten. Es festigt sich zunehmend die Einsicht, dass sich Naturschutz stärker als zuvor mit Problemen außerhalb seines klassischen Wirkungsbereichs in Schutzgebieten und im Artenschutz befassen muss. Die Landnutzungsformen mit ihren Anpassungsanstrengungen und die Flächengestaltungen im urbanen und ruralen Raum geraten immer schwer wiegender in den Fokus

naturschutzfachlichen Agierens, da die dramatischen Verluste der biologischen Vielfalt in all ihren Ebenen auf eben deren raschen Wechsel und nur einseitig durchdachte Umstellungen zurück gehen. Ebenso muss sich Naturschutz viel stärker als bisher mit den gesamtgesellschaftlichen Zielen einer Zivilgesellschaft auseinandersetzen - die Vorstellungen, Wunschbilder, Gewohnheiten und Ängste der Bürgerinnen und Bürger vor Ort in Entscheidungen in einer bisher nicht geübten Intensität einbeziehen.

Durch die enge Zusammenarbeit mit anderen gesellschaftlichen Akteuren gestaltet sich jedoch der Formulierungsprozess geeigneter Ziele ungleich komplizierter und zeitaufwendiger. Neue Formen der Kommunikation und der Planung von Flächennutzung und Vorhaben müssen erdacht und erprobt werden. Es ist kein „kleiner Schritt“ zu gehen von einmal „fertigen“ Plänen hin zu einem ständig laufenden Planungsprozess mit daran anknüpfendem Management. Um aus dem subjektiven Empfinden hin zu objektiv nachvollziehbaren Gefährdungspotentialen und Handlungsspielräumen anhand transparent einzusehender Analysen und Begutachtungen zu kommen, bedarf es neuer Methoden und Visualisierungen. Bevor dazu zwei neu entwickelte Beispiele vorgestellt werden, werden im Folgenden der Stand des Wissens zum Klimawandel und seine Folgen zusammenführend dargestellt.



2. Klimawandel und seine Auswirkungen - Beobachtungen in den letzten Jahren und Projektionen mit Fokus auf Brandenburg

Nadine Nusko & Vera Luthardt

2.1. Bisher beobachtete klimatische Veränderungen

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts hat sich das Klima weltweit deutlich verändert. Beobachtungen aus 100-jährigen Messreihen zeigen einen Anstieg der globalen Jahresmitteltemperatur um 0,78 °C (BECKER et al. 2012).

Die Temperaturerhöhungen verstärkten sich dabei von Dekade zu Dekade. Der Erwärmungstrend über die letzten 50 Jahre war mit durchschnittlich 0,13 °C pro Jahrzehnt fast zweimal so groß wie derjenige über die letzten 100 Jahre (IPCC 2007a). Die Dekade von 2001-2010 war global die wärmste seit Beginn der regelmäßigen instrumentellen Messung der bodennahen Lufttemperatur im Jahr 1861 (WMO 2013). Die Jahre 2011 und 2012 verzeichneten zwar keine Temperaturrekorde, gehörten aber dennoch weltweit zu den zwölf wärmsten Jahren seit 1880 (DWD 2013). Dieser globale Trend lässt sich auch für Europa nachvollziehen (EEA 2012).

Im Zusammenhang mit Temperaturerhöhungen geht die Wissenschaft von einer erhöhten Wasseraufnahmekapazität der Atmosphäre und vergrößerten atmosphärischen Energieumsätzen aus, in deren Folge es zu einer Intensivierung des Wasserkreislaufs und häufigeren Extremereignissen (Stürme und Regenereignisse aber auch Trockenperioden und Dürren) kommen kann (KUNSTMANN 2007).

Die bisherigen Beobachtungen zeigen diesbezüglich jedoch keine eindeutigen Trends (DEUTSCHLÄNDER & DALELANE 2011, UBA 2013).

In Deutschland lag der Anstieg der Jahresmitteltemperatur seit Beginn des 20. Jahrhundert mit ca. 1 °C noch über dem globalen Mittel, auch hier ist die wärmste Dekade von 2000-2009 festgestellt worden. Die beobachteten Trends sind regional unterschiedlich stark ausgeprägt. So stieg die durchschnittliche Jahrestemperatur von 1901 bis 2009 im Saarland (Südwest-Deutschland) um etwa 1,2 °C, während in Mecklenburg-Vorpommern (Nordost-Deutschland) ein Anstieg um 0,6 °C verzeichnet wurde (BECKER et al. 2012).

Im Bundesland Brandenburg stieg die bodennahe Lufttemperatur seit Beginn des 20. Jahrhunderts um durchschnittlich etwa 1 °C (LUA 2009). Der größte Temperaturanstieg wurde zwischen 1981 und 2009 verzeichnet (LINKE et al. 2010).

Klimatische Veränderungen werden zumeist auf den Referenzzeitraum 1961-1990² bezogen. Der durchschnittliche Jahresmittelwert der Lufttemperatur betrug in Brandenburg im Referenzzeitraum zwischen 7,9 und 9,1 °C mit einem Gefälle von Süden nach Norden, womit Brandenburg nur geringfügig vom bundesdeutschen Durchschnitt abweicht. Deutlich geringer im Vergleich zum Bundesdurchschnitt ist der durchschnittliche Jahresniederschlag mit -30,7 % (LINKE et al. 2006).

² zurzeit gültige internationale klimatologische Referenzperiode der Weltorganisation für Meteorologie (WMO)

Zur Darstellung der bisherigen klimatischen Veränderungen in Brandenburg zeigen Tabelle 2 und 3 exemplarisch für die Stationen Potsdam (Südwest-Brandenburg) und Angermünde (Nordost-Brandenburg) die gemittelten Werte der bodennahen Lufttemperatur

und der Niederschläge für den Referenzzeitraum 1961-1990, die 30-jährige Messreihe 1981-2010 sowie für die Dekaden 1991-2000 und 2001-2010. Zusätzlich sind die Jahresmittelwerte der Jahre 2011 und 2012 angegeben.

Tabelle 2: Mittelwerte der Lufttemperatur und des Niederschlages für ausgewählte Zeiträume an der Station Potsdam (Quelle: DWD 2013b, eigene Darstellung)

Zeitraum	1961-1990	1981-2010	1991-2000	2001-2010	2011	2012
Lufttemperatur (°C)	8,7	9,3	9,3	9,6	10,1	9,6
Niederschlag (mm)	589,8	590,2	551,8	616,5	606,9	606,0

Tabelle 3: Mittelwerte der Lufttemperatur und des Niederschlages für ausgewählte Zeiträume an der Station Angermünde (Quelle: DWD 2013b, eigene Darstellung)

Zeitraum	1961-1990	1981-2010	1991-2000	2001-2010	2011	2012
Lufttemperatur (°C)	8,3	8,9	9,0	9,2	9,6	9,1
Niederschlag (mm)	532,1	521,4	509,9	557,9	590,7	543,1

Eindeutig lässt sich ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur im Vergleich beider Zeitreihen sowohl an der Station Potsdam als auch in Angermünde feststellen. Zwischen 1981 und 2010 lagen die Temperaturen jeweils im Durchschnitt um 0,6 °C höher als im Referenzzeitraum.

Die Jahresniederschläge im Zeitraum 1981-2010 zeigen dagegen keinen eindeutigen Trend an beiden Messstationen.

Bei Betrachtung im Jahresverlauf ergibt sich jedoch ein differenzierteres Bild (→ Abbildung 2 und 3). Dargestellt sind durchschnittliche Monatsmittelwerte der Lufttemperatur und des Niederschlages für den

Referenzzeitraum 1961-1990 und die 30-jährige Messreihe 1981-2010.

Im Vergleich beider Zeitreihen zeigt sich bezüglich der Veränderung der Temperaturen ein Anstieg sowohl im meteorologischen Sommer³ als auch im meteorologischen Winter⁴, wobei die Steigerung im Winter (insbesondere im Januar und Februar) etwas deutlicher ausgeprägt ist. Bezüglich der Niederschlagswerte verzeichnet der Zeitraum 1981-2010 einen Rückgang der Winterniederschläge, dem eine Zunahme der Sommerniederschläge in ähnlicher Höhe gegenübersteht.

³ Meteorologischer Sommer: Juni bis einschließlich August eines Jahres

⁴ Meteorologischer Winter: Dezember des Vorjahres bis einschließlich Februar eines Jahres

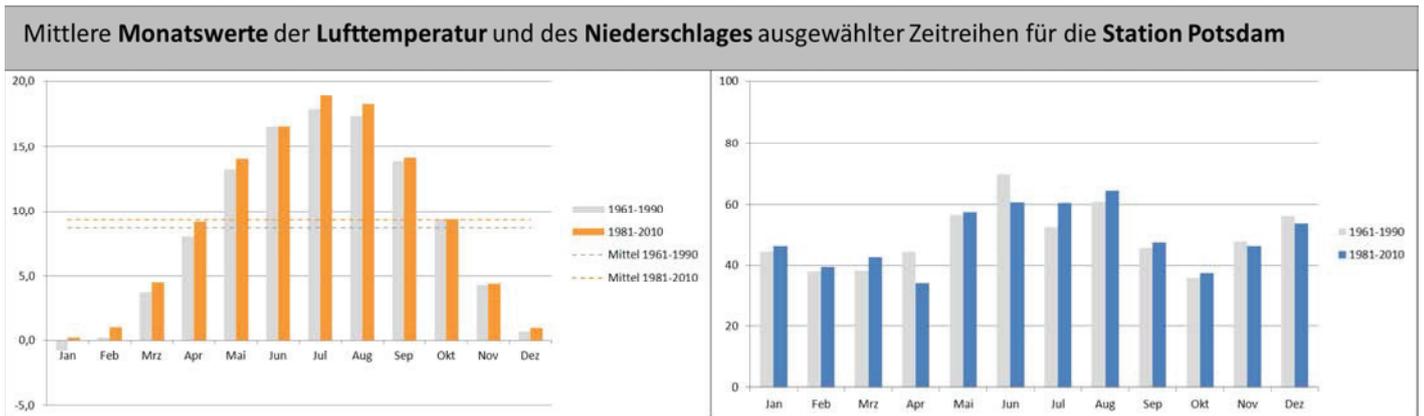


Abbildung 2: Mittlere Monatswerte der bodennahen Lufttemperatur und des Niederschlages für den 30-jährigen Referenzzeitraum 1961-1990 sowie der 30-jährigen Messreihe 1981-2010 an der Station Potsdam (Quelle: DWD 2013b, eigene Darstellung)

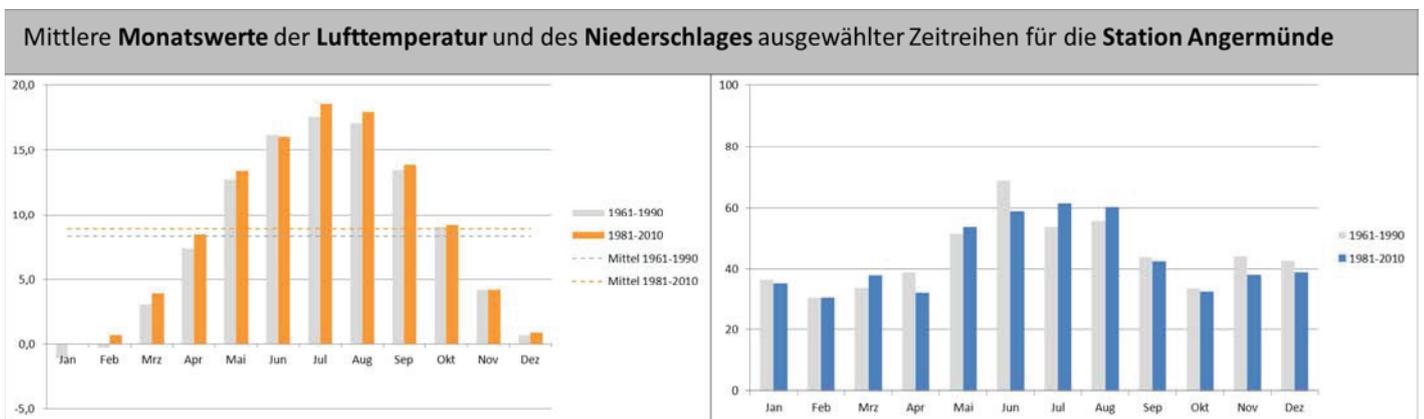


Abbildung 3: Mittlere Monatswerte der bodennahen Lufttemperatur und des Niederschlages für den 30-jährigen Referenzzeitraum 1961-1990 sowie der 30-jährigen Messreihe 1981-2010 an der Station Angermünde (Quelle: DWD 2013b, eigene Darstellung)

Aussagen zum Trendverhalten hängen jedoch stark von den betrachteten Zeiträumen ab. So stellte LINKE et al. (2010) an der Station Potsdam im 30-jährigen Trend von 1981 bis 2009 ebenfalls eine Zunahme der Sommer- und eine deutliche Abnahme der Winterniederschläge, im 30-jährigen Trend 1951-1980 jedoch eine deutliche Abnahme der Sommer- und eine leichte Zunahme der Winterniederschläge fest. Der 100-jährige Trend (Station Potsdam) zeigt eine

Verringerung der Sommerniederschläge und eine leichte Erhöhung der Winterniederschläge (LINKE et al. 2010). Zu bemerken bleibt jedoch die deutliche Abnahme der Niederschläge im April und Juni im Zeitraum 1981-2010, der nur eine geringe Zunahme im Mai gegenübersteht. Dies führte zu vermehrter Trockenheit, insbesondere während der ersten Phase der Vegetationsperiode⁵.

⁵ Vegetationsperiode I: April bis Juni eines Jahres, Vegetationsperiode II: Juli bis September eines Jahres (LINKE et al. 2010)

2.2. Mögliche klimatische Veränderungen in der Zukunft

Zur Abschätzung möglicher zukünftiger klimatischer Entwicklungen wird in der Klimaforschung mit Modellen gearbeitet. Dabei sind globale Klimamodelle mit einer horizontalen Gitterweite zwischen ca. 120 und 200 km zu grob um Aussagen auf regionaler Ebene zu treffen. Aus diesem Grund werden sogenannte „Regionalmodelle“ verwendet, die durch die Randbedingungen der Globalmodelle angetrieben werden (z. B. ECHAM5-MPI-OM [ECHAM5] des Max-Planck-Institut Hamburg) und eine horizontale räumliche Auflösung von derzeit zwischen ca. 10 und 50 km erreichen. Basierend auf Szenarien der Entwicklung der Weltbevölkerung, der Wirtschaft (besonders der Energiewirtschaft) und anderen Globalisierungsfaktoren werden globale Emissionsszenarien (Emissionstrends von Treibhausgasen) abgeleitet, die die regionalen Klimamodelle antreiben.

Für Deutschland stehen derzeit vier regionale Klimamodelle zur Verfügung (CLM, REMO, WettReg, STAR). Dabei werden grundsätzlich statistische (STAR und WettReg) und dynamische (REMO und CLM) Modelle unterschieden.

Für das moderate Emissionsszenario A1B, welches von einer durch Globalisierung homogenisierten und auf ökonomisch ausgerichtete Interessen basierenden Welt bei ausgewogener Nutzung aller Energiequellen ausgeht, hat LINKE et al. (2010) die durch die Regionalmodelle projizierten Trends der klimatischen Entwicklungen für die Mitte und das Ende des Jahrhunderts für die Region Berlin/Brandenburg wie folgt zusammengestellt:

- Die Tagesmitteltemperaturen des Jahresmittels werden sich bis Mitte des Jahrhunderts um mindestens 1 Grad erhöhen,
- zum Ende des Jahrhunderts werden diese Werte um ca. 3 Grad gegenüber dem Zeitraum 1971-2000 höher liegen,
- die stärksten Temperaturänderungen sind im Winter zu erwarten (ca. 4 Grad),
- die Jahressumme an Niederschlag wird sich nicht wesentlich ändern,
- die Sommerniederschläge werden ab- und die Winterniederschläge zunehmen,
- die Vegetationszeit wird sich um mindestens 3 Wochen weiter ausdehnen,
- die Zahl der Sommertage⁶, heißen Tage⁷, Tage mit Schwüle⁸ und tropischen Nächten⁹ werden teilweise sehr deutlich zunehmen,
- die Zahl der Eistage¹⁰ und Frosttage¹¹ werden hingegen abnehmen.

Da Brandenburg bereits jetzt zu den niederschlagsärmsten Regionen Deutschlands – mit einer in vielen Teilregionen aktuell negativen klimatischen Wasserbilanz – gehört, wird sich bei einer Umverteilung bzw. einem weiteren Rückgang der Niederschläge und einem gleichzeitigen Anstieg der Temperaturen und damit verbundener höherer Evapotranspiration die angespannte Wassersituation zukünftig weiter verschärfen und **das Risiko für Trockenperioden und Dürren steigt erheblich** (GERSTENGARBE et al. 2003).

Das Risiko ist jedoch neben den klimatischen Veränderungen auch stark von standörtlichen Gegebenheiten, insbesondere den hydrologischen und pedologischen Bedingungen abhängig.

⁶ Tage, an denen die Tagesmaximumtemperatur der Luft ≥ 25 °C ist

⁷ Tage, an denen die Tagesmaximumtemperatur der Luft ≥ 30 °C ist

⁸ Tage, an denen der mittlere Wasserdampfdruck $\geq 18,8$ hPa ist

⁹ Nächte, in denen das Minimum der Lufttemperatur ≥ 20 °C ist

¹⁰ Tage, an denen die Tagesmaximumtemperatur der Luft unter 0 °C bleibt

¹¹ Tage, an denen eine Tagesminimumtemperatur der Luft kleiner 0 °C auftritt

2.3. Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf den Boden und Bodenwasserhaushalt

Das heutige Gebiet des Bundeslandes Brandenburg wurde im Wesentlichen im Pleistozän des Quartärs geprägt. Auf Grund der unterschiedlichen Ausdehnung des Inlandeises während der Kaltzeiten lässt sich das Gebiet geomorphologisch in zwei Großräume differenzieren. Das Altmoränengebiet (südlich des Glogau-Baruther Urstromtales) wurde wesentlich während der Saale- und Elster-Kaltzeit geformt. Das Jungmoränengebiet erhielt seine Gestalt im Wesentlichen durch die jüngste Kaltzeit, die Weichselkaltzeit.

Durch periglaziale Vorgänge wurden Ausgangsmaterial und Relief im Altmoränengebiet stark verändert. Das Ausgangsmaterial ist tief entkalkt und durch Ausspülung von Feinmaterial nährstoffarm. In großen Teilen ist es durch Decksande (Geschiebedecksande, Flugsande) überlagert und das ursprünglich stark gegliederte Relief wurde weitgehend nivelliert. Im Ergebnis entstand eine flache bis flachwellige, gewässerarme Landschaft in der nährstoffarme Braunerden bis hin zu schwach podsoligen Böden sowie in grundwasserbeeinflussten Gebieten Gleyböden die dominierenden Bodentypen darstellen (SCHMIDT 2002).

Das Jungmoränengebiet zeichnet sich hingegen durch ein stärker gegliedertes Relief auf kleinskaliger Ebene und einen höheren Gewässerreichtum aus. Es ist gekennzeichnet durch Hochflächen (Platten) und Niederungen (Urstromtäler und glaziale Rinnen). Auf den Hochflächen finden sich zumeist sandige bis sandig-lehmige Substrate, während in den Urstromtälern, Niederungen und Sandern sandige Substrate vorherrschen. In den Urstromtälern bildeten

sich im Holozän große Moore und Seen, die glazialen Rinnen sind heute vielfach als schmale Seenketten in der Landschaft erkennbar. Dementsprechend heterogen zeigt sich die Ausbildung der Bodendecke. In den Niederungen finden sich häufig Gleyböden und Moore, während auf den Grund- und Endmoränenflächen Gesellschaften mit Braunerden, Parabraunerden und Pseudogley-Braunerden dominieren. Die Dünen, Sander und Talsandgebiete sind zumeist durch Podsole und Braunerde-Podsole gekennzeichnet (SCHMIDT 2002). **Generell überwiegen in Brandenburg sandige Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität.**

Trotz der hohen Reliefenergie auf kleinskaliger Ebene ist die Reliefenergie auf größerer Skala gering, so dass abflusslose Senken und Binneneinzugsgebiete ohne oberirdische Abflüsse ursprünglich verbreitet waren (LISCHEID 2010).

Die Risiken im Zusammenhang mit möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die natürlichen Bodenfunktionen sowie auf die Funktion der Böden als Standort der Land- und Forstwirtschaft hat die Länderarbeitsgemeinschaft Boden (LABO 2010) wie folgt zusammengestellt:

- Risiko durch abnehmende Humusgehalte und -vorräte,
- Risiko durch zunehmende potenzielle Wasser- und Winderosionsgefährdung,
- Risiko durch zunehmende Bodenschadverdichtung,
- Risiko durch Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes.

Klimaänderungen und Auswirkungen auf Bodenfunktionen treten regional und lokal differenziert in Erscheinung und müssen entsprechend bewertet werden (LABO 2010).

In Brandenburg gilt der Bodenwasserhaushalt als wichtigste Komponente zur Abschätzung der Verwundbarkeit im Zuge klimatischer Veränderungen (SCHULTZ-STERNBERG et al. 2009). Zunehmende Temperaturen und veränderte Niederschlagsverhältnisse wirken sich negativ auf die Komponenten Sickerwasser und Bodenfeuchte (Haftwasser) aus. Regional spezifische Probleme entstehen durch den Wechsel von sandigen, trockenheitsgefährdeten und hydromorphen Böden (ebd.).

Für den Zeitraum 1961-1998 wurden Veränderungen der Sickerwassermengen in Brandenburg festgestellt. Die Veränderungen fallen regional unterschiedlich aus und schwanken zwischen -139 mm und +50 mm. Auf 75 % der Fläche Brandenburgs zeigten sich abnehmende Trends. Die höchsten Abnahmen wurden in der Uckermark, dem Barnim, Westbrandenburg und Südostbrandenburg verzeichnet (LAHMER & PFÜTZNER 2003). Bis 2055 gehen Gerstengarbe et al. (2003) auf Grund veränderter klimatischer Bedingungen von einem Rückgang des Sickerwassers um etwa 50 bis 60 % gegenüber dem Basiszeitraum (1951-2000) aus.

Da der Sickerwasseranteil die Grundwasserneubildung fördert, ist auch hier mit einem weiteren Abnahmetrend in der Zukunft zu rechnen.

Für den Zeitraum 1976-2005 zeigten bereits mehr als die Hälfte der Grundwasserpegel des Landesmetznetzes fallende Werte (LUA 2009, HÜTTL et al. 2011). Anstieg oder Abnahme der Grundwasserstände stellen sich örtlich jedoch sehr differenziert dar und es gibt keinen landeseinheitlichen Trend (LUA 2009).

Landnutzungsbedingte Einflüsse (z. B. Ausbau des Gewässersystems, Stauhaltung, großflächiger Kiefernanaubau, Einstellung der Rieselfeldnutzung, Einstellung der Braunkohleförderung und Einstellung des Schöpfwerksbetriebs in Niederungsgebieten) überlagern dabei wohl deutlich die Einflüsse durch

klimatische Veränderungen. Jedoch ist davon auszugehen, dass der Klimawandel die Situation insbesondere in Gebieten mit aktuell fallenden Grundwasserständen weiter verschärft.

Auch die Bodenfeuchte wird durch den Klimawandel negativ beeinträchtigt. Sommerliche Niederschlagsrückgänge und längere Trockenphasen während der Vegetationsperiode bewirken einen schnellen Verbrauch des Bodenwasserspeichers und abnehmende Bodenfeuchte. Insbesondere im Sommer ist daher mit einem raschen Austrocknen der oberen Bodenschichten und mit einer eingeschränkten Pflanzenversorgung zu rechnen (SCHULTZ-STERNBERG et al. 2009, LISCHIED et al. 2010). Für Brandenburg wird mit Hilfe von Modellrechnungen ein Rückgang des pflanzenverfügbaren Bodenwassers um 6 bis 25 mm prognostiziert, wobei die größten Veränderungen in Böden mit aktuell hoher Speicherkapazität (Lehm- und Tonböden) auftreten (HOLSTEN et al. 2009).

Die Veränderung klimatischer Parameter kann zudem stoffliche und physikalische Veränderungen in Böden bewirken. Dabei können höhere Temperaturen zu einer gesteigerten mikrobiologischen Aktivität und zum verstärkten Abbau der organischen Bodensubstanz führen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2010). Inwiefern die organische Bodensubstanz mineralischer Böden im Zuge von Temperaturerhöhungen jedoch tatsächlich abnehmen wird, ist nicht eindeutig geklärt, da die mikrobielle Umsetzung auch stark von der Bodenfeuchte abhängig ist und Einflüsse der Nutzung hier als entscheidender angesehen werden (SCHULTZ-STERNBERG et al. 2009, LABO 2010, KAUFMANN-BOLL et al. 2011, HÜTTL et al. 2012). Zudem sind Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften im Boden bisher nur wenig untersucht (KAUFMANN-BOLL et al. 2011).

In hydromorphen Böden setzen jedoch bei Wassermangel Mineralisierungsprozesse ein und führen zu einer stofflichen und physikalischen Veränderung der Torfsubstrate (z. B. Eutrophierung, Hydrophobie).

Häufigere Extremereignisse erhöhen zusätzlich die Gefahr von Überschwemmungen und Erosion. Erstere wird jedoch lediglich an größeren Flüssen, letztere vermehrt auf Ackerstandorten eine größere Rolle spielen (SCHULTZ-STERNBERG et al. 2009, WURBS & STEINIGER 2011).

Zusammenfassend stellen SCHULTZ-STERNBERG et al. (2009) für den Bodenwasserhaushalt Brandenburgs im Zuge des Klimawandels folgende mögliche Veränderungen fest:

- abnehmende Sickerwasserraten und dadurch geringere Grundwasserneubildung,
- sommerliche Austrocknung der oberen Bodenschichten,
- Gefahr der Trockenheit für landwirtschaftliche Flächen,
- verstärkte Torfmineralisierung bei Grundwasserrückgang.

Veränderungen in organischen Böden laufen dabei ungleich schneller ab als auf mineralischen Standorten.

Die veränderten klimatischen Bedingungen sowie die in diesem Zusammenhang ungünstigen geomorphologischen Ausgangsbedingungen im Land Brandenburg können zukünftig zu häufigeren Wassermangelsituationen - insbesondere während der Vegetationsperiode - führen.

In einer Studie zur Vulnerabilität klimasensitiver Systeme gegenüber dem globalen Wandel (insbesondere Klimawandel) in den verschiedenen Regionen Deutschlands (ZEBISCH et al. 2005), zählen u. a. die zentralen Teile Ostdeutschlands (Nordostdeutsches Tiefland, Südostdeutsche Becken und Hügel) auf Grund der geringen Wasserverfügbarkeit, der Gefahr von Dürren im Sommer sowie der Gefahr durch Hochwasser in den Einzugsgebieten der großen Flüsse Elbe und Oder zu den Gebieten mit der höchsten Vulnerabilität in Deutschland (→ Abbildung 4).

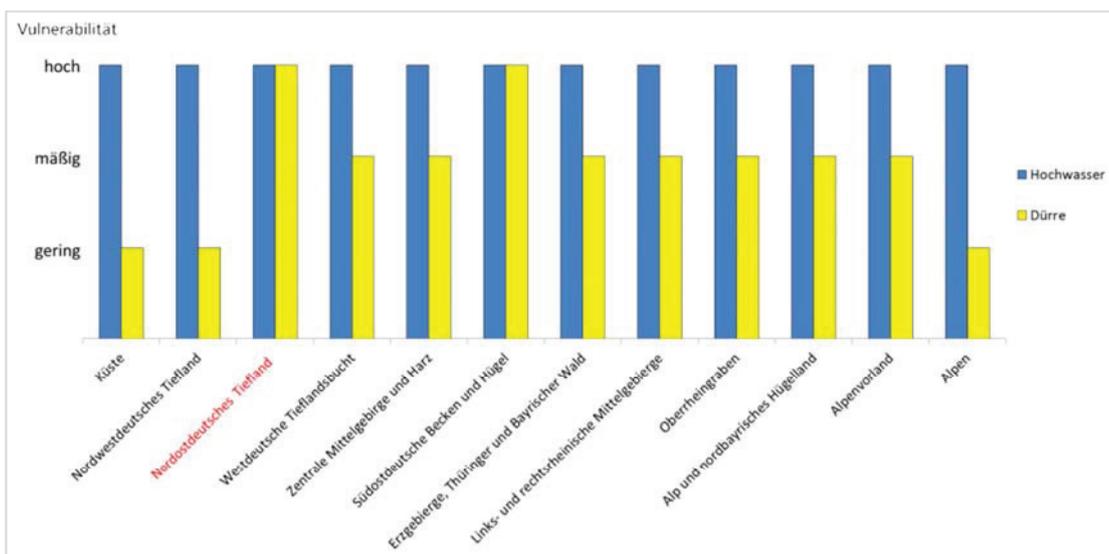


Abbildung 4: Vulnerabilität der Naturräume in Bezug auf Hochwasser und Dürre nach ZEBISCH et al. (2005)

Der Klimawandel und seine Auswirkungen stellen eine neuartige Bedrohung für Arten und deren Lebensräume dar und erhöhen gekoppelt mit anderen Stressen wie Fragmentierung der Landschaft, erhöhten

Nährstoffeinträgen in die Ökosysteme und Landnutzungswandel den Druck auf die biotische Ökosystemkomponente.

2.4. Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf Arten und Lebensräume

Klimawandelinduzierte Veränderungen finden, wie bereits angeklungen, auf allen Ebenen der Biodiversität (mit komplexer Interaktion) statt, betreffen also die abiotische und die biotische Systemkomponente (eine Klassifizierung bietet GEYER et al. 2010). Dabei wirken sich veränderte klimatische Bedingungen (z. B. Temperatur) direkt auf Organismen aus (physiologische Toleranzbereiche von Arten), können aber auch indirekt beispielsweise über einen veränderten Wasser- oder Stoffhaushalt wirksam werden.

Während kurzfristige Extrema zu erhöhter Sterblichkeit von Organismen führen können, wirken sich langfristige Veränderungen der Durchschnittswerte vermehrt auf Wachstumsraten und ökologische Beziehungen (z. B. Nahrungs- und Konkurrenzbeziehungen) aus (RABITSCH & ESSL 2013a). Diese Veränderungen können schließlich zur Neugestaltung von Biozöosen und Veränderung von Ökosystemen führen.

Im Zusammenhang mit rezenten klimatischen Veränderungen wurden bereits in zahlreichen Ökosystemen verschiedener Klimaregionen Trends in Häufigkeit und Verbreitung von Pflanzen und Tieren sowie in zeitlichen Mustern festgestellt (AHAS et al. 2002, PARMESAN & YOHE 2003, ROOT et al. 2003, MENZEL et al. 2006, ROSENZWEIG et al. 2008, AMANO et al. 2010, POMPE et al. 2011).

Bisherige Studien stellten ein früheres Auftreten biologischer Ereignisse im Frühjahr fest. In Abhängigkeit der genutzten Daten variieren die Angaben zwischen 1,4 und 5,1 Tagen pro Dekade (zusammenfassend in WALTHER et al. 2002, PARMESAN 2006, ROSENZWEIG et al. 2007). Dabei sind Verschiebungen im Frühjahr deutlicher als im Herbst, insgesamt wurde jedoch eine deutlich verlängerte Vegetationsperiode festgestellt. In Deutschland hat die thermische Vegetationsperiode von 1961 bis 2005 – mit einer Verfrühung des Vegetationsbeginns um 19 Tage und einer Verschiebung des Endes um 6 Tage nach

hinten – im Mittel um 25 Tage zugenommen (CHMIELEWSKI 2007). Regional machen sich Unterschiede bemerkbar. Für Brandenburg stellten HAGGENMÜLLER & LUTHARDT (2009) eine Verlängerung der Vegetationsperiode um durchschnittlich 20 Tage fest.

Auf räumlicher Ebene zeigen sich Verschiebungen klimatischer Nischen von Arten insbesondere in der Veränderung ihrer Verbreitungsgebiete. PARMESAN & YOHE (2003) bestimmten eine Verschiebung von Arealgrenzen verschiedener Organismengruppen um durchschnittlich 6,1 km pro Dekade nordwärts und ebenso hangaufwärts.

Diesem globalen Trend folgend wurde in Deutschland seit Beginn des Jahrhunderts (besonders während der letzten 20-30 Jahre) eines deutlich: wärmeliebende und trockenheitstolerante Arten i. d. R. submediterrane, mediterrane, atlantische, aber auch subtropische und tropische Arten wandern als Neophyten bzw. Neozoen ein oder breiten sich nach Norden und Osten aus¹². Kälteliebende und kontinentale Arten gehen zurück oder weichen – wenn möglich – in höhere Lagen aus (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004, POMPE et al. 2009, POMPE et al. 2011). Dabei ist die Fähigkeit einer Art räumliche Veränderungen nachzuvollziehen neben der Bereitstellung geeigneter Ausweichräume auch stark von ihren Ausbreitungs- und Etablierungsmöglichkeiten abhängig (HAASE et al. 2012).

Arealexansionen sind generell leichter nachzuvollziehen als Arealverluste (POMPE et al. 2011, RABITSCH et al. 2013). Signifikante Arealrückgänge wurden bisher insbesondere bei stenöken Arten und hier vor allem in Mooren, Kleingewässern und im alpinen Raum beobachtet (PARMESAN 2006, RABITSCH et al. 2013). POMPE et al. (2011) stellten für Deutschland fest, dass für die Mehrzahl der Arten potenzielle Verluste bioklimatischer Areale nicht innerhalb von Deutschland ausgeglichen werden

¹² Eine Verschiebung im Artenpool in dieser Richtung wurde von POMPE et al. (2011) für die Flora Deutschlands festgestellt

können und zukünftig bis zu 20 % der (Pflanzen)Arten mehr als 75 % des aktuellen bioklimatischen Raumes verlieren könnten.

Die derzeitige Aussterberate liegt auf Grund vielfältiger Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt (z. B. Zerschneidung, Stoffeinträge, Landnutzungswandel) bereits um ein Vielfaches höher als natürlicherweise und für viele Arten wird das Aussterberisiko im Zuge des Klimawandels deutlich ansteigen (GITAY et al. 2002, IPCC 2007b). Für verschiedene Regionen weltweit postulieren THOMAS et al. (2004) auf Basis einer mittleren Klimaerwärmung bis 2050 ein erhöhtes Aussterberisiko für 15-37 % der Arten. Für europäische Arten gibt THUILLER et al. (2005) bis 2080 ein erhöhtes Aussterberisiko für durchschnittlich 42 % der Arten an. In Deutschland ist nach LEUSCHNER & SCHIPKA (2004) mit einem Artenverlust im Bereich von 5-30 % zu rechnen, wobei hiernach Artenverluste infolge des Klimawandels in naher Zukunft bedeutender sein werden als solche durch direkte Lebensraumverluste.

Sensible Arten bezüglich des Klimawandels fasst SCHLUMPRECHT et al. (2011) schließlich wie folgt zusammen:

- Arten mit engen ökologischen Ansprüchen, die künftig nur noch eingeschränkt erfüllt werden,
- Arten, deren Populationen von Natur aus oder infolge menschlicher Beeinträchtigungen klein sind,
- Arten, die an seltene oder isolierte Lebensräume gebunden sind,
- Endemische Arten,
- Arten, die in den Hochlagen von Hoch- und Mittelgebirgen leben,
- Vertreter besonderer Verbreitungstypen (arktisch-alpiner oder borealer Verbreitung),
- Tierarten mit hoher Ortstreue,
- Arten mit geringem Ausbreitungspotenzial,
- Arten mit langen Reproduktionszeiträumen bzw. geringer Vermehrungsrate,

- Arten mit hoher Abhängigkeit von anderen Arten durch enge Spezialisierung bei Nahrung, Fortpflanzung und Verbreitungsmechanismus.

Die größten potenziellen Arealverluste bezogen auf Lebensraumtypen stellten HANSPACH et al. (2013) bei gemäßigter Heide- und Buschvegetation und den Mooren fest, während bei den Typen der Dünen und Hartlaubgebüsche geringere Verlustraten zu verzeichnen sind.

PETERMANN et al. (2007) gelangen zu der Einschätzung dass u. a. Feuchtgebiete (Gewässer, Moore, Feuchtgrünland, feuchte Heiden und Wälder feuchter Standorte) besonders empfindlich gegenüber dem Klimawandel reagieren, während mäßig feuchte bis trockene Ökosysteme vergleichsweise weniger empfindlich reagieren, ausgenommen bestimmte Trockenrasen, z. B. auf Kalk oder Steppen-Rasen (zusammenfassend dargestellt in SCHLUMPRECHT et al. 2011 und KREFT et al. 2012a).

Von den vielfältigen Lebensräumen in Brandenburg gelten bereits jetzt insbesondere Biotoptypen der Quellen, naturnahen Bäche und kleinen Flüsse sowie oligo- bis mesotrophe, vor allem kalkreiche Seen und Moorseen als extrem oder stark gefährdet. Ebenso eingestuft sind zahlreiche Moorbiotoptypen und Typen der Gras- und Staudenfluren, hier insbesondere saure Arm- und Zwischenmoore, Basen- und Kalkzwischenmoore, artenreiche Feucht- und Frischwiesen aber auch viele Typen der Trockenrasen. Auch Zwergstrauchheiden und zahlreiche Typen der Moor- und Bruchwälder sowie einige Typen der Buchenwälder und der Eichenmischwälder (insbesondere trockenwarmer Standorte) sowie Kiefernwälder trockenwarmer Standorte gelten in Brandenburg als extrem oder stark gefährdet (ZIMMERMANN et al. 2011). Aktuell gelten drei Viertel aller Lebensräume und 51,4 % aller Arten Brandenburgs in unterschiedlichem Maße als in ihrem Bestand gefährdet, ein Zehntel aller Arten ist vom Aussterben bedroht (ZIMMERMANN 2012).

Als Hauptgefährdungsursachen werden Landnutzung bzw. Landnutzungswandel (hoher Biozid- und Düngemittelsatz in der Landwirtschaft, Gewässerausbau und -unterhaltung, Gewässerunreinigung und -eutrophierung, Eutrophierung und Verbuschung auf Sekundärlebensräumen, Trockenfallen von Kleingewässern und Mooren) herausgestellt.

Auch der Klimawandel zeigt sich bereits als verstärkende und neuartige Bedrohung in Brandenburgs Ökosystemen. So wandern verstärkt Arten mit ursprünglich südlichem Verbreitungsgebiet ein, während Arten mit nördlichem Verbreitungsschwerpunkt und speziellen Lebensraumansprüchen stark im Rückgang begriffen sind (ZIMMERMANN 2012). Durch die veränderten Niederschlagsverhältnisse und einer zu erwartenden verstärkten Sommertrockenheit ist mit einer Fortsetzung dieses Trends zu rechnen (ebd.).

Die veränderten Klimabedingungen werden nach bisherigem Kenntnisstand in Brandenburg also vor allem über den sich verändernden Wasserhaushalt auf die Entwicklung und Ausprägung von Ökosystemen Einfluss nehmen. Zunehmende Temperaturen, veränderte Niederschlagsverhältnisse sowie eine verlängerte Vegetationsperiode können zukünftig zu vermehrtem Trockenstress für die prägende Phytozönose führen.

Sommerliche Trockenphasen und absinkende Grundwasserstände werden insbesondere bei nässe- bzw. feuchtegebundenen Vegetationsbeständen Vitalitätsverluste nach sich ziehen bzw. zur Verdrängung dieser durch trockenheitstolerantere Arten führen. Durch Veränderung der durchschnittlichen Temperaturen können zudem an kühle Standorte angepasste Arten in ihrer Vitalität eingeschränkt oder gänzlich verdrängt werden.

Veränderte Trophieverhältnisse (insbesondere auf organischen Standorten, auf denen Wassermangel die Mineralisierung der organischen Substanz fördert) haben eine Ausbereitung nährstoffanspruchsvoller Arten zu Ungunsten von Magerkeitszeigern zur Folge. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass auf Standorten mit sehr niedrigen pH-Werten die Nährstoffverfügbarkeit generell durch verminderte biologische Aktivität eingeschränkt ist¹³.

Vegetationsbestände auf trockeneren, nährstoffärmeren und wärmebeeinflussten Standorten reagieren vermutlich weniger sensitiv auf häufigere Trockenphasen; insbesondere da hierdurch die mikrobiologische Aktivität eingeschränkt wird und es zu „Oligotrophierung“ kommen kann (KROPP et al. 2009, KAUFMANN-BOLL et al. 2011).

Jedoch wirkt sich insbesondere Frühjahrstrockenheit negativ auf die Vitalität von Pflanzenbeständen der Halb- und Trockenrasen aus und es gibt erste Hinweise auf eine Artenverarmung bei einigen Biotoptypen in diesem Zusammenhang (KLÖTZLI et al. 2010, LUA 2009).

Zudem muss in den genannten Bereichen besonders für Arten oder Pflanzengemeinschaften mit einem geringen Toleranzbereich bezüglich bestimmter Umweltfaktoren (z. B. Feuchtigkeit, Temperatur) von erhöhter Konkurrenz durch euryöke Arten ausgegangen werden (z. B. wechselfeuchte Arten).

Bisherige Studien haben zudem gezeigt, dass vor allem isoliert vorkommende Lebensräume und solche mit langer Entwicklungsdauer einer stärkeren Bedrohung unterliegen (zusammenfassend in ESSL & RABITSCH 2013).

¹³ Jedoch führte und führt die anhaltende atmosphärische Stickstoff-Deposition zur Veränderung der Trophiesituation in diesen Ökosystemen. Je nach Literatur werden für Mitteleuropa zwischen 15 – 30kg/ha/a angegeben (Koppisch 2001, Baumgarten 2006)

Klimainduziert ergeben sich zudem verschiedene indirekte Folgen für Arten und Lebensräume. Ein veränderter Wärmehaushalt und trockenheitsbedingter Stress erhöhen beispielsweise das Risiko biotischer (vermehrtes Auftreten von Schadinsekten) und abiotischer Schadereignisse (z. B. erhöhtes Risiko durch Waldbrände, Frostschäden, Sturmschäden) in bestimmten Waldökosystemen (u. a. BADECK et al. 2003, THONICKE & CRAMER 2006, BOLTE et al. 2009, RIEK 2010).

Zudem könnte eine klimawandelbedingt früher einsetzende Vegetationsperiode bei einigen Biototypen zu einer Intensivierung der Nutzung führen (z. B. frühere Mahd- und Beweidungstermine und folglich häufigere Schnitte bzw. längere Beweidung) und damit Auswirkungen auf die Artenzusammensetzung haben.

Nach Vergleichen der phänologischen Daten des DWD hat sich der 'erste Heuschnitt im Dauergrünland' in Brandenburg zwischen 1951 und 2008 deutlich um 11 Tage verfrüht, vom 08. Juni auf den 28. Mai (HAGGENMÜLLER & LUTHARDT 2009). Aktuell noch mäßig mit Nährstoffen versorgte Biotope können von vermehrter Nährstoffverfügbarkeit betroffen sein. Dies betrifft insbesondere organische Standorte, die nicht stark sauer sind.

Für eine wirksame Strategie den Arten- und Lebensraumrückgang [in Brandenburg] zu stoppen bzw. umzukehren, ist es daher unbedingt notwendig auch das Risiko durch einen verstärkten Klimawandel zu analysieren und in die naturschutzfachliche Planung einzubeziehen (ZIMMERMANN 2012).



Trockenrasenkomplex bei Joachimsthal, Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, wie sensitiv reagieren diese Gesellschaften auf veränderte klimatische Rahmenbedingungen? Sind sie wirklich weniger bedroht? → Kapitel 4.1.2.2.

Folgende Abbildung: Artenreiche Feuchtwiesen als Rückzugsräume von einheimischen Auen- und Moorarten - wichtige Quellgebiete für die Besiedlung von renaturierten Flächen



3. Handeln im Wandel - neue Herausforderungen für den Naturschutz

Stefan Kreft, Nadine Nusko, Daniela Aschenbrenner, Vera Luthardt & Pierre L. Ibisch

Wie in Abbildung 1 deutlich gemacht, erstrecken sich die Handlungsfelder naturschutzfachliche Agierens von den Zielgerüsten über die Planungen und Umsetzungskonzepte bis hin zu den konkreten naturschutzfachlichen Maßnahmen. Alle diese Felder sind insbesondere von den neuen Herausforderungen des Klimawandels berührt. Neue Priorisierungen müssen in den Zielgerüsten verankert werden, die Planungen müssen die standortübergreifenden Veränderungen einbeziehen, die praktischen Maßnahmen müssen weitsichtig verschiedene Szenarien des Wandels im Auge haben.

Eingebettet ist dies in die entsprechenden politischen Rahmenbedingungen, die in erster Linie zu spezifizieren sind. Bundes- und Landesstrategien und -gesetze sind auf die jeweiligen regionalen Gegebenheiten der Landkreise, der Großschutzgebiete, der Kommunen und sonstigen Körperschaften öffentlichen Rechts zu transportieren, anzupassen und ganz konkret zu untersetzen.

Für das adaptive Handeln sind sowohl Dauerbeobachtungen zur Ist-Zustandsanalyse als auch Erfolgskontrollen der Maßnahmen erforderlich, um

daraus wiederum Ableitungen für zukünftiges Management zu ziehen. Eine schnelle Rückkopplung zu den politischen Entscheidungsträgern ist unabdingbar.

Umrahmt wird dieser ganze Aufgabenkomplex des Naturschutzes von der immer weiter in den Vordergrund rückenden Notwendigkeit der intensiven Kommunikation und Partizipation sowohl vernetzt mit den Naturschutzakteuren des Haupt- und Ehrenamtes als auch der Öffentlichkeitsarbeit für die Bürgerinnen und Bürger. Dieser Bereich ist ständig zu aktualisieren sowohl nach den jeweiligen technischen Möglichkeiten als auch den dringend anstehenden Themen, zu denen Informationsbedarf besteht.

Das Potpourri von Aufgabenfeldern erfordert gut ausgebildete Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit erweiterten Qualifikationen auf allen Ebenen des administrativen Naturschutzes von der Naturwacht bis hin zu den ministeriellen Mitarbeitern.

Schritt für Schritt müssen alle Akteure heute beginnen sich diesem Auftrag zu stellen.

Die Basis liefern dazu angepasste Zielgerüste, die im Weiteren näher beleuchtet werden.



Blick auf das Bollwintal (Westteil) im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin - eines der letzten Durchströmungsmoore mit hohem Renaturierungspotential auch mit Blick auf das Gefährdungsrisiko bei zunehmenden Trockenphasen

3.1. Zielgerüste

Im ersten Band (IBISCH et al. 2012) einer dreiteiligen Serie zur regionalen Anpassung des Naturschutzmanagements an den Klimawandel wurde eine umfangreiche Analyse zu den aktuellen Zielsetzungen im Naturschutz, ihrer historischen Entstehung und der Ableitung neuer Zielsetzungen unter den Herausforderungen des Klimawandels vorgelegt. Im Ergebnis wurde ein Zielgerüst gespannt, anhand dessen konkrete Hinterlegungen in Abhängigkeit des Raumbezuges (z. B. Landes-, Kreis-, Schutzgebietsebene) und der naturräumlichen Gegebenheiten sowie des aktuellen Zustandes strukturiert möglich sind.

Als Leitziel wird definiert: Die Biodiversität in Brandenburg wird erhalten! Dabei wird diese über alle Ebenen von der genetischen Vielfalt der Arten bis hin zum Ökosystem mit seinen abiotischen Komponenten definiert. Es sei aber deutlich gesagt, dass der Erhalt nicht als statisches Konservieren jetziger Zustände zu verstehen ist, sondern gleichzeitig die Gestaltung neuer Qualitäten und Quantitäten impliziert. D. h. es wird der Prämisse dynamisch strategischer Ansätze gefolgt. Die Unvorhersagbarkeit der konkreten Abläufe des Klimawandels und der durch den Klimawandel ausgelösten ökosystemaren Reaktionen lässt keine andere Herangehensweise zu.

Bei der Strukturierung der verschiedenen Facetten der Schutzbemühungen wird das Konzept der Vulnerabilität nach PARRY et al. (2007) angewandt (→ Kapitel 3.2.2.2.). In diesem Sinne wird dem Ansatz gefolgt sowohl die Sensitivität (Empfindsamkeit) von Arten bis hin zu Ökosystemen zu senken, als auch deren Anpassungsfähigkeit zu erhöhen. Während die Empfindsamkeit im Allgemeinen systemimmanent ist, gibt es für die Erhöhung des Puffervermögens gute Ansätze.

Die Senkung der Sensitivität und Erhöhung der Anpassungsfähigkeit von Arten können beispielsweise durch höhere Populationsdichten und ausgeglichene Altersstrukturen, durch ein vielfältiges Angebot von

Habitaten in regionalen Raumeinheiten und durch Verbindungen zwischen Lebensräumen gleicher Qualitäten gesenkt werden. Ein besonderer Fokus sollte dabei auch auf die Kulturpflanzenartenvielfalt und deren verwandte Wildpflanzenarten gelegt werden.

Ökosysteme werden im landschaftlichen Kontext durch: die Priorisierung von Mikroklimaräumen (besonders Wälder mit hohem Totholzanteil, Feuchtgebiete und Gewässer) und Luftaustauschbahnen; die Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts; durchgängige unzerschnittene Verbindungen und die Reduktion sonstiger Störungen stabilisiert. Dazu zählen alle gängigen Forderungen aus dem Naturschutz wie Eindämmung der Eutrophierung, der Pestizideinträge sowie der Bodendegradierung, Erhöhung der Strukturvielfalt, Ausweisung von Naturentwicklungsgebieten. Die Wahrung der ökologischen Tragfähigkeit von Landschaften ist insbesondere mit Blick auf die Nutzungsintensivierungen und -umwidmungen in diesem Zusammenhang ein weiterer wichtiger Eckpfeiler naturschutzfachlichen Agierens.

Ein zweiter Schwerpunkt in dem übergreifenden Zielgerüst liegt auf Klimaschutzaktivitäten, die insbesondere die Priorisierung von zwei Komponenten beinhaltet: Sicherung des akkumulierten Kohlenstoffs in seinen natürlichen Speichern in organischen Böden, Standgewässern und z. T. Wäldern und die weitere und verstärkte Festlegung von Kohlenstoff und Verminderung von Treibhausgasemissionen aus ebendiesen Ökosystemen durch naturnahe, weitgehend ungestörte Ausprägungen.

Um diese Ziele zu erreichen, muss sich der administrative Naturschutz in seinen Strategien und Strukturen neu formieren. An erster Stelle steht das klare Bekenntnis zum „Ökosystem-Ansatz“, wie er in allen internationalen Konventionen gefordert wird. Erhalt der Funktionsfähigkeit von Landschaften, die die umfangreichen Ökosystemleistungen für den Menschen

liefern, muss in den Vordergrund rücken. Daraus ergibt sich, dass als Bezugsebene für Planungen Funktionsräume wie Wasser-Einzugsgebiete, Biotopverbünde oder große zusammenhängende Waldgebiete betrachtet werden - auch bei z. T. kleinflächig angelegten Planungen wie der FFH-Managementplanung oder Pflegeplänen für einzelne Naturschutzgebiete. Die Naturschutzakteure müssen sich zukünftig auch dem Auftrag stellen, bei

divergierenden Ansprüchen von Landnutzern als Vermittler im Sinne eines nachhaltig orientierten Ressourcenschutzes und einer ökologischen Tragfähigkeit zu fungieren. Adaptiv angelegte Planungen erfordern neue Instrumente zu deren Abläufen, Kommunikationswegen und Entscheidungsfindungsprozessen. Im Folgenden werden die derzeit verfügbaren Instrumente kurz umrissen und der Bedarf an neuen Verfahren abgeleitet.



Alter Buchenwald im Grumsin, Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin – Totholz als ein effektiver Wasserspeicher und damit Stellschraube für die Verbesserung des Mikroklimas in trockenen Perioden

3.2. Instrumente des Naturschutzes

3.2.1. Verfügbare Instrumente und Defizite des Naturschutzes

Planung konzipiert Handlungen und ihren Ablauf unter Abwägung aller Interessen von Belang. Für den Naturschutz bedeutet dies die Auseinandersetzung mit den komplexen Beziehungen zwischen und innerhalb ökologischer und sozialer Systeme. Dieser Komplexität folgt, dass sichere Erkenntnisse über die Zusammenhänge und das Verhalten der zu betrachtenden Systeme im Prinzip nicht zu erreichen sind und dass Planung daher immer hypothetisch bleiben muss (z. B. IBISCH & HOBSON., im Druck).

Dieser Umstand gewinnt ein besonderes Gewicht vor dem Hintergrund der Auswirkungen des beschleunigten Klimawandels. Er bedeutet die Notwendigkeit, statische, auf konstanten Variablen beruhende Planung zu Gunsten einer stärkeren Berücksichtigung zunehmender planungsrelevanter Unsicherheit abzulösen (KUNZE et al. 2013).

Das planerische Instrument des Naturschutzes ist die Landschaftsplanung. Ihre Aufgabe ist, Ziele und Maßnahmen des Naturschutzes zu entwickeln und darzustellen. Der Schwerpunkt liegt auf der räumlichen Darstellung.

Die Landschaftsplanung umfasst in Brandenburg vier Ebenen:

- Landschaftsprogramm (landesweite Ziele)
- Landschaftsrahmenpläne (regionale Ziele)
- Landschaftsplan (kommunale Ziele)
- Grünordnungspläne (für Teile von Gemeinden zu Bebauungsplänen oder selbständig)

Die Planwerke der Landschaftsplanung dienen als Fachbeitrag zur räumlichen Gesamtplanung und erhalten durch Integration nach Abwägung mit allen anderen Belangen Rechtsverbindlichkeit.

Beispielsweise dienen Pflege- und Entwicklungspläne (bzw. der Nationalparkplan) als Handlungskonzepte der

Großschutzgebiete Brandenburgs für den Schutz, die Pflege und die Entwicklung der Lebensräume und Arten. Sie stellen Naturschutzfachpläne dar, in denen die in der jeweiligen Schutzgebietsverordnung festgelegten Ziele konkretisiert werden. Ergebnisse der Managementplanung für die Natura 2000-Gebiete in Großschutzgebieten werden in die Pflege- und Entwicklungsplanung integriert. Nach der aktuellen Handhabung werden die Pläne von Landschaftsplanungsbüros erstellt (beauftragt von der für die Planung zuständigen Behörde) und sind durch öffentliche Verwaltungen nach erfolgtem Abstimmungsprozess bei anderen Planungen angemessen zu berücksichtigen.

Die Pläne enthalten gemäß der Naturschutzgesetze des Bundes und Brandenburgs Angaben über

- den vorhandenen und den zu erwartenden Zustand von Natur und Landschaft,
- die konkretisierten Ziele und Grundsätze des Naturschutzes und der Landschaftspflege,
- die Beurteilung des vorhandenen und zu erwartenden Zustands von Natur und Landschaft nach Maßgabe dieser Ziele und Grundsätze, einschließlich der sich daraus ergebenden Konflikte, und
- die Erfordernisse und Maßnahmen zur Erreichung bestimmter Ziele.

Bewertungen in der Landschaftsplanung stellen also Ist-Soll-Vergleiche dar und beziehen sich auf bestimmte Schutzobjekte („Schutzgüter“). Die Schutzbedürftigkeit bestimmter Schutzgüter wird dabei bislang zumeist auf Basis vergangener Beeinträchtigungen abgeleitet (z. B. der Ansatz der Roten Listen).

Formal dokumentierte Planwerke und systematische Planung seitens des administrativen Naturschutzes beschränken sich in der Regel auf diese Inhalte.

Vielfache weitere wichtige Anforderungen, mit denen Naturschutzakteure – zum Teil täglich - umgehen müssen, sind demgegenüber überhaupt nicht Teil dieser Planungen. Es ist davon auszugehen, dass der Umgang mit diesen von Planwerken ignorierten Anforderungen – gewissermaßen „unkartierten“ Gebieten – einen bedeutenden Anteil des ‚Naturschutz-Handelns‘ ausmacht. Wichtige Anforderungen, die die einschlägigen Pläne bisher weitgehend unbeachtet lassen, sollten in Zukunft systematischer erfasst und strategisch beplant werden.

Schutzobjekte, auch in den Schutzgebieten, sind häufig mehr oder minder auf kleinteilige Ausschnitte von Ökosystemen reduziert (KREFT et al. 2012b). Es sollte versucht werden, der Größe und Komplexität der Naturschutzprobleme mit einem angemessen dimensionierten, gegebenenfalls ‚größer‘ konzipierten Naturschutzplänen zu begegnen.

Bislang werden v. a. Ausschnitte der Biodiversität und Gefährdungen (Erhaltungszustände) erfasst und kartiert, weniger aber die Gründe für Gefährdungen – also die Bedrohungen durch menschliche Aktivitäten. Mit Blick auf die derzeitige Planungspraxis des Naturschutzes wird die Notwendigkeit deutlich, bei den tieferliegenden (auch globalen) Ursachen für Biodiversitätsverluste anzusetzen.

Wachsende Interessenkonflikte über die Nutzung natürlicher Ressourcen setzen auch den Naturschutz zunehmend unter Druck. Es erscheint heute fraglicher denn je, wie wirksam Naturschutz-Handeln sein kann, welches nicht als Querschnittsaufgabe konzipiert ist, sondern seine Ziele und Maßnahmen weitgehend allein und für sich selbst formuliert. Das Interesse an gesellschaftlichen Problemstellungen ist zumindest in Teilen der Bevölkerung jedenfalls vorhanden. Dieses Interesse kann – in Verbindung mit den modernen Möglichkeiten der Kommunikation und der Vernetzung – für die Erfolgsaussichten des Naturschutzes entweder vornehmlich Risiken oder auch Chancen bedeuten. Nur bei Einbeziehung aller Akteure direkt in den Planungsprozess wird die Motivation gesetzt, die Pläne

auch ‚zu leben‘ und zur Orientierung und als Grundlage des regionalen Handelns in der Realität zu nutzen.

Bisher werden die rechtlichen und politischen Vorgaben im heimischen Naturschutz insgesamt wie auch in den Schutzgebieten dominiert durch den Ansatz, Biodiversität statisch erhalten zu wollen. Es sollte in der planerischen Bewertung aber größere Beachtung finden, welche bzw. wo Biodiversität in der Zukunft schutzbedürftiger werden könnte.

Nicht zuletzt muss der Naturschutz dabei mit dem Klimawandel umgehen lernen. Dies impliziert ein vorausschauendes Agieren. Dazu gehören zweierlei Betrachtungen: Zum einen müssen plausible Annahmen getroffen werden über die Risiken für Biodiversität, in der Zukunft stärker von relevanten Bedrohungen betroffen zu sein, etwa durch Wirkungen des Klimawandels. Zum anderen muss bestimmt werden, wie ‚vulnerabel‘ (verwundbar) Arten und Ökosysteme gegenüber bestimmten Bedrohungen sind. Diese Überlegungen müssen dann bei der Priorisierung von Schutzobjekten bedacht werden.

In der Naturschutzplanung wird Klimawandel derzeit praktisch noch nicht berücksichtigt, obgleich die Bewertung zukünftiger Zustände Teil der Planung und der Einbezug möglicher Veränderungen durch den Klimawandel Teil vorausschauenden Handelns ist. Eine Ursache dafür liegt in fehlenden bewertenden Methoden, die regionalspezifisch anzuwenden sind.

Insgesamt könnte die Wirksamkeit des Naturschutz-Handelns langfristig davon profitieren, wenn die Managementplanung umfassender auf alle Gegenstände des Handelns ausgeweitet und dabei im Sinne einer langfristigen Strategie auch allmähliche Veränderungen und Risiken berücksichtigt würden.

3.2.2. Bedarf an neuen methodischen Ansätzen für den Naturschutz

Fußend auf den Defiziten des bisherigen Managements im Naturschutz und den neuen Herausforderungen, die sich durch die Veränderung eines kardinal prägenden Rahmenmerkmals der Landschaft - das Klima -

ergeben, sind nachfolgende Schlüsselansätze als Denkbasis in das zukünftige Agieren aller Ebenen des Naturschutzes zu setzen.

3.2.2.1. Ökosystembasiertes Management

Die Menschheit ist Teil des globalen Ökosystems und wird von den Leistungen der Ökosysteme getragen. Nachhaltigkeit ist nicht denkbar ohne das ‚Inbetriebhalten‘ dieser Ökosysteme. Das Ökosystem ist die Einheit im Naturgefüge, welche unbelebte und belebte Natur, einschließlich des Menschen, und ihre räumlich abgrenzbaren Beziehungen zueinander in sich vereinigt. Will man also die Funktionstüchtigkeit der Biodiversität erhalten und damit sicherstellen, dass sie der Gesellschaft und für das Überleben und Wohlergehen des Einzelnen verlässlich ihre Gratsleistungen zur Verfügung stellt, dann muss man an den Ökosystemen ansetzen (STRIXNER et al. 2012). Diese Einsicht mag trivial erscheinen, rührt aber, konsequent gedacht und umgesetzt, in radikaler Weise am Fundament unseres Handelns und Wirtschaftens (IBISCH et al. 2010).

Ökosystembasiertes Management beschäftigt sich mit den Fragen: Wie arbeitet ein funktionstüchtiges Ökosystem? Inwiefern ist seine Funktionstüchtigkeit beeinträchtigt? Wie können wir seine Funktionstüchtigkeit wiederherstellen oder verbessern? Dass Naturschutz sich primär auf die Erhaltung der Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme konzentrieren sollte, ist auch die Grundannahme des Ökosystemansatzes, des von den Vertragsstaaten des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (‚Biodiversitätskonvention‘; CBD) verbindlich beschlossenen Managementansatzes. Ähnlich dem adaptiven Management stockt jedoch seine Umsetzung auf nationaler und regionaler Ebene, zumindest in Deutschland (FEE et al. 2009).

Tabelle 4: Beispiele für Empfehlungen oder Vereinbarungen gesellschaftlicher Akteure zur Anwendung ökosystembasierter Managementansätze

Akteur	Instrument	Verbindlichkeit
Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD 2000)	„Ökosystemansatz“	Verbindlich für alle Mitgliedsstaaten
Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD 2013)	„Ökosystembasierte Anpassung“	Verbindlich für alle Mitgliedsstaaten
Umweltprogramm der UN (UNEP 2012a)	„Ökosystembasierte Anpassung“	empfohlen
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	„Ökosystembasierte Anpassung“	Finanziell gefördert (Internationale Klimaschutzinitiative IKI)

Eine neue gesellschaftliche Herausforderung hat nun Rückenwind für die Idee des ökosystembasierten Managements hervorgebracht. Die Bemühungen um den gesellschaftlichen Umgang mit dem Klimawandel sind nunmehr auf der politischen Ebene angekommen. Das aufkommende Konzept der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel folgt der Annahme, dass funktionstüchtige Ökosysteme die Resilienz und Anpassungsfähigkeit der gesamten Biodiversität und damit auch der menschlichen Gesellschaften stärken. Zudem sind funktionstüchtige Ökosysteme effektive

Kohlenstoff-Speicher oder sogar -Senken und dienen damit auch dem Klimaschutz, dem zweiten Politikfeld zum Klimawandel. Ökosystembasierte Anpassung wird bereits durch das Umweltprogramm der UN (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME 2012) und auch das Übereinkommen über die biologische Vielfalt vertreten (CBD 2013), und auch in den Umweltpolitiken der deutschen Bundesregierung gewinnt dieses Konzept zunehmend an strategischer Bedeutung (BMU 2013).

3.2.2.2. Ökosystembasierte Vulnerabilitätsanalysen

Unter einem sich in Zukunft vermutlich noch verstärkenden Klimawandel und der Notwendigkeit der Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien müssen Risiken für die biologische Vielfalt im Zuge des Klimawandels ökosystembezogen abgeschätzt werden. Studien zu Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Lebensräume konzentrierten sich in der Vergangenheit zumeist auf die biotische Systemkomponente und vorrangig auf die Ebene von Arten und Individuen (→ Kapitel 2.4.). Auswirkungen auf Ökosystemebene sind auf Grund des unterschiedlichen Reagierens von Arten und der komplexen Wechselbeziehungen (z. B. auf trophischer Ebene) ungleich schwieriger zu prognostizieren (WALTHER et al. 2010, BURROWS et al. 2011, POMPE et al. 2011, GORNISH et al. 2013).

Die verwendeten Methoden in diesem Bereich umfassen zumeist modellgestützte Untersuchungen, Expertenbefragungen oder indikatorbasierte Abschätzungen.

Auf europäischer Ebene ist beispielsweise der indikatorbasierte Report „Climate change, impacts and vulnerability in Europe“ der EUROPEAN ENVIRONMENT

AGENCY (2012) zu nennen, der anhand verschiedener Indikatoren die Auswirkungen des Klimawandels u. a. auf Umweltsysteme untersucht.

Auf nationaler Ebene haben viele Länder Untersuchungen zur Klimawandelverwundbarkeit verschiedener Regionen und Sektoren durchgeführt (u. a. HARRISON et al. 2001, BERRY et al. 2003, NORMAND et al. 2007, WILSON 2010).

Für Deutschland befasste sich ZEBISCH et al. (2005) mit dem derzeitigen Anpassungsgrad und der Anpassungskapazität klimasensitiver Systeme.

Eine Bewertung der Gefährdung der in Deutschland vorkommenden Lebensraumtypen (nach FFH-Richtlinie¹⁴) im Klimawandel haben PETERMANN et al. (2007) mittels verschiedener Kriterien (indikatorbasiert) vorgelegt.

Darüber hinaus gibt es Arbeiten über die Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschlands Flora (modellgestützt), in denen die Sensitivität charakteristischer Arten als Basis für eine Risikoabschätzung des Biotop- bzw. Lebensraumtyps dient (u. a. POMPE et al. 2011, HANSPACH et al. 2013) (→ Kapitel 2.4.).

¹⁴ Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG)

Da Handlungsoptionen in der Klimafolgenanpassung vornehmlich auf regionaler und lokaler Ebene erarbeitet werden (z. B. Regionaler Planungsverband Vorpommern 2011) und unterschiedliche Regionen zum Teil recht unterschiedlichen Risiken ausgesetzt sind, gibt es eine Reihe von Risiko- bzw. Vulnerabilitätsabschätzungen für verschiedene Bundesländer bzw. Regionen Deutschlands, die vorwiegend in Projektberichten veröffentlicht werden und zumeist Abschätzungen für verschiedene Sektoren (u. a. Naturschutz) beinhalten (u. a. GERSTENGARBE et al. 2003, STOCK et al. 2005, HOLSTEN 2007, SLOBODDA 2007, BEHRENS et al. 2009, EHRMANN et al. 2009, WEIS et al. 2011, SCHMIDT et al. 2011a, SCHMIDT et al. 2011b, SCHUCHARDT & WITTIG 2012). Die Analysen im Bereich Naturschutz beziehen sich vorrangig auf Arten bzw. Ökosystemtypen von naturschutzfachlichem Interesse (Rote Liste Arten, Arten der Anhänge der FFH-Richtlinie, geschützte Biotop-, Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie) und werden überwiegend indikatorbasiert und/oder über Expertenbefragungen durchgeführt.

Indikatorbasierte Ansätze eignen sich zur Bewertung der Vulnerabilität von Ökosystemen, da sie auf Basis einer vergleichsweise breiten Auswahl an Kriterien beruhen und mit relativ geringem Aufwand durchgeführt werden können (BLATT et al. 2010, KREFT et al. 2013).

Ein Konzept zur systemischen Vulnerabilitätsanalyse in der Klimafolgenforschung wurde durch PARRY et al. (2007) entwickelt. Dabei wird

Vulnerabilität definiert als Funktion aus Exposition, Sensitivität und Anpassungskapazität (→ Abbildung 5).

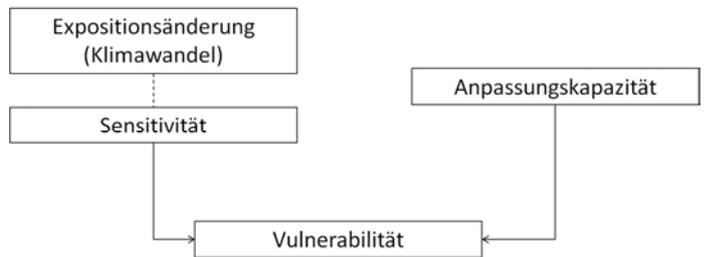


Abbildung 5: Konzeptioneller Rahmen der Vulnerabilitätsabschätzung (nach PARRY et al. 2007)

Die Expositionsänderung ist dabei die Veränderung des Klimas, der das jeweilige Ökosystem ausgesetzt ist. Sensitivität ist die Empfindlichkeit des Ökosystems gegenüber der Expositionsänderung. Anpassungskapazität beschreibt die Möglichkeit des Ökosystems sich an die Expositionsänderung anzupassen. Die Vulnerabilität nimmt mit zunehmender Expositionsänderung, zunehmender Sensitivität und mit abnehmender Anpassungskapazität zu (nach KREFT et al. 2013).

Die biologisch bzw. ökologisch begründete Vulnerabilität von Ökosystemen kann zwar oftmals nur in einem gewissen Grad beeinflusst werden (KREFT et al. 2013a), bietet jedoch die Möglichkeit frühzeitig das Risiko einer schädlichen Veränderung von Ökosystemen im Zuge klimatischer Veränderungen abzuschätzen und in die naturschutzfachliche Planung im Sinne eines proaktiven Handelns einzubeziehen.

3.2.2.3. Adaptives Management

Die biologische Vielfalt sieht sich vielfachen ‚konventionellen‘ menschengemachten Bedrohungen gegenüber. Diese Bedrohungen ändern sich ständig, und viele von ihnen wachsen immer schneller, verstärken einander und nähern sich kritischen Schwellenwerten an. Um auf diese dynamische ‚Bedrohungslandschaft‘ angemessen reagieren zu können, werden im Naturschutz zunehmend Ansätze adaptiver Managementplanung favorisiert.

Adaptives Management erlaubt eine systematische Konzeption und Steuerung von Naturschutz in einem sich beständig verändernden Umfeld, welches nur unzureichend bekannt ist. Die fortgesetzte, möglichst systemische Analyse der Ausgangssituation und die stetige Erfolgskontrolle sind dabei Grundbedingungen der Entwicklung und flexiblen Anpassung möglichst robuster Strategien zur Bekämpfung von Bedrohungen und zur Förderung von Schutzobjekten. Grundprinzipien des adaptiven Managements sind die Einsicht, dass praktisch fehlerfreies Management unmöglich ist und die daraus abgeleitete unbeschränkte Bereitschaft, systematisch aus eventuellen Fehlern zu lernen.

Wichtige Prinzipien adaptiver Managementplanung sind also:

- systematische Vorgehensweise entlang einer logischen Abfolge von Planungsschritten
- Transparenz, Plausibilität (Dokumentation und Visualisierung aller Entscheidungen)
- fehler-freundliches Management und systematisches Lernen aus Fehlern (Anerkennung der Tatsache, dass man nie alles weiß, aber dennoch handeln muss/kann)
- wiederholtes (zyklisches) Durchlaufen der Schrittabfolgen

Ein adaptiver Managementplan ist also niemals ‚fertig‘. Entscheidungen sollten praktisch jederzeit revidiert werden können. Eine wichtige grundlegende Verfahrensweise im Sinne eines stets transparenten Planungsprozesses ist daher, dass jede einzelne Entscheidung visualisiert und ihre Begründung dokumentiert wird.

Adaptives Management wird inzwischen von vielen gesellschaftlichen Akteuren auch außerhalb der Wissenschaft empfohlen (→ Tabelle 5). Auf internationaler Ebene existieren bereits verbindliche Vereinbarungen über adaptives Management als Managementstandard. Die Idee eines Naturschutzmanagements, das sich schrittweise an Veränderungen der Situation anpasst, erhielt bei einer Umfrage unter Vertretern des Naturschutzes in Brandenburg eine recht hohe Zustimmung (→ Kasten S. 8).

Tabelle 5: Beispiele für Empfehlungen oder Vereinbarungen gesellschaftlicher Akteure zur Anwendung adaptiver Managementansätze

Akteur	Instrument	Verbindlichkeit
UN - Übereinkommen über die biologische Vielfalt	„Ökosystemansatz“ (2000)	verbindlich für alle Mitgliedsstaaten
Umweltprogramm der UN – Global Environmental Outlook (UNEP 2012a)	Empfehlung für Entscheidungsträger als innovativer Ansatz für das Management komplexer Transformationsprozesse	empfohlen
IPCC	Grobe Umschreibung	empfohlen
EU-Kommission	„Guter Erhaltungszustand 2020“	EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
US-Innenministerium	„Leitfaden zur Anwendung adaptiven Managements“ im Naturschutz	empfohlen
Nationalpark Kellerwald-Edersee	Nicht näher beschrieben	verbindlich

Obwohl adaptives Naturschutz-Management in den letzten zwei Jahrzehnten weltweit eine weitere Verbreitung erfahren hat, wird es in Deutschland bislang nur sehr vereinzelt angewendet. Ein gut erprobtes Beispiel eines Ansatzes adaptiver Managementplanung im Naturschutz ist *Conservation Action Planning* der US-amerikanischen privaten Naturschutzorganisation *The Nature Conservancy* (TNC). *Conservation Action Planning* ist TNCs eigene Version der *Offenen Standards für die Naturschutzpraxis*, des gemeinsamen adaptiven Planungsansatzes der *Conservation Measures Partnership*, eines Zusammenschlusses einer Reihe meist global agierender Naturschutzorganisationen (ASCHENBRENNER et al. 2012a). *Conservation Action Planning* und die *Offenen Standards für die Naturschutzpraxis* sind bereits in über 1.000 Schutzgebieten auf allen Kontinenten zur Anwendung gelangt.

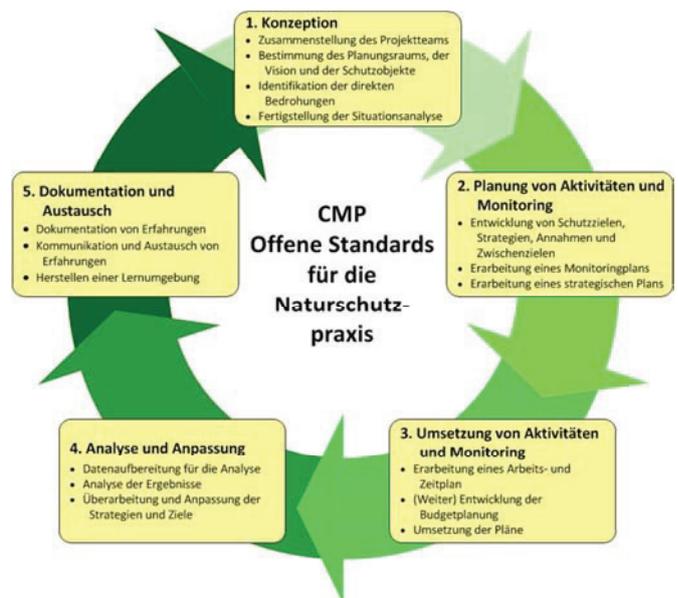


Abbildung 6: Management-Zyklus der Offenen Standards für die Naturschutzpraxis (CMP 2013, übersetzt in ASCHENBRENNER et al. (2012a))

3.2.2.4. Systemische Analysen

Die Biodiversität, die uns umgibt und von der wir ein Teil sind, besteht aus unzähligen Elementen, die auf komplexe und veränderliche Weise miteinander in Verbindung stehen. Dazu zählen auch unsere sozialen Systeme - z. T. Ursache von Problemen für Biodiversität und z. T. engagiert für ihre Erhaltung. Alle diese ökologischen und sozialen Systemen haben gemeinsam, dass ihre systemischen Wechselbeziehungen oft ‚geschachtelt‘ angeordnet sind. So sind Ökosysteme wie z. B. ein See, ein Fluss oder ein Wald Bestandteile von Landschaften, und sie sind ihrerseits Komplexe kleinerer Teile bis hinunter zu Kleinökosystemen und den einzelnen Organismen. Die Wechselbeziehungen können gleichgerichtet (Synergien) oder einander zuwiderlaufend (Antagonismen in ökologischen, Konflikte in sozialen Systemen) sein. Wo es zu gegenseitigen Verstärkungen oder gegenseitigen Schwächungen kommt, entstehen

3.2.2.5. Partizipation

Die demokratische Teilhabe an gesellschaftlichen Entscheidungen ist im deutschen Grundgesetz verfassungsmäßig festgeschrieben. Weil nicht jeder Bürger an allen Entscheidungen direkt beteiligt sein kann, sieht es gleichzeitig Aufgabenteilungen vor, etwa zwischen der Regierung und den Wählern, zwischen der Gesetzgebung, der Rechtsprechung und dem Vollzug oder auch zwischen dem Bund und den Ländern. Ähnlich den differenzierten Verteilungen von politischen Aufgaben existiert in unserer freien und pluralistischen Gesellschaft auch eine Vielfalt von Interessen, die von Individuen in unterschiedlicher Form verfolgt werden. Zentrale Regelung und Kontrolle einerseits und ausdifferenzierte Verteilung von Verantwortlichkeiten andererseits stehen hierbei in einem – ständig wechselnden – Ausgleich zueinander. Die Naturschutzgesetze des Bundes und der Länder räumen bestimmten gesellschaftlichen Akteuren die Möglichkeit zur **Partizipation** an bestimmten behördlichen Entscheidungen ein. Konkret können

positive bzw. negative Rückkopplungseffekte. Letztendlich sind Wechselbeziehungen zwischen Elementen der Biodiversität (den Menschen immer mitbetrachtet) also nicht einfach als Ursache-Wirkungsketten zu beschreiben.

Für die Analyse solcher systemischen Verhältnisse bedarf es vielmehr der Betrachtung von **Ursache-Wirkungsnetzen**. Sogenannte konzeptionelle Modelle helfen, diese Beziehungsnetze sichtbar zu machen. Sie bestehen aus den zu betrachtenden Elementen (Biodiversität mit relevanten Eigenschaften einerseits und menschengemachten Problemen andererseits) und Pfeilen, die Kausalwirkungen symbolisieren. ‚Geschachtelte‘ Beziehungen lassen sich mit der Einbettung kleinerer in größeren Kästen andeuten (→ Kapitel 3.2., MARISCO-Schritt 2.).

anerkannte Naturschutzverbände bei Verwaltungsgerichten im Zuge von Anwendungen der Eingriffsregelung und von Planfeststellungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung klagen. Zu anderen wichtigen Entscheidungsprozessen, z. B. zur Landschaftsplanung, zur Pflege- und Entwicklungsplanung von Großschutzgebieten oder zur FFH-Managementplanung garantieren die Gesetze den Zugang nicht. Es ist jedoch ratsam, immer wieder abzuwägen, inwieweit es dem Erfolg eines Vorhabens zuträglich sein könnte, dem Interesse anderer Individuen oder Institutionen nachzukommen, an Entscheidungen teilzuhaben. Tatsächlich sieht die FFH-Managementplanung in Brandenburg die Partizipation von Akteuren, v. a. von Landnutzern in FFH-Gebieten, vor. Von großer Bedeutung ist allerdings der fundamentale Unterschied zwischen formaler und konstitutiver Partizipation. In der FFH-Managementplanung in Brandenburg ist lediglich eine eher schwache *formale* Teilhabe vorgesehen, d. h. die

nicht-behördlichen Akteure werden über wichtige Entscheidungen, zuvorderst diejenige über die Erhaltungsziele des Schutzgebiets, zumindest theoretisch in Kenntnis gesetzt. (Dies schließt selbstverständlich nicht aus, dass manche ihrer Vorschläge Eingang ins Management finden. Hierüber entscheiden jedoch die Behörden.) Hierdurch wird eine gewisse Transparenz erreicht. Dagegen erlaubt *konstitutive* Partizipation die Beteiligung Dritter auch an grundlegenden Entscheidungen zur Zielausrichtung eines Vorhabens.

Neben möglichen Vorteilen für den Erfolg eines Vorhabens leistet jeder einzelne partizipativ gestaltete Prozess auch einen Beitrag zur Heranbildung einer engagierten, verantwortungsbewussten

Bürgergesellschaft (→ Tabelle 6). Dass partizipative Prozesse bisher nur beschränkte Anwendung im Naturschutz-Handeln finden, liegt sicherlich auch an Schwächen und Risiken, die mit partizipativen Verfahren in Verbindung gebracht werden. Dies gilt nicht nur für behördliche, sondern auch für viele private Naturschutzakteure. Befürchtet wird, nicht das ‚Maximale für den Naturschutz‘ erreichen zu können. Die allgemeine Zurückhaltung hat jedoch auch damit zu tun, dass Erfahrungen mit Akteursbeteiligung weitgehend fehlen. Weithin beobachtbar ist jedoch die Tendenz in wachsenden Teilen der Gesellschaft, eigene (dabei oft nicht egozentrische) Interessen zu vertreten (aktuelles Stichwort: „Wutbürger“).

Tabelle 6: Potenzielle Vor- und Nachteile partizipativer Verfahren

Stärken und Chancen	Schwächen und Risiken
Mehr Gerechtigkeit	-
Langfristig reduzierter Aufwand durch Interessenausgleich	Höherer kurzfristiger Aufwand bei der Durchführung des Vorhabens
Lernen von anderen	-
Gegenseitige Kontrolle der Zielausrichtung und der Maßnahmen zur Zielerreichung	„Verwässerung“ des ursprünglichen Zieles
Erzeugung breiterer Unterstützung für das Vorhaben	Direkte Möglichkeit von Teilnehmern, ein Vorhaben zu behindern oder negativ zu beeinflussen
Anregung zu aktiver und kreativer Teilnahme an einem teilgesellschaftlichen Prozess	Zeitverlust für andere Aktivitäten der Teilnehmer
Erhöhung der Vielfalt an Ideen	Konkurrenz für ‚gute‘ durch ‚schlechte‘ Ideen
Interesse am Vorhaben über den Kreis der Teilnehmer hinaus	Mögliche Proteste oder Versuche der Einflussnahme durch Außenstehende

Eine aufgeschlossene Haltung der Unteren Naturschutzbehörde Barnim zu diesem Themenfeld bildete den Ausgangspunkt, die Fortschreibung des Landschaftsrahmenplans des Landkreises unter Einführung eines ökosystembasierten, partizipativen und adaptiven Ansatzes zu erproben (→ Kapitel 4.3.). Entsprechend sollte eine partizipative Herangehensweise die Möglichkeit eröffnen, durch frühzeitige Abstimmung mit anderen (behördlichen und

privaten) Akteuren der Land- und Forstwirtschaft im Zuge der Landschaftsrahmenplanung des Landkreises zu realistischeren Vorschlägen zu gelangen. Ein kontinuierlicher Austausch, so die Hoffnung, würde zudem zur Kenntnis und zum Verständnis von Naturschutzziele beitragen. Es bestand der Wunsch, so die strategische Bedeutung des Landschaftsrahmenplans insgesamt zu erhöhen.



Workshop zum Landschaftsrahmenplans Barnim (→ Kapitel 4.3.)

Folgende Abbildung: Blick ins Odertal bei Lebus: dynamische Landschaften, die von Hochwässern und Trockenphasen gleichermaßen stark beeinflusst werden – natürlich angepasst, jedoch für den Nutzer zukünftig kaum mehr zu managen.



4. Neu entwickelte Instrumente für die Naturschutzpraxis und ihre Anwendung am Beispiel

4.1. Methode zur standortbezogenen Risikoabschätzung für ausgewählte Ökosysteme im Klimawandel

Nadine Nusko, Philipp Arndt & Vera Luthardt

4.1.1. Konzeptioneller Rahmen

In der vorliegenden Arbeit wurde in Anlehnung an das in Kapitel 3.2.2.2. vorgestellte Konzept eine Methode zur naturschutzfachlichen Vulnerabilitätsabschätzung für ausgewählte Ökosysteme in einem spezifischen landschaftlichen Kontext entwickelt. Die Vulnerabilitätsabschätzung wird anhand von Indikatoren¹⁵ auf Basis allgemein verfügbarer Daten durchgeführt.

Die entwickelte Methode wurde anhand eines Fallbeispiels angewendet und die Ergebnisse mittels Geografischer Informationssysteme (GIS) räumlich visualisiert (→ Kapitel 4.2.).

Der Fokus der naturschutzfachlichen Vulnerabilitätsanalyse lag auf Biotoptypen mit einer potenziell hohen Sensitivität gegenüber klimatischen Veränderungen, aber auch einem hohen potenziellen Vermögen den Klimawandel zu bremsen bzw. seine negativen Folgen ab zu puffern. Bei der Auswahl der zu betrachtenden Biotoptypen spielte zudem die flächenmäßige und naturschutzfachliche Relevanz in Brandenburg eine wesentliche Rolle.

In diesem Kontext wurden im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse bisher betrachtet:

- Moore und Sümpfe,
- Naturnahe Wälder,
- Ausgewählte Typen der Gras- und Staudenfluren.¹⁶

Aus der Literaturrecherche (→ Kapitel 2.3.) wurde ersichtlich, dass das größte Gefahrenpotential im Zuge des Klimawandels für Brandenburg in einem veränderten Wasserhaushalt und hier insbesondere in **einem erhöhten Trockenheitsrisiko** während der Vegetationsperiode besteht.

Aus diesem Grund soll mittels der vorgestellten Methode das **Risiko einer dauerhaften Beeinträchtigung der aktuellen Regelungs- und Lebensraumfunktionen infolge des Klimawandels** für die betrachteten Biotoptypen – und hier insbesondere der prägenden Phytozönose – abgeschätzt werden. Dafür mussten für die einzelnen Komponenten der Vulnerabilitätsanalyse zunächst aussagefähige Indikatoren gewählt werden.

¹⁵ Indikatoren sind vergleichsweise leicht erfassbare, aussagekräftige Leitgrößen für ansonsten schwer zu charakterisierende Gesamtsysteme, z. B. Ökosysteme oder Landschaften (vgl. BASTIAN & SCHREIBER 1999).

¹⁶ Eine Bewertungsmatrix für aquatische Ökosysteme befindet sich derzeit in Erarbeitung.

4.1.2. Indikatoren

Die Auswahl der Indikatoren folgt neben dem Kriterium der Relevanz auch dem Kriterium der Datenverfügbarkeit. Bei der Auswahl der Indikatoren konnte auf Arbeiten von BLATT et al. (2010), ELLNER (2010) sowie MEIER-UHLHERR (2011) aufgebaut werden.

Grundsätzlich sollen über die verwendeten Indikatoren Einzeleffekte akkumuliert dargestellt werden. So werden – nach bisherigem Kenntnisstand – die klimatischen Veränderungen insbesondere über einen defizitären Wasserhaushalt wirksam. Steuernde Elemente des Wasserhaushaltes sind neben den klimatischen Bedingungen auch der Boden, das Relief, das Grundwasser und die Vegetation (u. a. RIEK 2010). Es galt demnach Indikatoren zu identifizieren, die eine Aussage zur Betroffenheit der Biotoptypen unter Berücksichtigung dieser Steuerungselemente ermöglichen.

Dabei müssen neben den projizierten Klimaänderungen hydrologische und pedologische Bedingungen an einem spezifischen Standort hinsichtlich potenzieller Wassermangelsituationen im Zuge klimatischer Veränderungen bewertet werden. Bodeneigenschaften – und hier insbesondere Kennwerte der Wasserbindung bzw. -bewegung – sind von entscheidender Bedeutung, da defizitäre Niederschlagsphasen über das Bodenwasser abgepuffert werden können. Wesentlich ist dabei die Fähigkeit des Bodens zum einen Wasser entgegen der Schwerkraft zu halten und zum anderen Wasser aus angeschlossenen Grund- oder Stauwasserbereichen nach Verdunstung oder Entzug durch Pflanzen nachzuliefern.

Folglich muss also zunächst festgestellt werden, ob Anschluss an Grund- oder Stauwasser besteht; die Standorte werden dementsprechend nach den so genannten **Bodenhydromorphietypen** grundwassernah, stauwasserbeeinflusst und grundwasserfern (sickerwasserbestimmt)¹⁷ unterschieden.

Grund- und Stauwasserkörper bilden sich gleichermaßen über Schichten mit geringer Wasserdurchlässigkeit (z. B. Tone) aus. Während in der Bodenkunde von Grundwasser gesprochen wird wenn das Wasser das ganze Jahr über vorhanden ist und von Stauwasser, wenn es nur zu einem Teil des Jahres – meist im Frühjahr – auftritt (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2010), unterscheidet die forstliche Standortskartierung Grund- und Stauwasserformen nach der Lage der schwer durchlässigen Schicht. Hiernach setzt diese Schicht beim Stauwasser oberhalb 0,8 Meter Tiefe ein, beim Grundwasser befindet sie sich darunter (SCHULZE 1996). Ob Grund- oder Stauwasservorräte für Pflanzen nutzbar sind, hängt im Wesentlichen vom Flurabstand ab. Je nach Durchwurzelungstiefe und Wassermenge, die entgegen der Schwerkraft in den Wurzelraum (Sickerraum) nachgeliefert wird, können Pflanzen in unterschiedlichem Maße diese Wasservorräte nutzen. Bei Flurabständen von weniger als einem Meter Tiefe haben viele krautige Pflanzen Zugriff auf das Grundwasser, bei Flurabständen bis zu 2 Metern eher tief wurzelnde, wobei einige tief wurzelnde Pflanzen (insbesondere einige Baumarten) weit größere Durchwurzelungstiefen erreichen (DANNOWSKI & WURBS 2003, ELLENBERG & LEUSCHNER 2010, LISCHIED 2010).

Bei grundwasserfernen Standorten mit Flurabständen über 2 Meter Tiefe ist der Boden überwiegend sickerwasserbestimmt, d. h. das eindringende Wasser bewegt sich unter Einwirkung der Schwerkraft weit abwärts. Das (pflanzenverfügbare) Bodenwasser wird hier hauptsächlich durch die in der Bodenmatrix gehaltene Wassermenge bestimmt.

Vor diesem Hintergrund werden die gewählten Indikatoren für die einzelnen Komponenten der Vulnerabilitätsabschätzung im Folgenden vorgestellt und erläutert.

¹⁷ hydromorphe bzw. anhydromorphe Böden

4.1.2.1. Indikatoren der Expositionsänderung

Unter Expositionsänderung sind bei Vulnerabilitätsanalysen in der Klimafolgenforschung die Veränderungen klimatischen Rahmenbedingungen für ein Untersuchungsgebiet zu verstehen. Wesentliche Parameter zur Abschätzung der Wasserverfügbarkeit an einem Standort sind hierbei Niederschlag und Verdunstung. Niederschläge im Winterhalbjahr tragen vornehmlich zur Grundwasserneubildung eines Gebietes bei und füllen den Bodenwasserspeicher auf. Mit steigenden Temperaturen steigt jedoch auch die Verdunstung, so dass zur Auffüllung des Bodenwasserspeichers und der Grundwasservorräte insgesamt weniger Wasser zur Verfügung steht. Die Veränderung der sommerlichen Niederschläge hat direkte Auswirkungen auf das Wasserangebot in der Vegetationszeit. In Trockenphasen im Sommer wird die Wasserversorgung aus dem pflanzenverfügbaren Bodenwasserspeicher gewährleistet – höhere Temperaturen im Sommer können durch erhöhte Verdunstung eine angespannte Wassersituation zusätzlich verschärfen.

Die Differenz zwischen erhöhter Verdunstung auf Grund steigender Temperaturen und dem Niederschlag kann über die klimatische Wasserbilanz ausgedrückt werden (Differenz aus Niederschlag und potenzieller Evapotranspiration¹⁸). Sie stellt ein Maß zur Abschätzung des Wasserangebotes an einem Standort dar. Innerhalb der vorliegenden Methode wird daher als Indikator der klimatischen Veränderung die **projizierte**

Veränderung der jährlichen klimatischen Wasserbilanz verwendet.

Die vorherrschenden Niederschlags- und Temperaturverhältnisse wirken sich (zeitverzögert) über die Grundwasserneubildung auf die Grundwasserstände im Gebiet aus. Insbesondere grundwassernahe Standorte – wo der Zustrom von Grundwasser besonders in Trockenperioden beispielsweise den Erhalt von Feuchtgebieten ermöglicht – können durch fallende Grundwasserstände langfristig negativ betroffen sein. Speziell Gebiete mit aktuell bereits sinkenden Grundwasserständen werden durch die zu erwartenden klimatischen Veränderungen zusätzlich belastet.

Für grundwassernahe Standorte werden daher als Indikator der Expositionsänderung zusätzlich die **Trends der Grundwasserstände** im Zeitraum 1976-2005 herangezogen.

Zur Abschätzung der klimatischen Veränderung können Klimaprojektionen von Regionalmodellen (z. B. STAR2 des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung) genutzt werden. Zur Abschätzung der Grundwasserstandsveränderungen in der Vergangenheit können Auswertungen von Pegeldaten regionaler Messnetze herangezogen werden (z. B. durch das Landesumweltamt Brandenburg für den Zeitraum 1976-2005).

4.1.2.2. Indikatoren der Sensitivität

Die Einschätzung der Sensitivität erfolgte in zwei Schritten. Zunächst musste die Sensitivität der abiotischen Ökosystemkomponente gegenüber Trockenheit abgeschätzt werden. In einem zweiten Schritt wurde die Sensitivität der prägenden Phytozönose hinsichtlich eines erhöhten Trockenheitsrisikos beurteilt.

Wie einleitend beschrieben eignen sich zur Abschätzung der Sensitivität der abiotischen Ökosystemkomponente Eigenschaften des Bodens hinsichtlich der Bereitstellung pflanzenverfügbaren Bodenwassers.

¹⁸ Gemäß DIN 4049-3:1994-10

Sensitivität Boden

Da Böden in der Lage sind, durch Wasserspeicherung und ggf. -nachlieferung defizitäre Phasen abzuf puffern, wurden zur Bewertung der Standortsensitivität **Kennwerte der Wasserbindung bzw. -bewegung** herangezogen. Ein wesentlicher Parameter zur Einschätzung der Speicherkapazität des Bodens ist die nutzbare Feldkapazität. Sie kennzeichnet das pflanzenverfügbare Bodenwasser¹⁹, welches während der Vegetationsperiode zur Sicherung der Wasserversorgung der Pflanzen beiträgt wenn der Bedarf nicht durch Niederschläge gedeckt werden kann (s. o.).

Für alle Standorte wurde daher die **nutzbare Feldkapazität** als Indikator herangezogen. Die Speicherfähigkeit von Böden ist abhängig von Bodenart und Trockenrohichte des Feinbodens.

Bei Standorten mit Anschluss ans Grundwasser (oder Stauwasser) ist die Vegetation unter bestimmten Voraussetzungen unabhängig vom sonstigen Wasserdargebot (s. o.). Böden mit höherem Kapillarhub²⁰ bzw. größerer Aufstiegsrate²¹ versorgen die Pflanzen auch nach Erschöpfen der nutzbaren Feldkapazität während längerer Trockenzeiten mit Wasser. Daher wurde für hydromorphe Böden zusätzlich die **kapillare Nachlieferung** als Indikator verwendet. Der Kapillaraufstieg muss jedoch in Trockenzeiten in den Wurzelbereich der Pflanzen reichen. Abhängig ist dies von Bodenart, Grundwasserstand und Bewuchs (AD-HOC-AG BODEN 2005). Da detaillierte Angaben zu effektiven

Durchwurzelungstiefen zumeist nicht vorliegen, wird diese bei der Analyse nicht berücksichtigt.

Die Kennwerte der Wasserbindung bzw. -bewegung werden anhand der Bodenart (für die kapillare Nachlieferung in Abhängigkeit des Grundwasserstandes) abgeleitet. Es wird ein Abstand zwischen Grundwasseroberfläche und Untergrenze des effektiven Wurzelraumes von 1 Meter angenommen.

Die Analyse der Hauptbodenart kann mittels Daten aus Fachkarten erfolgen. Mit Hilfe von Fachliteratur (z. B. AD-HOC-AG BODEN 2005) können den Bodenarten (Bodenartengemischen) Spannweiten nutzbarer Feldkapazität und kapillarer Aufstiegsraten zugeordnet werden. Dabei kann insgesamt festgestellt werden, dass in einem Sandboden wegen des hohen Anteils an Grobporen die nutzbare Feldkapazität gering ist, während in einem Schluffboden höhere Werte verzeichnet werden. Mit steigendem Anteil der Tonfraktion sinkt der Anteil des pflanzenverfügbaren Bodenwassers jedoch zu Gunsten des nicht mehr pflanzenverfügbaren Bodenwassers (Totwasseranteil). Bezüglich der kapillaren Aufstiegsrate kann festgestellt werden, dass in einem Sandboden das Wasser zwar schnell bis zu einer geringen Höhe ansteigt, es sich aber mit zunehmendem Abstand von der Grundwasserfläche sehr schnell vermindert. In einem Schluffboden ist die aufsteigende Wassermenge je Zeiteinheit zwar geringer, sie vermindert sich jedoch mit zunehmendem Abstand von der Grundwasserfläche weniger schnell (AD-HOC-AG BODEN 2005).

¹⁹ Menge des Bodenwassers in Vol. %, die in Poren mit Äquivalentdurchmesser $50 \geq 0,2 \mu\text{m}$ (enge Grobporen und Mittelporen) gebunden ist (AD-HOC-AG BODEN 2005).

²⁰ Distanz, die das Grundwasser (oder Stauwasser) in Abhängigkeit von Bodenart und Grundwasserstand bei gegebener Wasserspannung gegen die Schwerkraft überwinden kann

²¹ Wassermenge, die je Zeiteinheit aus dem Grund- oder Stauwasser in den Wurzelraum nachgeliefert werden kann (AD-HOC-AG BODEN 2005)

Sensitivität Biotoptyp

In der Annahme, dass besonders Pflanzengemeinschaften mit Anspruch an hohe und ausgeglichene Wasserstände von einem erhöhten Trockenheitsrisiko betroffen sind, werden als Indikator der Sensitivität der biotischen Ökosystemkomponente **Wasserstufen** und potenziell tolerierbare **Wasserstands-Amplituden** der Biotoptypen verwendet. Wasserstufen bezeichnen – durch Messdaten beschriebene – Feuchtebereiche, die durch verschiedene Artengruppen repräsentiert werden. Es wird grundlegend zwischen Wasserstufen auf feuchtegeprägten Standorten („+“ Wasserstufen) und solchen auf trockenheitsgeprägten Standorten („-“ Wasserstufen) unterschieden. Dabei beschreiben die Wasserstufen die im Durchschnitt vorherrschenden Bedingungen. Definierte Vegetationseinheiten wurden erstmals zur Bestimmung von Grünland-Wasserstufen genutzt und

mit Messdaten belegt. In späteren Arbeiten wurde die Gliederung der Wasserstufen bestätigt und auch für Vegetationsformen ungenutzter offener und bewaldeter Feuchtgebiete angewendet (zusammengefasst in KOSKA 2001). Auf Basis der einschlägigen Fachliteratur und unter Hinzuziehen von Experteneinschätzungen (für Wälder auf trockenheitsgeprägten Standorten nach HOFMANN & POMMER 2005, ELLENBERG & LEUSCHNER 2010 sowie LUA 2007a) wurden anhand der charakteristischen Pflanzengemeinschaften Ökogramme für die Biotoptypen der betrachteten Biotopklassen erstellt und für die Bewertung der Sensitivität des Biotoptyps herangezogen (→ Abbildung 7; beispielhaft für die Biotoptypen der Biotopklasse „Gras- und Staudenfluren“).

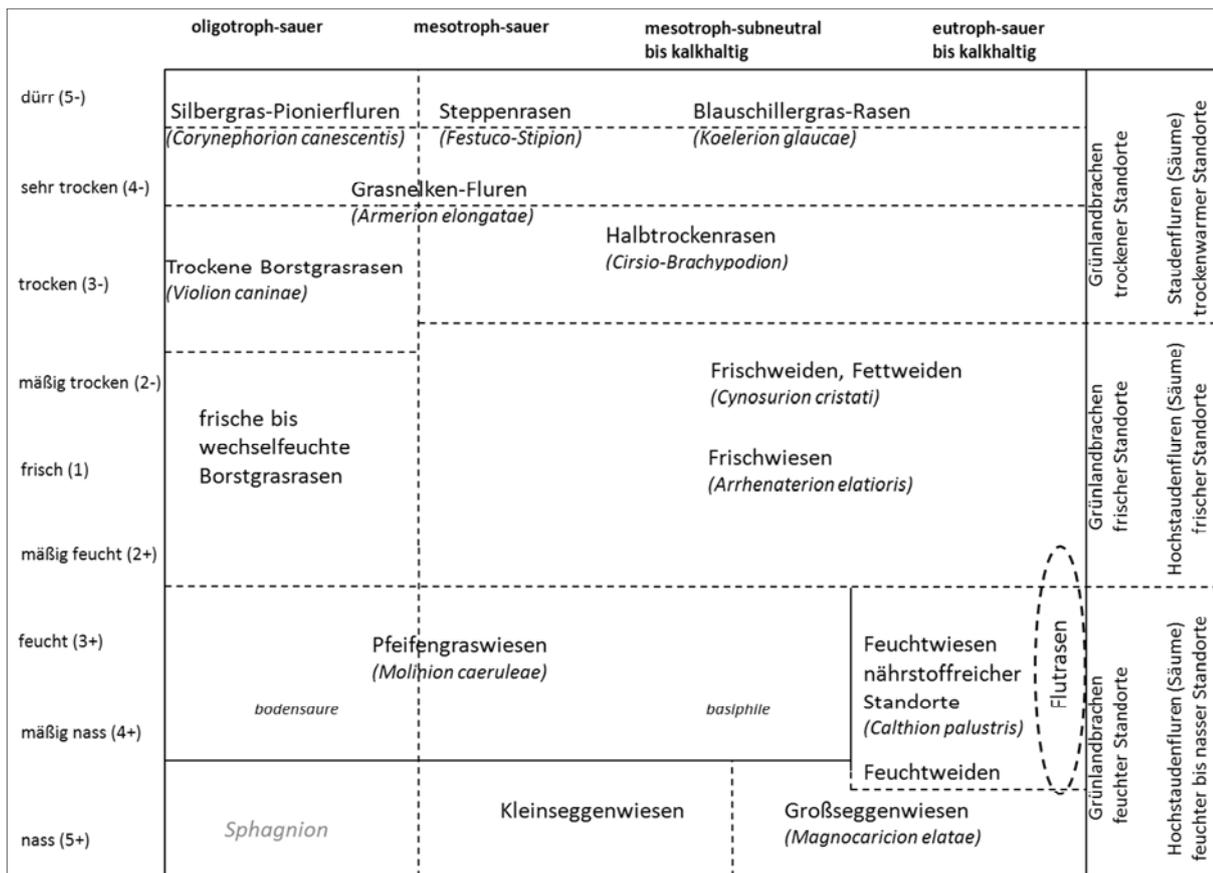


Abbildung 7: Ökogramm ausgewählter Biotoptypen der Gras- und Staudenfluren (nach ELLENBERG & LEUSCHNER, 2010, verändert)

Biotoptypen mit geringer potenziell tolerierbarer Wasserstands-Amplitude wurden mit einer sehr hohen Sensitivität gegenüber einem zunehmenden Trockenheitsstress bewertet, Biotoptypen mit hoher potenziell tolerierbarer Wasserstands-Amplitude erhielten dementsprechend eine geringere Sensitivität.

4.1.2.3. Indikatoren der Anpassungskapazität

Es wird davon ausgegangen, dass Ökosysteme mit typischem Arteninventar und charakteristischen Habitatstrukturen ohne (oder mit geringer) Beeinträchtigung eine höhere Anpassungskapazität gegenüber klimatischen Veränderungen haben (z. B. mikroklimatische Effekte, Selbstregulationsmechanismen) oder anders ausgedrückt: „Je näher sich ein System am Kippunkt befindet, desto langsamer kehrt es (selbst nach einer nur kleinen Störung) zu seinem Ausgangszustand zurück“ (RABITSCH & ESSL 2013b, S. 119).

Aus diesem Grund wird als Indikator der Anpassungskapazität der klar definierte und bei der Kartierung flächenscharf auszuweisende **Erhaltungszustand** bei der Einschätzung von FFH-Lebensraumtypen (SACHTELEBEN & FARTMANN 2010) bzw. die **Biotopausbildung**²² für alle anderen Biotope (LUA 2007b) zur Bewertung herangezogen.

Zusätzlich wurde der Indikator **künstliche Entwässerung** in die Bewertung der Anpassungskapazität einbezogen, da hierdurch dem System kontinuierlich Wasser entzogen wird und somit defizitäre Phasen nicht durch phasenweisen Wasserüberschuss kompensiert werden können. Die Entwässerung kann durch offene Entwässerungsgräben, Drainagen, Absenken des Wasserspiegels angrenzender oder benachbarter Gewässer, Verbesserung der Vorflut (Flussbegradigung oder Abbau von Staueinrichtungen) oder künstliche Absenkungen des Grundwasserspiegels verursacht sein (LUA 2007b).

Die Zuordnung von Einzelflächen zu Biotoptypen können der jeweils aktuellen Biotopkartierung entnommen werden. Von deren Detailliertheit und Güte (Luftbildinterpretation oder Geländebegehung) ist letztendlich auch die Genauigkeit der Bewertungen abhängig.

Daten zum Erhaltungszustand bzw. zur Biotopausbildung sowie zur Beeinträchtigung durch Entwässerung können der aktuellen Biotopkartierung entnommen werden. Zu beachten ist jedoch hierbei, dass eventuell Angaben zum Erhaltungszustand bzw. zur Biotopausbildung nicht flächendeckend erfasst sein können. Gleiches gilt für die künstliche Entwässerung, bei der beispielsweise unterirdische Drainagen i. d. R. nicht kartiert werden können.

Einen Überblick über die gewählten Indikatoren zur Bewertung des Trockenheitsrisikos ausgewählter Biotoptypen unter Berücksichtigung der standörtlichen Verhältnisse aufgeschlüsselt für die einzelnen Komponenten der Vulnerabilitätsabschätzung gibt Abbildung 8.

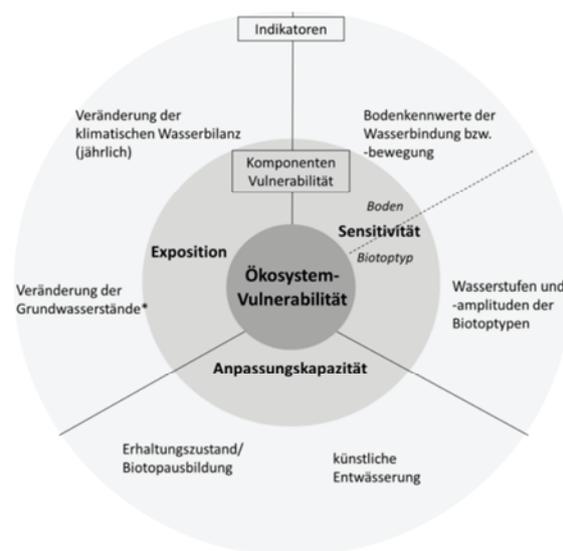


Abbildung 8: Indikatoren der Komponenten für die Vulnerabilitätsanalyse; *für grundwasserbeeinflusste Standorte (Darstellung nach POLSKY et al. 2003 in BLATT et al. 2010)

²² Die Beurteilung der Biotopausbildung erfolgt relativ zum Durchschnitt des jeweiligen Biotoptyps (d. h. eine gut ausgebildete Frischweide erhält ebenso das Prädikat „gut“ wie ein gut ausgebildeter Erlenbruchwald); eine naturschutzfachliche Bewertung ist jedoch nicht Gegenstand dieses Indikators und muss ggf. an anderer Stelle erfolgen.

4.1.3. Bewertung

Die Bewertung der einzelnen Indikatoren bzw. Teilindikatoren erfolgt in Anlehnung an BLATT et al. (2010) anhand einer 5-stufigen Skala wie folgt:

- **sehr geringe** (Expositionsänderung, Sensitivität, Anpassungskapazität)
- **geringe** (Expositionsänderung, Sensitivität, Anpassungskapazität)
- **mittlere** (Expositionsänderung, Sensitivität, Anpassungskapazität)

- **hohe** (Expositionsänderung, Sensitivität, Anpassungskapazität)
- **sehr hohe** (Expositionsänderung, Sensitivität, Anpassungskapazität).

Zu beachten ist hierbei, dass für die Bewertung der Expositionsänderung und der Sensitivität des Bodens in Abhängigkeit des Bodenhydromorphietyps verschiedene (Teil)Indikatoren genutzt werden (→ Abbildung 9).

	Expositionsänderung		Sensitivität Boden	
	klimatische Wasserbilanz	GW-Trend	nutzbare Feldkapazität	kap. Aufstiegsrate
Grundwasser	Jahresmittel der klimatischen Wasserbilanz, Differenz zum Referenzzeitraum (aus regionalen Klimaprojektionen)	Grundwasserveränderungen (Trends aus Auswertungen regionaler Messnetze)	Spannweiten nutzbarer Feldkapazität abgeleitet aus den Bodenarten (auf Basis von Fachkarten)	Kapillare Aufstiegsraten nach Bodenart und GW-Stand (auf Basis von Fachkarten)
Stauwasser				
Sickerwasser				

Abbildung 9: Übersicht der genutzten (Teil)Indikatoren bei der Bewertung der Expositionsänderung sowie der Sensitivität des Bodens für grundwasser-nahe, stauwasserbeeinflusste und grundwasserferne (sickerwasserbestimmte) Böden im Rahmen der Vulnerabilitätsabschätzung

In den Fällen, in denen mehrere (Teil)Indikatoren zur Bewertung einer Vulnerabilitätskomponente herangezogen werden (s. o.), erfolgt die Einstufung in die 5-stufige Bewertungsskala anhand einer Matrix (→ Tabelle 7).

Dabei ist zu beachten: Wird ein Teilindikator mit sehr hoch bewertet, während der andere Teilindikator mit einem sehr geringen Risiko bewertet wird, erfolgt die Gesamtbewertung auf Grund konservativer Annahme und es wird insgesamt die Stufe hoch vergeben.

Tabelle 7: Matrix zur Kombination der Bewertung von Teilindikatoren oder Komponenten der Vulnerabilitätsabschätzung

	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
sehr gering	sehr gering	gering	gering	mittel	hoch
gering	gering	gering	mittel	mittel	hoch
mittel	gering	mittel	mittel	hoch	hoch
hoch	mittel	mittel	hoch	hoch	sehr hoch
sehr hoch	hoch	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch

Die Bewertungsmatrix kann ebenso zur möglichen Verschneidung der Bewertung einzelner Komponenten der Vulnerabilitätsanalyse verwendet werden. Dabei ergibt sich hier die Sensitivität eines Ökosystems aus der Verknüpfung der Sensitivität des Bodens und der Sensitivität des Biotops. Expositionsänderung und

Sensitivität können anschließend zur Erfassung der Klimawandelwirkung (= Impact) kombiniert werden. Die Vulnerabilität des Ökosystems ergibt sich schließlich aus dem Impact und der Anpassungskapazität (→ Abbildung 10).

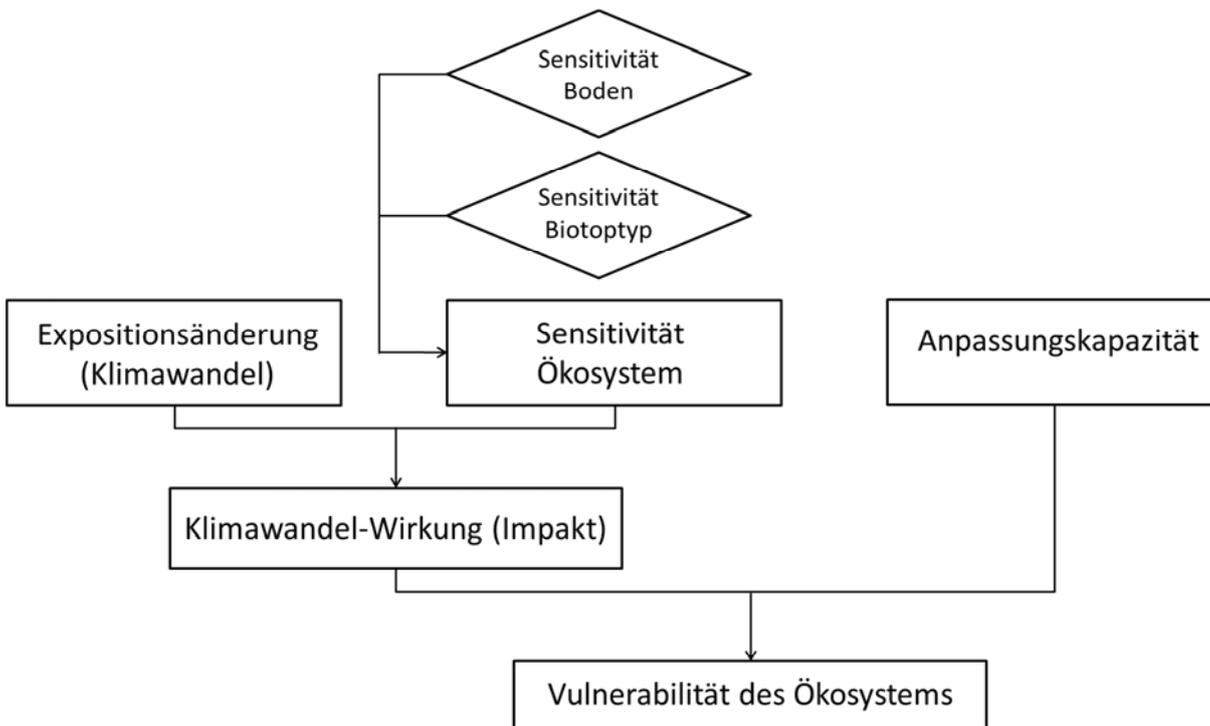


Abbildung 10: Mögliche Ableitung der Gesamtvulnerabilität in Anlehnung an das Konzept nach PARRY et al. (2007)

Eine Gesamtdarstellung der Vulnerabilität des Ökosystems bietet sich für einen Überblick möglicher Gefährdungsschwerpunkte an, jedoch gewährleistet das Aufzeigen der Bewertung der einzelnen Vulnerabilitätskomponenten eine höhere Transparenz

und ermöglicht (insbesondere durch die Indikatoren der Anpassungskapazität) bereits an dieser Stelle eine erste Ableitung möglicher Handlungsfelder (→ Karte 1, Kapitel 4.2.3.7.).

4.1.4. Anwendbarkeit der Methode

Mit Hilfe der vorgestellten Methode ist es möglich eine standort- und biotopbezogene Vulnerabilitätsabschätzung für die ausgewählten Biotopklassen mit Blick auf die Betroffenheit durch erhöhte Trockenheit im Zuge klimatischer Veränderungen vorzunehmen. Auch hierbei werden

komplexe Zusammenhänge nur vereinfacht wiedergegeben. Zur Einschätzung des potenziellen Risikos, dass durch vermehrte Trockenheit die aktuellen Regelungs- und Lebensraumfunktionen des Ökosystems dauerhaft beeinträchtigt werden, ist der indikatorbasierte Ansatz jedoch zielführend, da eine

relativ große Bandbreite beeinflussender Faktoren berücksichtigt wird. Zudem können bei ausreichender Datenlage Analysen mit vergleichsweise geringem Aufwand durchgeführt werden.

Da grundlegende Veränderungen in Ökosystemen häufig abrupt bei Überschreitung kritischer Schwellenwerte (Kippunkte) stattfinden und Ökosystemreaktionen nicht vorhersagbar sind, liefert die Vulnerabilitätsabschätzung keine Aussagen über tatsächliches Eintreten und Ausmaß der Störung, sondern stuft Ökosysteme relativ zu den betrachteten Ökosystemen in einem Untersuchungsraum hinsichtlich ihrer Vulnerabilität ein. Die verwendeten Stufen können dabei nicht im Sinne von Grenzbereichen aufgefasst werden, da auf Grund der komplexen Interaktionen im System (z. B. Rückkopplungsmechanismen) detaillierte quantitative Untersuchungen zu kritischen Schwellenwerten für Lebensräume in Mitteleuropa bislang nicht vorliegen (WEIS & SIEDENTROP 2013, RABITSCH & ESSL 2013b). Zudem wird mit der vorliegenden Methode allein das Risiko durch vermehrte Trockenheit auf Biototypenebene abgeschätzt. Andere klimawandelbedingte Gefährdungen wie z. B. eine erhöhte Gefahr durch intensivere und häufigere Extremereignisse, erhöhte Überflutungsgefährdung und ein damit einhergehendes erhöhtes Risiko für abiotische Schadereignisse (z. B. Erosion, Sturmschäden, Frostschäden) sowie ein erhöhtes Risiko für biotische Schadereignisse werden nicht betrachtet. Im Wesentlichen ist dies der Tatsache geschuldet, dass die u. U. real vorliegenden diesbezüglichen Daten nicht die notwendige räumliche Auflösung besitzen um auf Biotopenebene anwendbar zu sein. Zum anderen sind in diesem Bereich Ursache und Wirkungszusammenhänge zumeist sehr komplex und nur unzureichend geklärt. So wird das Auftreten von Insektenkalamitäten in Wäldern beispielsweise häufig als Folge von Veränderungen im Wärmehaushalt und die erhöhte Schadwirkung als

Folge verschiedener Prädispositionen angenommen (zusammenfassend u. a. in ERDMANN et al. 2008).

Auch indirekte klimawandelinduzierte Gefahren oder Abmilderungen von Gefährdungen, wie sie beispielsweise aus Veränderung der Landnutzung oder Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen resultieren können, werden nicht betrachtet.

Die vorliegende Risikoabschätzung kann jedoch (in den genannten Grenzen) die naturschutzfachliche Planung flankieren und zur Prioritätensetzung bei der Zielsetzung und der Umsetzung naturschutzfachlicher Maßnahmen (z. B. Renaturierungsmaßnahmen) im Sinne proaktiven Handelns beitragen.

Zur konkreten Maßnahmenplanung muss in Abhängigkeit des Entwicklungszieles schließlich eine detailliertere Abschätzung der Vulnerabilität bezüglich vermehrt auftretenden Trockenstresses erfolgen. Die Sensitivität bzw. Anpassungskapazität der verschiedenen Biototypen hängt dabei von verschiedenen weiteren Faktoren ab. Die beschreibenden Indikatoren/Parameter müssen jedoch auf Grund nicht flächendeckender Datenverfügbarkeit zumeist im Gelände erhoben werden.

Insbesondere mikroklimatische Effekte (z. B. Waldinnenklima, Kaltluftsenken), aber auch natürliche Zuflüsse können die Anpassungskapazität verschiedener Biotope bezüglich klimawandelbedingter Wassermangelsituationen erhöhen. Berücksichtigt werden müssen hier auch standörtliche Gegebenheiten wie Lage im Raum (z. B. Höhenlage, Exposition, Hangneigung), Bewuchs sowie die Größe des Biotops. Ebenso muss der Nährstoffstatus (besonders bei offenen ungenutzten Moorbiotopen) und der gegenwärtige Zustand genutzter Moorböden sowie die Beschaffenheit des Einzugsgebietes in die detailliertere Vulnerabilitätsabschätzung einbezogen werden. Erste Ansätze liegen z. B. von ELLNER (2010) für Wälder und von Meier-Uhlherr (in Vorber.) für naturnahe Moore vor.

4.2. Fallbeispiel zur standortbezogenen Risikoabschätzung für ausgewählte Ökosysteme im Klimawandel

Philipp Arndt, Nadine Nusko & Vera Luthardt

Die Methode zur standortbezogenen Risikoabschätzung für ausgewählte Ökosysteme im Klimawandel wurde beispielhaft für das Biosphärenreservat Schorfheide-

Chorin (im Folgenden BR SC) angewendet, validiert und die Anwendung für naturschutzfachliche Planungen evaluiert.

4.2.1. Hintergrund

Das BR SC – das als Großschutzgebiet innerhalb der Projektregion liegt – wurde als Untersuchungsraum zum einen aufgrund der flächendeckenden Verfügbarkeit benötigter Daten gewählt, zum anderen wird aktuell der Pflege- und Entwicklungsplan des Schutzgebietes überarbeitet. Die Ergebnisse der Risikoabschätzung können dort einfließen und ermöglichen so eine zeitnahe direkte Nutzung und Evaluierung der Ergebnisse. Für die Verwaltung des BR SC hat das Thema Klimawandel in den vergangenen Jahren deutlich an Priorität gewonnen. Es ist als Ziel formuliert, die Modellfunktion des BR auch in diesem

Bereich auszubauen und Strategien für den ländlichen Raum zu entwickeln (GRAUMANN 2012). Die Identifizierung möglicher Gefährdungsschwerpunkte im Zuge des Klimawandels macht es erst möglich diesen Aspekt in die Planung zu integrieren und unterstützt die Prioritätensetzung bei der Umsetzung naturschutzfachlicher Maßnahmen und den gezielten Einsatz begrenzter Ressourcen. Im Folgenden werden das Untersuchungsgebiet kurz vorgestellt, die methodischen Schritte der Risikoabschätzung anhand des Fallbeispiels erläutert und die Ergebnisse der Analysen dargestellt.

4.2.2. Räumliche Kulisse

Das BR SC liegt im Nordosten Brandenburgs (→ Anhang Karte 1) und ist mit 129.161 Hektar eines der größten Großschutzgebiete in Deutschland. Durch den integrativen Charakter, d. h. der Mischung aus Naturschutzflächen und der angestrebten nachhaltigen Landnutzung in der Normallandschaft, wird auf dieser Fläche ein wichtiger Beitrag zum Erhalt der Biodiversität geleistet (MUGV 2011a).

Vielzahl unterschiedlicher Seentypen, Wälder und offener Landschaftsteile geprägt ist.

Das BR SC zeichnet sich durch eine reichhaltige und differenzierte Kulturlandschaft aus, die durch eine

Besondere Ökosystemkomplexe sind zum Beispiel die baltischen Buchenwälder im UNESCO Weltnaturerbe Grumsin oder die vielgestaltige Abflussrinne des Döllnfließes. Ein wichtiger wertvoller Grundpfeiler ist die geringe Zerschneidung der Landschaft (KULTURLANDSCHAFT UCKERMARK E.V. 2013, MUGV 2002). Ein großer Teil des Biosphärenreservats ist zusätzlich gesetzlich geschützt (→ Tabelle 8).

Tabelle 8: Schutzgebiete und ihre Flächenanteile im BR SC - z. T. mit Flächenüberschneidungen (MUGV 2011b, MLUV 2010)

Naturschutzgebiete	28.326 Hektar	21,9% der Fläche des BR SC
FFH-Gebiete	49.106 Hektar	38,0% der Fläche des BR SC
SPA-Gebiete	63.034 Hektar	48,8% der Fläche des BR SC

4.2.2.1. Geomorphologie

Die landschaftliche Vielfalt beruht wesentlich auf der glazialen Prägung des Gebietes. Es ist die gesamte typische Abfolge einer glazialen Serie mit Grundmoräne-Endmoräne-Sander-Urstromtal vorzufinden.

Die große Hauptendmoräne (Pommersches Stadium) zieht sich von Nordwesten nach Südosten von Milmersdorf über Joachimsthal und Chorin nach Oderberg und teilt das Gebiet in die zwei dominierenden naturräumlichen Haupteinheiten „Uckermärkisches Hügelland“ und die „Schorfheide mit Templiner und Britzer Platte“ (MARCINEK 2002).

Das „Uckermärkische Hügelland“ umfasst den Choriner Endmoränenbogen der Pommerschen Eisrandlage, den Parsteiner See mit den umgebenden Grundmoränen und Sanderflächen, die sich nördlich anschließende Poratzer Grund- und Endmoränenlandschaft und die Grund- und Endmoränenlandschaft um Melzow und Greiffenberg. Gekennzeichnet ist das Gebiet durch flachwellige Lehmplatten und Talzüge einerseits und durch Höhenzüge und Hügelgebiete andererseits. Die Endmoränen sind stark geneigt, während die Talsandniederungen (bspw. bei Liepe und Chorin) eben bis schwach geneigt sind. In zahlreichen kleinen Senken haben sich nacheiszeitlich Seen und Moore gebildet. Nach Südosten stößt die Endmoräne direkt an das Oder-Urstromtal.

Das südwestlich anschließende Gebiet der „Schorfheide mit Templiner und Britzer Platte“ ist gekennzeichnet durch ausgedehnte ebene Sanderflächen die ältere Grundmoränen überlagern. Geschlossenen Grundmoränenplatten durchragen die Sanderfläche nur

bei Templin und Britz, wo sie von seenreichen Talsandrinnen durchzogen sind, ansonsten treten sie nur inselartig hervor. Das Kernstück der Sanderebene bildet die Schorfheide. Diese weist vor allem im mittleren Teil ausgedehnte spätglaziale Dünenfelder auf. Neben den seenreichen Schmelzwasserrinnen in diesem Gebiet finden sich in Ausblasungsmulden zahlreiche kleine Seen oder Versumpfungs- und Verlandungsmoore. Die Talsandebenen leiten westlich zur angrenzenden Luchlandschaft der Havelniederung über, während das Eberswalder Urstromtal den südlichen Abschluss bildet.

Entsprechend der geologischen Ausgangsbedingungen zeigt sich die Ausbildung der Bodendecke sehr heterogen. In der Grund- und Endmoränenlandschaft dominieren sandig bis sandig-lehmige Substrate, die Gesellschaften aus Parabraunerden (Fahlerden), Pseudogley-Braunerden und Braunerden aus Sand bilden. Die Dünen, Sander und Talsandgebiete im Südwesten sind überwiegend durch sandige Substrate gekennzeichnet und es dominieren Podsole und Podsol-Braunerden. In den Niederungen und Talsandbereichen haben sich Gleye und Braunerde-Podsole im Wechsel mit Niedermoor-Gley-Bodengesellschaften ausgebildet. Im Niederoderbruch treten daneben auch Auentone und Deckkaution hinzu (MARCINEK 2002, MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1962). Eine Übersicht der Geländestruktur gibt Karte 2 (→ Anhang).

Die differenzierten standörtlichen Gegebenheiten spiegeln sich zum einen in der Biotopausstattung, zum anderen in der Nutzungsstruktur und letztlich auch in den Ergebnissen der Risikoanalysen wieder (→ Kapitel 4.2.3.7.).

4.2.2.2. Biotopausstattung

Aus den Daten der aktuellen Biotopkartierung des Planungsbüros ENTERA (2013a) ergeben sich die in Tabelle 9 aufgelisteten Flächenanteile der Biotopklassen.

Tabelle 9: Flächen und Flächenanteile der Biotopklassen im BR SC, basierend auf der aktuellen Biotopkartierung von 2009-2012, Einzelflächen entstammen den Altkartierungen von 1993-2008 (ENTERA 2013)

Biotopklasse	Fläche in Hektar	Anteil
keine Angabe	44	0,0%
01 - Fließgewässer	204	0,2%
02 - Standgewässer	8.964	7,0%
03 - Anthr. Rohbodenstandorte & Ruderalfluren	586	0,5%
04 - Moore und Sümpfe	2.293	1,8%
05 - Gras- und Staudenfluren	16.278	12,6%
06 - Zwergstrauchheiden und Nadelgebüsche	26	0,0%
07 - Laubgebüsche, Feldgehölze, ...	1.614	1,3%
08 - Wälder und Forsten	63.889	49,6%
09 - Äcker	30.201	23,4%
10 - Biotop der Grün- und Freiflächen	1.150	0,9%
11 - Sonderbiotop	282	0,2%
12 - Bebaute Gebiete, Verkehrsanlagen, ...	3.405	2,6%
Summe	128.936	

Mit einem Flächenanteil von fast 50 % wird ein Großteil des BR SC von Wäldern und Forsten eingenommen. Etwa 25 % der Fläche werden ackerbaulich genutzt. In der Karte 5 (→ Anhang) lässt sich aus der räumlichen Verteilung auch hier ein Unterschied zwischen den Grundmoränenbereichen mit hohem landwirtschaftlichen Anteil und den Sandergebieten mit größerem Wald- und Forstanteil erkennen. Mit 7 % der Fläche haben die Standgewässer einen relativ großen Anteil am BR SC, mehr als das Doppelte der Wasserfläche im Landesdurchschnitt (AMT FÜR STATISTIK BERLIN BRANDENBURG 2013). Die Karte 5 (→ Anhang) zeigt auch die Vielfalt an Größen und Formen, sowie die Verteilung der Seen. Ein

typisches Beispiel der glazialen Prägung sind die Rinnenseen, wie der Werbellinsee oder der Großen Döllnsee, die als Schmelzwasserbahnen entstanden (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1962).

Sehr deutlich zeigt sich die geringe Intensität der Zerschneidung und Zersiedelung der Landschaft bei nur 2,6 % Siedlungs- und Verkehrsflächen. Im Land Brandenburg haben im Durchschnitt allein die Verkehrsflächen einen Anteil von 3,6 % (AMT FÜR STATISTIK BERLIN BRANDENBURG 2013). Durch Straßen- und weitere Infrastrukturausbauten ist jedoch aktuell eine Zunahme auch im BR SC zu erwarten (KRETSCHMER 2013).

4.2.2.3. Klimatische Verhältnisse und Klimaprojektionen mittels des Regionalmodells STAR 2

Das BR SC liegt im Übergangsbereich vom subkontinentalen zum kontinentalen Klimaeinfluss. Es ist geprägt durch eine relativ schnelle Frühjahrs Erwärmung, sonnige, heiße Sommer und relativ kalte Winter. Es gehört zu den regenärmsten Regionen Brandenburgs, wobei sich regionale Unterschiede zeigen. Während westlich der Linie Eberswalde-Joachimsthal-Gerswalde höhere Niederschläge und eine geringere Verdunstung gegeben sind, nimmt der Niederschlag in östlicher Richtung ab und die Verdunstung steigt an (MLUR 2003).

Die projizierten Klimaänderungen für das BR SC spiegeln im Wesentlichen die Veränderungen für Brandenburg wieder (→ Kapitel 2.2.). Tabelle 10 zeigt die gemittelten Werte von Temperatur und Niederschlag, sowie der klimatischen Wasserbilanz im BR SC für den hydrologischen Sommer und Winter²³ sowie die Jahresmittelwerte in der Referenzperiode 1961-1990 und für das 3K-Szenario des Regionalmodells STAR 2 für den Zeitraum 2031 bis 2060 (PIK 2010).

Tabelle 10: Spannbreiten klimatischer Parameter (Referenzzeitraum 1961-1990, STAR2 Projektionen für 2031-2060 und Differenzwert, PIK 2010)

1961-1990	Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)	Klimatische Wasserbilanz (mm)
Jahresmittel	7,8 bis 8,9	501 bis 586	-103 bis +29
Hydrologischer Sommer	13,6 bis 14,9	298 bis 323	-195 bis -140
Hydrologischer Winter	1,8 bis 2,7	191 bis 261	86 bis 168
2031-2060 absolute Werte	Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)	Klimatische Wasserbilanz (mm)
Jahresmittel	10,9 bis 12,2	449 bis 544	-289 bis -196
Hydrologischer Sommer	16,3 bis 17,7	231 bis 258	-350 bis -314
Hydrologischer Winter	5,6 bis 6,6	212 bis 283	55 bis 121
2031-2060 Differenz zu 1961-1990	Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)	Klimatische Wasserbilanz (mm)
Jahresmittel	3,1 bis 3,3	-93 bis -18	-226 bis -173
Hydrologischer Sommer	2,6 bis 2,7	-90 bis -49	-175 bis -151
Hydrologischer Winter	3,6 bis 4	-3 bis 32	-57 bis -27

In den Differenzen der Werte der klimatischen Parameter zwischen den Projektionen und dem Referenzzeitraum, zeigt sich eine deutliche Zunahme der Jahresdurchschnittstemperaturen mit einem Anstieg in West-Ost Richtung. Bezüglich der Niederschläge wird im Jahresmittel eine Abnahme zwischen 18 und 93 mm projiziert, wobei die Abnahme der Niederschläge hauptsächlich im Sommer erfolgen

würde. Die winterlichen Niederschläge nehmen hiernach nur leicht ab bzw. im Norden und Süden des Gebietes zu. Die Zunahme der Temperaturen im Winter erhöht jedoch die Verdunstung; desgleichen in den Sommermonaten, so dass die klimatische Wasserbilanz insgesamt negativer ausfällt.

Die möglichen Folgen der Klimaänderungen wurden bereits in Kapitel 2.3. allgemein erläutert.

²³ hydrologischer Winter: 1. November – 30. April, hydrologischer Sommer: 1. Mai – 31. Oktober (DIN 1992)

4.2.2.4. Grundwassertrend

Die Auswertung des Landesmessnetzes Brandenburg (1183 Pegel) für den Zeitraum 1976-2005 durch das Landesumweltamt zeigt (LUA 2009a) überwiegend fallende Grundwasserstände im BR SC (→ Anhang Karte 7). In den Niederungsgebieten ergab sich hierbei mehrheitlich kein signifikanter Trend, da diese hauptsächlich durch künstliche Entwässerung, Stauregulierungen sowie das Abflussgeschehen der Flüsse beeinflusst werden.

Die stärksten Grundwasserstandsänderungen treten in der Nähe der Wasserscheiden auf, was auf einen absoluten Rückgang der Grundwasserneubildung innerhalb der Hochflächen schließen lässt, aber auch durch eine erhöhte Zehrung in den Niederungen bedingt sein kann (ebd.).

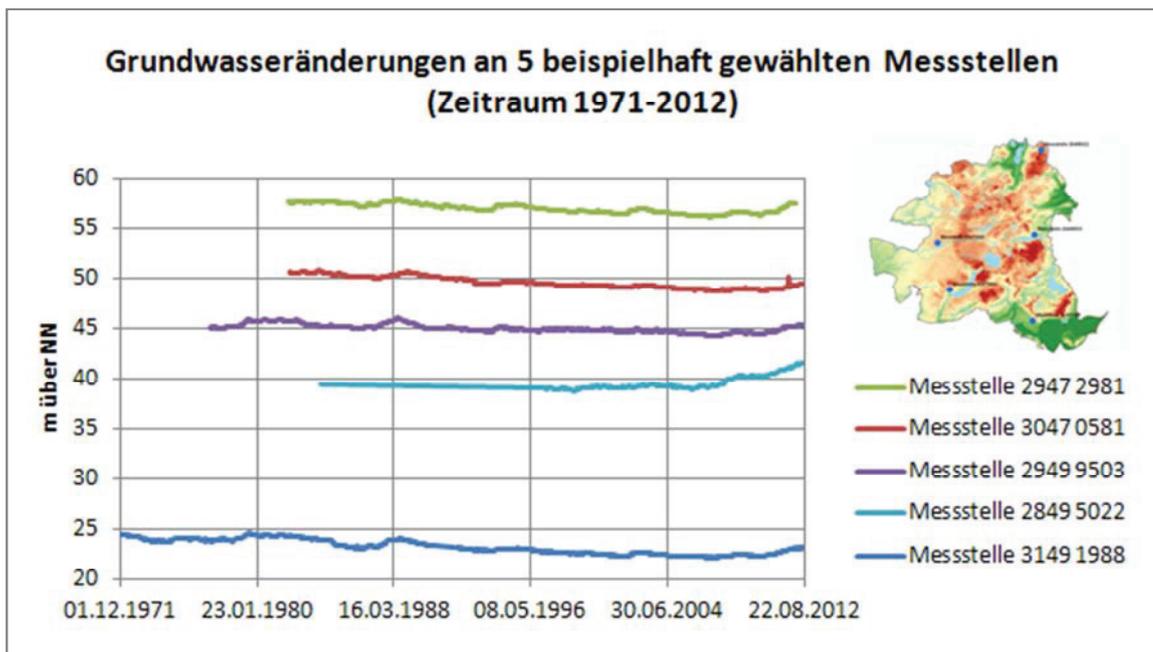
Die stärksten Rückgänge im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin werden im Südwesten im Bereich der Britzer Platte, teilweise auch in der Schorfheide verzeichnet. Hier sanken die Grundwasserstände im o. g. Zeitraum zwischen -1 bis <-3 cm/Jahr. Aber auch im südlichen Bereich des Uckermärkischen Hügellandes; wesentlich im Bereich der Choriner Endmoränenlandschaft und der Poratzer Grund- und

Endmoränenlandschaft fielen die Grundwasserstände um -1 bis -3 cm/Jahr ab. Moderate Absenkungen von -0,1 bis -1 cm/Jahr verzeichnete das Gebiet um Templin sowie Teile der Schorfheide. Teils setzt sich dieser Abfall östlich bis hinter die Haupteisrandlage des Pommerschen Stadiums in das Uckermärkische Hügelland fort. In den zentralen Bereichen wurden hier jedoch gleichbleibende Wasserstände verzeichnet. In den Niederungsgebieten im Nordteil der Barnimplatte und des Eberswalder Tals, sowie in Teilbereichen des Oderbruchs, stiegen die Grundwasserstände leicht an.

Die letzten feuchten Jahre führten zu einem teilweise deutlichen Wiederanstieg der Pegel. In Abbildung 11 ist für fünf beispielhaft gewählte Grundwassermessstellen im BR SC die Entwicklung der Grundwasseränderung aufgezeigt.

Für die Analyse der Gefährdung durch zunehmende Trockenheit wird die lange Phase des Absinkens der Grundwasserstände seit den 70er Jahren bis 2006 exemplarisch herangezogen, da sie die zu erwartenden Trends einer solchen Konstellation bereits dokumentiert.

Abbildung 11: Beispielhafte Veränderungen des Grundwasserstands an 5 Messstellen im BR SC (Daten des LUGV BRANDENBURG, 2012b)



4.2.3. Einsatz und Anpassung der Methode zur standortbezogenen Risikoabschätzung für ausgewählte Ökosysteme im Klimawandel am Beispiel des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin

Die Einschätzung des Risikos zunehmender Trockenheit im Zuge klimatischer Veränderungen für ausgewählte Ökosysteme im BR SC folgt der in Kapitel 4.1.1. vorgestellten Methode. Dafür mussten die Einzelflächen zunächst den verschiedenen Bodenhydromorphietypen zugeordnet und eine

Hauptbodenart zugewiesen werden, um die Standortunterschiede bei Grund-, Stau- und Sickerwasserböden anhand der in Abbildung 9 dargestellten Methodik zu berücksichtigen und die jeweils relevanten Teilindikatoren auszuwählen (→ Kapitel 4.1.2.).

4.2.3.1. Zuordnung der Bodenhydromorphietypen

Die Unterteilung in grundwassernahe, stauwasserbeeinflusste und grundwasserferne Standorte (Grund-, Stau- bzw. Sickerwasserböden) erfolgte zunächst für die Wald- und Forstflächen mittels Daten der Forstlichen Standortserkundung Brandenburgs StoK (LFB 2010) und für die landwirtschaftlich genutzten Flächen mittels Daten der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung MMK (BGR 2007). Da die MMK lediglich im Bearbeitungsmaßstab 1:100.000 vorliegt und der Standortsregionaltyp stets nur die vorherrschenden Verhältnisse wiedergibt, wurden Daten zu den Grundwasserflurabstandsklassen aus dem Wasserhaushaltsmodell ABIMO²⁴ (MUGV 2009a), sowie Daten der Moorkarte Brandenburg²⁵ (LUGV 2007) als zusätzliche Informationsquellen herangezogen. Alle Daten stehen als digitale Datensätze zur Verfügung (ArcGIS-Shapefiles).

Die Ableitung der Grund-/Stauwasserstufen erfolgt nach der forstlichen Standortserkundungsanleitung anhand der kartierten Feinbodenform, welche mittels des Feinbodenformenkataloges (SCHULZE 1998) ermittelt wird. Jede Feinbodenform ist einer Stamm-Standortsformengruppe zugeordnet. Hier spiegeln sich in Abhängigkeit der Stamm-Eigenschaften der Einzelflächen (u. a. Bodenform, Grund-/Stauwasserstufe)²⁶ die vegetationswirksamen

Naturraumeigenschaften (Nährkraftstufe, Feuchtestufe, Substratuntergruppe, Klimastufe) wieder (SCHULZE 1997). Anhand der Stamm-Feuchtestufe wurden anschließend Grundwassertiefenstufen nach RUSS & RIEK (2011) zugeordnet, welche in Tabelle 11 dargestellt sind.

Tabelle 11: Grundwassertiefenstufen der SEA 95 und SEA 75 (aus RUSS & RIEK 2011)

Stufe	Grundwasserflurabstand
1	oberhalb Flur
2	um 0,1 m [0 ... 0,2]
3	um 0,35 m [>0,2 ... 0,5]
4	um 0,75 m [>0,5 ... 1,0]
5	um 1,4 m [>1,0 ... 1,8]
6	um 2,4 m [>1,8 ... 3,0]
7	fehlendes oder unterhalb 3 m einsetzendes Grundwasser

Als grundwassernah wurden all jene Flächen eingestuft, welche die Grundwassertiefenstufen 1 bis 4, also einen Grundwasserflurabstand von <1 m aufweisen. Bei Flurabständen weniger als einem Meter haben auch die meisten krautigen Pflanzen Zugriff auf das Grundwasser (→ Kapitel 4.1.2.).

²⁴ Datenquellen: ATKIS DLM und DGM der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB 2000, 2004), Meteorologische Daten des DWD, Bodenübersichtskarte des LBGR (2012), Grundwasservorratsprognosen

²⁵ Daten aus MMK, HU Moorarchiv, GFE Berlin

²⁶ ausführlich in SCHULZE (1997)

[Abhängig vom Zeitpunkt ihrer Erhebung liegen jedoch nicht für alle Flächen im Untersuchungsgebiet Kartiererergebnisse im Feinbodenformensystem vor (ausführlich dazu in RUSS & RIEK 2011). Bei Altkartierungen, Komplex- und Sonderstandorten lassen sich nur sehr selten eindeutige Grund- und Stauwasserstufen zuordnen; hier handelt es sich zumeist um sehr heterogene bzw. stark anthropogen überprägte Gebiete. Aus diesem Grund enthielten einige Komplexstandorte keine Angaben zur Stammfeuchtestufe, so dass hier keine Zuordnung möglich war. Flächen die stark anthropogen überprägt sind, wurden innerhalb der Analysen nicht betrachtet.]

Für alle landwirtschaftlich genutzten Flächen wurden die Angaben zum Hydromorphieflächentyp (Sickerwasser, Staunässe, Grundwasser) aus der MMK zur Ableitung des Wasserregimes verwendet. Es wurde der Hydromorphietyp gewählt, welcher flächenmäßig überwiegend vertreten war. Bei gleicher Verteilung innerhalb der Flächenanteile wurde das Attribut „komplex“ vergeben.

Zusätzlich wurden aus den Daten des Wasserhaushaltsmodells ABIMO (siehe oben) die Bereiche der Grundwasserflurabstandsklasse <1 m, sowie die Moorstandorte nach Moorkarte Brandenburg selektiert; ihnen wurde das Attribut Grundwasser zugeordnet [zu beachten: bei Moorstandorten kann es sich auch um stauwasserbeeinflusste Böden handeln; dies ist aus der Moorkarte jedoch nicht ohne Weiteres ableitbar und so wurden die Moorstandorte den

4.2.3.2. Ermittlung der Hauptbodenart

Anschließend wurde den einzelnen Flächen mittels der o. g. Datengrundlagen eine Hauptbodenart zugewiesen. Aus der Forstlichen Standortskarte wurden hierzu die Feinbodenformen der Flächen genutzt. Ihnen wurde eine Hauptbodenart mittels des Feinbodenformenkatalogs (SCHULZE 1998) zugeordnet. Bei Komplexstandorten wurde die flächenmäßig meist vertretene Bodenart genutzt. Bei gleicher Verteilung wurde das Attribut „komplex“ zugeordnet. [Insbesondere bei Komplexstandorten, aber auch bei

grundwasserbeeinflussten Böden zugeordnet – die Grundwassertrends gehen also für alle Moorstandorte mit in die Bewertung ein.]

In Karte 4 (→ Anhang) und Tabelle 12 sind die räumliche Verteilung und die jeweiligen Flächenanteile der Bodenhydromorphietypen dargestellt. Den dominierenden Anteil mit 60 % der Fläche des BR SC bilden die Sickerwasserböden, deren räumliche Schwerpunkte in den Sanderflächen im Südwesten liegen. Mit 30 % der Fläche sind die grundwasserbeeinflussten Standorte am zweithäufigsten vertreten und vor allem in den Niederungen, wie im Oderbruch, der Havel-Döllnfließ-Niederung und der Welse-Sernitz-Niederung, konzentriert. Stauwasserböden lassen sich vor allem in der Endmoräne und im Norden des BR SC feststellen, jedoch nur mit einem Flächenanteil von 4 %.

Tabelle 12: Flächen und Flächenanteile der Bodenhydromorphietypen im BR SC, abgeleitet aus Daten der StoK (LFB 2010), MMK (BGR, 2007), der Niedermoorkarte Brandenburgs (LUGV 2007) und Abimo (MUGV 2009a)

Bodenhydromorphietyp	Fläche in Hektar	Anteil
keine Angabe	5.923	4,6%
Komplexstandort	130	0,1%
Grundwasser	38.715	30,0%
Sickerwasser	78.445	60,7%
Stauwasser	5.951	4,6%
Summe	129.164	

Altkartierungen war eine Zuordnung auf Grund fehlender Daten nicht immer möglich. Betreffende Fläche erhielten das Attribut „keine Angabe“ („k. A.“). Innerhalb der MMK wurden die Angaben zum Substratflächentyp zur Ableitung der Hauptbodenart genutzt. Die Moorkarte Brandenburg diente der zusätzlichen Ausweisung von Moorstandorten und dem Substrattyp „Torf“.

Es wurden die Bodenarten und Bodenartengemische Sand, Sand/Lehm, Lehm, Schluff, Ton und Torf für die

Einzelflächen im Untersuchungsgebiet ausgewiesen. Das Attribut Sand/Torf wurde bei Standorten vergeben auf denen flächenmäßig sandige Substrate überwiegen, jedoch kleinflächig Niedermoortorfe auftreten.

Bei der Verteilung der Hauptbodenarten dominiert Sand deutlich vor Lehm und Torf. Vor allem der Süden und der Westen des BR SC – mit Ausnahme der Ackerlandschaft Britz – sind durch sandige Standortbedingungen geprägt. Im Nordosten des BR sind die Bodenverhältnisse differenzierter – mosaikartig – und stärker von Lehm und Torf geprägt. Die flächenmäßige Darstellung der Hauptbodenarten ist in der Karte 3 (→ Anhang) zu sehen, in der Tabelle 13 ist die prozentuale Verteilung dargestellt. Die generierten Daten weisen gegenüber den zur Verfügung stehenden Daten aus beispielsweise der Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:300.000 eine höhere Genauigkeit auf und die Auflösung wurde deutlich verbessert.

Auf dieser Grundlage konnten schließlich die Indikatoren der einzelnen Komponenten der Vulnerabilitätsabschätzung für das BR SC mit Daten hinterlegt und bewertet werden.

4.2.3.3. Indikatoren der Expositionsänderung und Bewertung

Für die Abschätzung der zukünftigen klimatischen Veränderungen im BR SC wurden Klimadaten und Projektionen des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK), ein INKA BB Verbundpartner, genutzt. Verwendet wurden bei der Betrachtung der klimatischen Wasserbilanz zum einen Daten des Referenzzeitraumes 1961 bis 1990, zum anderen die Klimaprojektion des Regionalmodells STAR2 für den Zeitraum 2031 bis 2060 im K3 Szenario und die Differenzen beider Datensätze (PIK 2010).

Das K3 Szenario wurde den anderen Varianten vorgezogen, um eine Unterschätzung der kommenden Veränderungen zu vermeiden. Zudem hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass die Szenarien mit den größten CO₂ Emissionen (z. B. A1FI) den aktuellen Tendenzen am ehesten entsprechen. (vgl. LINKE 2010)

Tabelle 13: Flächen und Flächenanteile der Hauptbodenarten im BR SC, abgeleitet aus Daten der StoK (LFB 2010), MMK (BGR 2007) und der Niedermoorkarte Brandenburgs (LUGV 2007)

Hauptbodenarten	Fläche in Hektar	Anteil
keine Angabe	8.131	6,3%
Gewässer	446	0,3%
Komplexstandort	464	0,4%
Lehm	27.902	21,6%
Lehm oder Schluff	117	0,1%
Sand	56.595	43,8%
Sand/Lehm	10.998	8,5%
Schluff	1	0,0%
Ton	1.255	1,0%
Torf	22.867	17,7%
Torf (in Siedlungsbereichen)	129	0,1%
Torf (übersandet)	245	0,2%
Torf/Sand	12	0,0%
Summe	129.164	

Die räumliche Darstellung der zu erwartenden **Differenzen in der klimatischen Wasserbilanz** zum Referenzzeitraum für das BR SC ist in Karte 6 (→ Anhang) dargestellt.

Es wird deutlich, dass in den meisten Bereichen des BR SC mit sehr hohen Abnahmen der klimatischen Wasserbilanz zu rechnen ist. Geringe Abnahmen sind die Ausnahme - sie liegen vor allem im Südosten und – westen im Oderbruch, sowie der Gegend südlich des Werbellinsees.

Zur Ableitung der Gefährdung auf Grund **fallender Grundwasserstände** zwischen 1976 und 2005, wurde eine Auswertung des landesweiten Pegelnetzes durch das Landesumweltamt Brandenburg genutzt (LUA 2009a). Da Projektionen zur zukünftigen Entwicklung der Grundwasserstände für das Gebiet fehlen, gelten die vergangenen Trends als Hinweis auf zukünftige

Belastungen. Die Periode von 1976 – 2005 kann insbesondere als Referenz für das hier betrachtete Risiko „zunehmender Trockenheitsstress“ dienen. Speziell Gebiete mit aktuell bereits sinkenden

Grundwasserständen sind zudem durch die zu erwartenden klimatischen Veränderungen zusätzlich belastet.

Zusammenführende Bewertung

Die Bewertung der Veränderung der klimatischen Wasserbilanz (→ Tabelle 14) wurde in 5 Klassen mittels GIS Analyse (Methode „natürliche Unterbrechungen“) für den vorkommenden Wertebereich im BR SC durchgeführt.

Die Bewertung der Veränderung der Grundwasserspiegel richtet sich nach LUA 2009 (→ Tabelle 15). Für die Einstufung der Grundwasserstandsänderungen wurden vorerst nur die im BR SC vorkommenden Wertespannen berücksichtigt, so dass auch hier eine regionale Anpassung der Bewertung bei anderen Untersuchungsgebieten in Brandenburg nötig wird. Die Trends der Grundwasserstandsänderung sind in Karte 7 (→ Anhang) abgebildet.

Für grundwassernahe Standorte ergibt sich die Expositionsänderung aus der Kombination der Bewertung der klimatischen Wasserbilanz und der Bewertung der Grundwasserspiegelveränderungen anhand der Bewertungsmatrix (→ Kapitel 4.1.3.). Für Stau- und Sickerwasserböden erfolgt die Bewertung der Exposition ausschließlich anhand der Veränderung der jährlichen klimatischen Wasserbilanz (→ Kapitel 4.1.3.).

Tabelle 14: Bewertung der klimatischen Wasserbilanz im Jahresdurchschnitt (Differenz des STAR 2, 3K Szenarios für 2031-2060 zum Referenzzeitraum 1961-1990)

Differenz der klimatischen Wasserbilanz in mm	Bezeichnung	Risiko-Stufe
-173 bis -190	Sehr gering	1
-191 bis -202	Gering	2
-203 bis -211	Mittel	3
-212 bis -219	Hoch	4
-220 bis -225	Sehr hoch	5

Tabelle 15: Bewertung der Grundwasserstandsänderungen im Zeitraum 1976 - 2005 in Brandenburg (nach LUA 2009)²⁷

GW Trend 1975-2005 in cm/a	Bezeichnung	Sensitivität-Stufe
>0,1 bis 1	Sehr gering	1
gleichbleibend	Gering	2
-0,1 bis -1	Mittel	3
-1 bis -3	Hoch	4
<-3	Sehr hoch	5

²⁷ Interpolation von 1183 Messstellen

4.2.3.4. Indikatoren für die Sensitivität Boden

Auf Basis der ermittelten Hauptbodenart (s. o.) konnten den Einzelflächen Kennwerte der Wasserbindung bzw. -bewegung zugeordnet werden.

Mittels der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 2005) wurden den Bodenarten/-gemischen Spannweiten **nutzbarer Feldkapazität** bei mittlerer Trockenrohdichte zugeordnet, wobei Zu- und Abschläge in Abhängigkeit organischer Bodensubstanz auf Grund fehlender Daten nicht berücksichtigt werden konnten (→ Kapitel 4.1.2.2.).

Zu beachten ist, dass der Substrattyp Torf auf dieser Basis sehr hohe Werte für die nutzbare Feldkapazität

und die kapillare Aufstiegsrate erhält. Dies gilt jedoch nur eingeschränkt für pedogen veränderte Torfe (vererdet, vermulmt, aggregiert). Angaben zum Zustand der Torfe lassen sich aus den vorhandenen Daten jedoch nicht ableiten, es muss aber davon ausgegangen werden, dass viele der Moorstandorte mehr oder weniger stark degradierte Torfe mit veränderten physikalischen Eigenschaften (zumindest im Oberboden) aufweisen (ZEITZ 2003). Eine detailliertere Abschätzung kann nur einzelfallbezogen im Gelände erfolgen.

Zusammenführende Bewertung

Die Bewertung für die Kennwerte der Wasserbindung bzw. -bewegung erfolgte nach Bodenkundlicher Kartieranleitung wie folgt [zu beachten: geringe Werte

für Wasserbindung/-bewegung führen zu einer hohen Trockenheitsgefährdung, respektive Sensitivität]:

Tabelle 16: Einstufung der nutzbaren Feldkapazität und der kapillaren Aufstiegsrate (nach AD-HOC-AG BODEN 2005, Tabelle 74/80 S. 349/355)

Nutzbare Feldkapazität in Vol.%	Kapillare Aufstiegsrate in mm/d	Bezeichnung	Sensitivitäts-Stufe
<6	<0,5	Sehr gering	5
6 bis <14	0,5 bis <1	Gering	4
14 bis <22	1 bis <2	Mittel	3
22 bis <30	2 bis <5	Hoch	2
≥30	≥ 5	Sehr hoch	1

Für hydromorphe Standorte (Grund- und Stauwasserböden) ergibt sich die Sensitivität des Bodens aus der Kombination der Bewertung der nutzbaren Feldkapazität und der Bewertung der **kapillaren Aufstiegsrate** anhand der

Bewertungsmatrix (s. o.). Für Sickerwasserböden erfolgt die Bewertung der Sensitivität Boden ausschließlich anhand der nutzbaren Feldkapazität (→ Kapitel 4.1.3.).

4.2.3.5. Indikatoren für die Sensitivität Biototyp

Um die Sensitivität des jeweiligen Biotops flächenscharf auszuweisen, wurden die Biototypen aus der aktuellen Biotopkartierung (ENTERA 2013) mit den Bewertungen der Empfindsamkeit gegenüber Trockenstress anhand der **Wasserstandsamplitude** des gegenwärtigen Vorkommens der Biototypen (→ Kapitel 4.1.2.2.) verknüpft.

Als Datengrundlage zur Identifizierung der Biototypen wurde hier die Biotopkartierung des BR

SC genutzt (ENTERA 2013a). Ziel der Betrachtung und Abschätzung des Risikos gegenüber dem Klimawandel sind ausgewählte, naturschutzfachlich besonders wertvolle Biotope der Biotopklassen Moore und Sümpfe (04), Gras- und Staudenflure (05) und Wälder und Forsten (08). Ausgeschlossen wurden größtenteils Biototypen stärkerer anthropogener Nutzung, wie beispielsweise Forste oder intensiv genutztes Grünland (→ Kapitel 4.1.2.2.).

Bewertung

Die Zuordnung der Wasserstufenamplituden zu einzelnen Biototypen wurde wie in Kapitel 4.1.2.2. beschrieben vorgenommen. Zum Beispiel zeigt die Bewertung des Biototyps Torfmoos-Moorgehölze (Biotopcode 04312) – mit einem Vorkommen in den Wasserstufen 4+ und 5+, also einer Amplitude von 2, dass es sich diesbezüglich um ein hoch sensitives Biotop handelt. Ein Beispiel für eine geringe Sensitivität ist der Biototyp „Röhrichte nährstoffreicher Moore und Sümpfe“ (Biotopcode 04510) mit den potentiellen Wasserstufen 3+ bis 6+ und somit der Amplitude 4.

Die Bewertungsstufen der Sensitivität gegenüber Trockenphasen wurden folgenderweise eingeteilt:

Tabelle 17: Einstufungen der Sensitivität Biototyp anhand der Spannbreite der Wasserstufen

Wasserstufen	Bezeichnung	Sensitivitäts-Stufe
1 Stufe	Sehr hoch	5
2 Stufen	Hoch	4
3 Stufen	Mittel	3
4 Stufen	Gering	2
5 Stufen	Sehr gering	1

4.2.3.6. Indikatoren der Anpassungskapazität

Aus der Datenbank der Biotopkartierung wurden zur Bewertung der Anpassungskapazität Daten des FFH-**Erhaltungszustands** und der **Biotopausbildung** für die einzelnen Biotope aus den Grundbögen extrahiert,

um den Ist-Zustand zu erfassen. Ebenso wurden hier die Daten für die Gefährdung/Beeinträchtigung durch **künstliche Entwässerung** der einzelnen Biotope ermittelt.

Bewertung

Aufgrund der Bewertung des FFH-Erhaltungszustands in den drei Kategorien „sehr gut“, „gut“ und „mittel bis schlecht“, sowie der ebenfalls dreistufigen Bewertung der §32 Biotopausbildung mit „besonders typisch (nicht

gestört)“, „typisch (gering gestört)“ und „untypisch (gestört)“ (LUA 2007), wurde die Bewertung der Anpassungskapazität ebenfalls nur dreistufig vorgenommen:

Tabelle 18: Bewertungsstufen der Anpassungskapazität (Ist-Zustand)

Ist-Zustand	Bezeichnung	Anpassungskapazitätsstufe
FFH-Erhaltungszustand „mittel bis schlecht“ oder §32 Biotopausbildung „untypisch (gestört)“	geringe Anpassungskapazität	1
FFH-Erhaltungszustand „gut“ oder §32 Biotopausbildung „typisch (gering gestört)“	mittlere Anpassungskapazität	3
FFH-Erhaltungszustand „sehr gut“ oder §32 Biotopausbildung „besonders typisch (nicht gestört)“	hohe Anpassungskapazität	5

Als zusätzlicher Parameter der Anpassungskapazität wurde die Gefährdung durch künstliche Entwässerung geprüft. Hierzu wurden die Daten aus der Biotopkartierung (ENTERA 2013a) nach dem Merkmal „Gefährdungen und Beeinträchtigungen“ des

Biotopkartierungsgrundbogens ausgewertet. Unter Schlüsselcode 12 ist die Entwässerung erfasst. (LUA 2007) Die Bewertung wurde in diesem Fall nur zweistufig vorgenommen, da nur die Möglichkeit einer Gefährdung durch Entwässerung oder nicht besteht.

Tabelle 19: Bewertungsstufen der Anpassungskapazität (Gefährdung durch Entwässerung)

Gefährdung durch Entwässerung	Bezeichnung	Anpassungskapazitätsstufe
Gefährdet durch Entwässerung	geringe Anpassungskapazität	1
Keine Gefährdung durch Entwässerung	hohe Anpassungskapazität	5

Der Teilindikator „Gefährdung durch Entwässerung“ zeigt eine zusätzliche Information, zur Einschränkung der Anpassungskapazität gegenüber dem Risiko durch

Trockenstress, auf. Eine Verschneidung mit dem Teilindikator des FFH-Erhaltungszustands bzw. der Biotopausbildung findet nicht statt.

4.2.3.7. Ergebnisse

Expositionsänderung und Sensitivität Boden

Die Ergebnisse der Bewertung der Expositionsänderung und der Sensitivität des Bodens sind – nach Biotopklassen aufgeschlüsselt – in den Karten 10 und 11 (→ Anhang) abgebildet. Die Abbildungen 12 und 13 geben einen Überblick zur Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Bewertungsstufen der Expositionsänderung und der Sensitivität Boden. [Da sich die Biotope zum Teil über verschiedene Teilflächen der Expositionsänderung und der Sensitivität Boden erstrecken, wurde für den

weiteren Verlauf der Analyse jeweils der gewichtete Mittelwert der Teilflächen errechnet.]

Bei der Verteilung der Klassen der Exposition dominiert das hohe Risiko auf ca. zwei Dritteln der Fläche des BR SC, während die Stufen „gering“, „mittel“ und „sehr hoch“ sich um einen Anteil von 10 % verteilen. Die Stufe sehr gering kommt nur minimal vor (→ Abbildung 12).

Bei der Bewertung der Sensitivität des Bodens gegenüber einem zunehmenden Trockenstress kommt die Einstufung „hoch“ im Schutzgebiet am häufigsten

vor, gefolgt von „mittel“ und „gering“. Die durchschnittliche Bewertung ist also tendenziell mittel bis hoch (→ Abbildung 12).

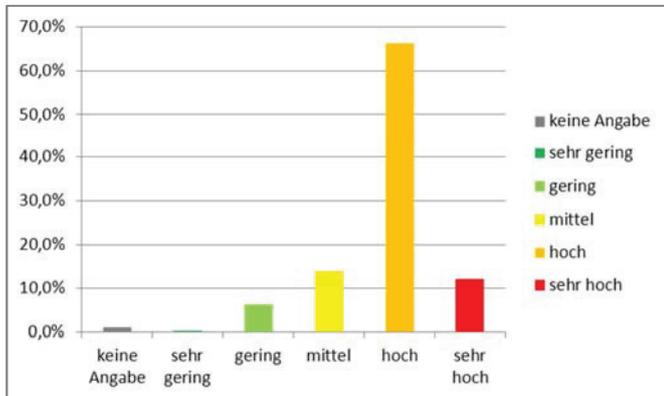


Abbildung 12: Flächenanteile der Risikostufen bei der Bewertung der Expositionsänderung im BR SC

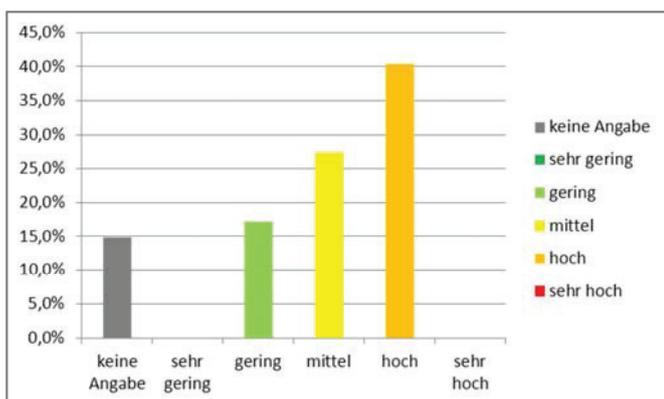


Abbildung 13: Flächenanteile der der bewerteten Bodensensitivität im BR SC

Entsprechend der in Abbildung 12 gezeigten Verteilung der Risikoklassen bei der Exposition, ist fast der gesamte Raum des BR SC mit hohem oder sehr hohem Risiko eingestuft. Ausnahmen finden sich nur im Süden

Sensitivität Biototyp

In Abbildung 14 und Tabelle 20 ist die Verteilung der Sensitivität nach den Biotopklassen abgebildet. Zu erkennen ist, dass von den untersuchten Biotopklassen die Wälder (beachte: ohne Forste) mit der durchschnittlich höchsten Sensitivität bewertet sind, vor den Gras- und Staudenfluren und abschließend den naturnahen Mooren. Die räumliche Verteilung der Sensitivität im BR SC ist in der Karte 12 (→ Anhang)

und insbesondere im Südosten - im Oderbruch - wo Bereiche mit sehr geringem Risiko vorkommen. Kleinere Bereiche mit mittlerem Risiko liegen in der Havel-Döllnfließ-Niederung im Westen des BR SC sowie im Norden im Oberuckerseetal und Melzow-Wilmersdorfer Forst. Die geringere Betroffenheit der Niederungsgebiete in dieser Bewertung ist auf deren geringere Grundwasserabfälle in dem betrachteten Referenzzeitraum von 1976-2005 zurückzuführen.

Die Verteilung der Risikostufen bei der Sensitivität Boden ist deutlich differenzierter. Insgesamt lässt sich eine Zunahme des Risikos von Nord-Ost nach Süd-West feststellen. Im Südosten, beispielsweise im Raum des Choriner Endmoränenbogens oder auch der Ackerlandschaft Großziethen und dem Parsteinbecken, hingegen ist die Verteilung der Risikobewertung kleinteiliger, mosaikartig. Auch die Verteilung der Bodensensitivität im Nordwesten und -osten ist größtenteils wechselhaft. Beispiele sind das östliche Templiner Seengebiet oder die Poratzer Moränenlandschaft und der Görldorfer Forst. Durch ein hohes Risiko sind vor allem die Sanderflächen im Südwesten, wie die zentrale und nördliche Schorfheide, das Werbellinseegebiet und Forst Joachimsthal, ausgezeichnet. Hier spiegelt sich die oben beschriebene differenzierte naturräumliche Untergliederung des Biosphärenreservats wider, die sich durch die glaziale Genese vor allem in den Bodenverhältnissen, aber auch der Geländemorphologie niederschlägt.

abgebildet. Aus der Karte lassen sich kaum deutliche Schwerpunkträume erkennen, eher gibt es eine heterogene Verteilung. Eine Ausnahme stellt der nordwestliche Randbereich des BR SC dar. Hier gibt es eine vergleichsweise hohe Sensitivität im Vergleich mit den zentralen Bereichen oder auch dem Südosten. Ebenso lassen sich einige großflächige Bereiche mit hoher Sensitivität erkennen, bei denen es sich

hauptsächlich um Biotope der Gras- und Staudenfluren in den Niederungen handelt – wie etwa den Feuchtweiden und –wiesen zwischen Eberswalde und Niederfinow oder den großen Feuchtweiden bei Greiffenberg, nördlich von Angermünde.

Tabelle 20: Anzahl der bewerteten Biotope je Sensitivitätsstufe, untergliedert in die Biotopklassen im BR SC

Stufe	Moore	Wiesen	Wälder
keine Angaben	57	14	21
sehr gering	0	0	0
gering	371	867	0
mittel	898	710	1.612
hoch	160	687	1.260
sehr hoch	44	38	5

Anpassungskapazität

Im Untersuchungsgebiet BR SC sind die meisten Biotope mit einer mittleren Anpassungskapazität bewertet, schon deutlich weniger sind mit geringer und ein kleiner Anteil ist mit hoher Anpassungskapazität vertreten. Aufgeschlüsselt nach den Biotopklassen findet sich die Verteilung in Tabelle 21 bzw. Abbildung 15. Die Einstufung der Anpassungskapazität ist unter den einzelnen Biotopklassen ähnlich verteilt.

Im BR SC ist fast ein Viertel der untersuchten Biotope (23,8 %) durch Entwässerung gefährdet oder beeinträchtigt. Hierbei haben die Waldbiotope den größten Anteil (9,5 %), gefolgt von den Mooren (7,9 %) und den Wiesen mit 6,4 %. Die Übersicht der betroffenen Biotope ist in Karte 14 (→ Anhang) räumlich dargestellt.

In Karte 13 (→ Anhang) wird anhand von zwei Detailausschnitten (A: südlich des Wolletzsees bei

Die Zusammenführung der Ergebnisse erfolgt flächenscharf in einem tabellarischen Raster, so dass die Einzelkomponenten der Gefährdungsanalyse

Räumliche Konzentrationen von hoher oder sehr hoher Sensitivität sind für Planer und andere Akteure in der Untersuchungsregion auch Hinweis auf Schwerpunkträume, in denen vorrangig bestimmte Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden müssen.

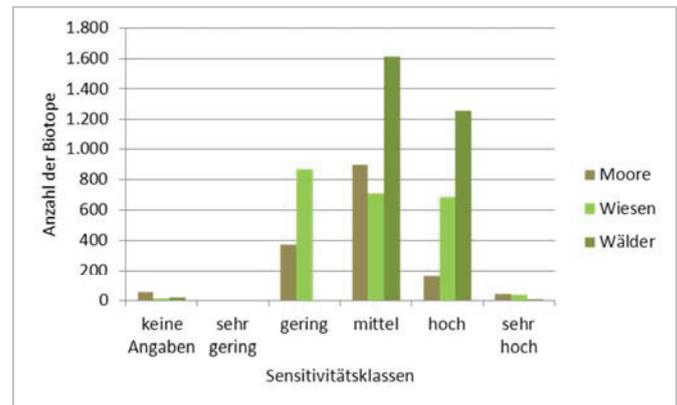


Abbildung 14: Anzahl der bewerteten Biotope je Sensitivitätsstufe, untergliedert in die Biotopklassen im BR SC

Angermünde, B: südöstlich des Parsteiner Sees zwischen Chorin und Brodowin) die unterschiedliche Bewertung der Anpassungskapazität zweier an sich „ähnlicher“ Rotbuchenwaldkomplexe. Es wird deutlich, wie differenziert sich das Puffervermögen nach der vorgestellten Methodik darstellt.

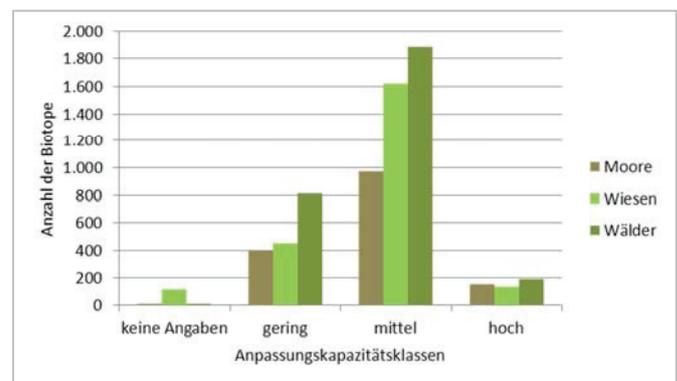


Abbildung 15: Anzahl der Biotope je Anpassungskapazitätsstufe, untergliedert in die Biotopklassen

sichtbar sind und daraus Schlussfolgerungen für Handlungsoptionen gezogen werden können.

Abbildung 16: Beispiel der Projektergebnisse an einem Detailausschnitt innerhalb der Naturraumeinheit Glambeck/Buchenwald Grumsin in der Nähe von Angermünde

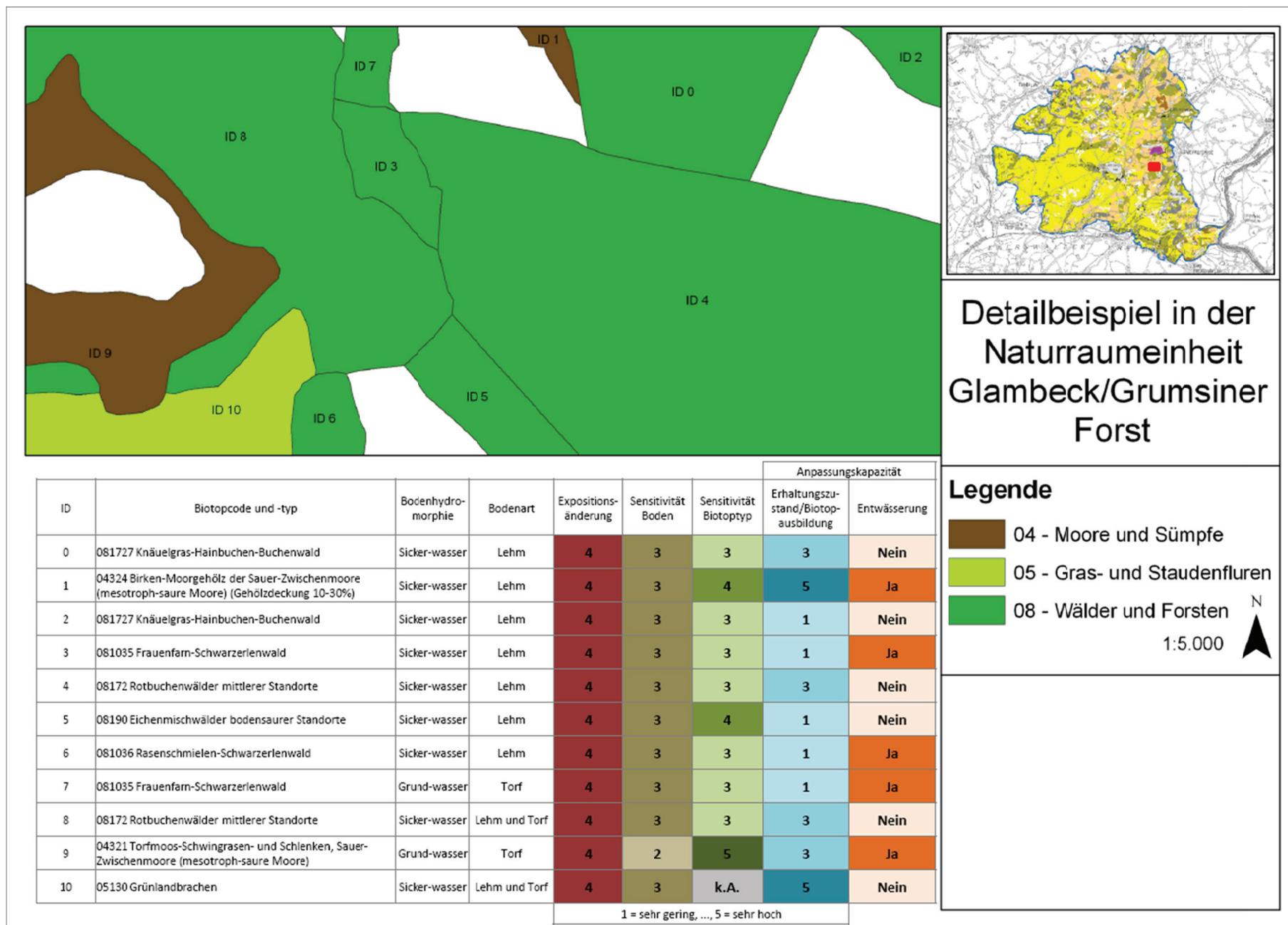


Tabelle 21: Anzahl der Biotope je Anpassungskapazitätsstufe, untergliedert in die Biotopklassen

Stufe	Moore	Anteil	Wiesen	Anteil	Wälder	Anteil
keine Angaben	12	OHNE	114	OHNE	13	OHNE
gering	397	26,2%	453	20,6%	814	28,2%
mittel	970	63,9%	1.619	73,5%	1.882	65,2%
hoch	151	9,9%	130	5,9%	189	6,6%
		100%		100%		100%

4.2.3.8. Übersicht der verwendeten Daten für die Untersetzung der Indikatoren

Zusammenführend waren die in der nachfolgenden Tabelle aufgelisteten Daten notwendig, um die Analyse im BR SC durchzuführen.

Tabelle 22: Übersicht der verwendeten Daten für die Risikoabschätzung im BR SC

Indikator	Teilindikator	Daten
Zuordnung der Bodenhydromorphologie		Forstliche Standortkartierung Brandenburg (LFB 2010)
		Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (BGR 2007)
		Niedermoorkarte des Landes Brandenburg (LUGV 2007)
		Gewässerdaten mittlere Abflusspende für die Zeitreihe 1976-2005; Abimo 2.1 (MUGV 2009a)
Expositionsänderung	Veränderung der klimatischen Wasserbilanz	Klimaprojektionen des Regionalmodells STAR2 für den Zeitraum 2031 – 2060 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961 – 1990 im K3 Szenario. (PIK 2010)
	Veränderung des Grundwasserstands	Auswertung des LUA zur Veränderung von Pegelständen zwischen 1976 und 2005. (LUA 2009a)
Sensitivität Boden	Nutzbare Feldkapazität	Forstliche Standortkartierung Brandenburg (LFB 2010)
		Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (BGR 2007)
		Niedermoorkarte des Landes Brandenburg (LUGV 2007)
	Kapillare Aufstiegsrate	Forstliche Standortkartierung Brandenburg (LFB 2010)
		Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (BGR 2007)
		Niedermoorkarte des Landes Brandenburg (LUGV 2007)
Sensitivität Biotoptyp	Wasserstufenamplitude der Biotoptypen	Erstellung einer eigenen Bewertungsgrundlage der potentiell tolerierbaren Wasserstandsamplituden der Biotoptypen anhand von Fachliteratur und Experteneinschätzungen
Anpassungskapazität	FFH-Erhaltungszustand und §32 Biotopausbildung	Aktuelle Biotopkartierung (ENTERA 2013)
	Gefährdung durch Entwässerung	Aktuelle Biotopkartierung (ENTERA 2013)

4.2.4. Implementierung der Ergebnisse in den Pflege- und Entwicklungsplan des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin

Pflege- und Entwicklungspläne (PEP) sind besondere Naturschutzfachpläne, die für Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, geschützte Landschaftsbestandteile und Nationalparke erstellt werden. Der Ablauf der Planung sieht nach der Abhandlung von allgemeinen Planungsvorgaben und Grundlagen eine Bestandaufnahme und naturschutzfachliche Bewertung der Standortfaktoren, Biotoptypen, Flora und Fauna, sowie Nutzungen und Konflikte vor. Darauf basierend wird ein Zielkonzept erstellt und aus diesem werden wiederum Maßnahmenvorschläge abgeleitet. (JESSEL & TOBIAS 2002, → Kapitel 3.2.1.) Die Priorisierung von Maßnahmen in bestimmten Biotopen erfolgt nach den Kriterien der Repräsentanz und Kohärenz für Fauna, Flora und Biotope bzw. Lebensräume. Die Notwendigkeit einer Priorisierung ergibt sich zum einen aus der Verantwortung für Klimaschutz und Erhalt der biologischen Vielfalt und zum anderen aus den begrenzten finanziellen Möglichkeiten, welche für diese Maßnahmen zur Verfügung stehen. Gerade in Anbetracht kommender klimatischer Veränderungen ist die Gefährdung der Biotope gegenüber dem Wandel ein wichtiger Parameter für die Effektivität der Maßnahmen.

Für das BR SC wird laut Verordnung (§5, Absatz 1, Satz 1 und 2) der PEP von 1997 derzeit fortgeschrieben. Ein vorrangiges Ziel ist dabei den ursprünglichen Wasserhaushalt – soweit möglich – wiederherzustellen (MINISTERRAT DER DDR 1990). Die Aktualisierung erfolgt durch die Planungsbüros entera und ÖKO-LOG und soll bis Ende 2014 abgeschlossen sein. Zudem werden zeitgleich Natura-2000-Managementpläne erstellt, die mit dem PEP abgestimmt werden (ENTERA 2013b).

Zur Integration der Ergebnisse der Risikoabschätzungen aus dem INKA BB Teilprojekt 16

wurde eine intensive Kooperation zwischen dem Teilprojekt und den zuständigen Planerinnen bei entera begründet. So wurde unter anderem die aktuell erarbeitete Biotopkartierung (im Stand einer Arbeitsversion) für das Projekt zur Verfügung gestellt. In mehreren Sitzungen wurde die methodische Vorgehensweise zur Risikoabschätzung im Projekt vorgestellt und diskutiert, um die Planerinnen aktiv am Prozess zu beteiligen und von ihrer Praxiserfahrung im Umgang mit dem PEP zu profitieren. Auf diesem Wege kann sichergestellt werden, dass die Ergebnisse der Analysen möglichst gut auf die Anwender abgestimmt sind, um einen größtmöglichen Beitrag zur klimaadaptiven Planung zu gewährleisten.

Die Risikoabschätzungen gegenüber dem Klimawandel können so in den Prozess der PEP-Erstellung direkt integriert werden, ohne dass ein völlig neuer Arbeitsschritt nötig wird. Die Ergebnisse dieser Analysen werden als weiterer Datensatz in den Schritt der Priorisierung integriert und mit den naturschutzfachlichen Bewertungen abgestimmt. Abwägungen, welche Maßnahmen und Ziele in den einzelnen Biotopen nötig oder sinnvoll sind, können nun neben dem naturschutzfachlichen Wert der Flächen auch die mögliche Gefährdung des Standortes und der Biotopausstattung durch den Klimawandel berücksichtigen. Nahe liegende Möglichkeiten der Erhöhung der Anpassungskapazität der Ökosysteme gegenüber einem zunehmenden Trockenheitsstress im Zuge des Klimawandels werden gleichzeitig verdeutlicht. Weiterhin können die kartographisch dargestellten Ergebnisse der Analysen auch für eine Betrachtung des gesamten BR SC genutzt werden, um „Risiko-Hotspots“ zu identifizieren.

Den Planerinnen werden die Ergebnisse der Risikoabschätzungen als GIS-Shapes, sowie als übersichtliche Tabellen zur Verfügung gestellt. Das Beispiel eines Detailausschnitts ist in Abbildung 16 (→ Kapitel 4.2.3.7.) mit einer Bewertungstabelle

dargestellt. Hieraus lassen sich die Bewertungen der einzelnen Kategorien und damit die spezifischen Risiken und Stärken der jeweiligen Biotope deutlich erkennen. Für die Praxispartner ist es besonders wichtig, dass die Ergebnisse nicht nur zu einem Gesamtwert aggregiert werden, sondern die jeweiligen Bewertungen der Exposition, der Sensitivität Boden, der Sensitivität Biotoptyp und der Anpassungskapazität für die einzelnen Biotope vorliegen. Eine gezielte Sortierung der Daten anhand der einzelnen ermittelten Parameter kann, neben der räumlichen Darstellung, durch ein Ranking für die Schwerpunktlegung und dementsprechend die Zuweisung von Maßnahmen genutzt werden.

Der Anwendungsmaßstab der Projektergebnisse muss für die einzelnen Parameter unterschiedlich bewertet werden. So enthält beispielsweise die Biotopkartierung, als Datenquelle der Biotopsensitivität und Anpassungskapazität, flächenscharfe Daten, für Biotope ab einer Größe von 0,5 Hektar (Mindestgröße zur Kartierung in Brandenburg). Daher kann hier ein größerer Bearbeitungsmaßstab angenommen werden, als bei den Ergebnissen des Klimarisikos und der Bodensensitivität, welche mittels kleinmaßstäbigeren Eingangsdaten berechnet wurden. Die Daten der Biotopsensitivität und Anpassungskapazität können folglich im gleichen Maßstab wie die Biotopkartierung, von mindestens 1:10.000, genutzt werden (LUA 2007). Dies gilt jedoch nur für terrestrische Kartierungen. Bei Daten aus CIR-Luftbildern, wird ein Bearbeitungsmaßstab von 1:30.000 bis 1:100.000 empfohlen (LUA 2009b). Qualitative Unterschiede kommen hier vor allem bei der Erfassung von Kleinstbiotopen und der Einschätzung des Erhaltungszustands zum Tragen.

Für die Ergebnisse des potentiellen Klimarisikos sollte ein deutlich kleinerer Maßstab zur Bearbeitung verwendet werden, die Genauigkeit ist entsprechend abhängig von den verwendeten Eingangsdaten. Neben dem Maßstab gilt für die verwendete Klimaprojektion, dass es sich nicht um eine Vorhersage handelt und die Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz genauso

eintreffen werden. Insofern ist die Aussage dieses Parameters in seinem räumlichen und quantitativen Rahmen nur eingeschränkt, als eine mögliche Entwicklung, zu betrachten.

Insgesamt lässt sich durch die Methode der standortbezogenen Risikoabschätzung eine gute Übersicht großräumiger Gebiete erzielen und die Vulnerabilität der betrachteten Biotope mit Blick auf ihre Gefährdung im Klimawandel abschätzen.

Neben dem hier betrachteten Fokus auf einen zunehmenden Stress durch Trockenheitsphasen, der besonders relevant für Brandenburg ist, ließen sich nach gleichem Muster auch andere Risiken, wie z. B. Extremtemperaturen, durch Indikatoren hinterlegen und bewerten.

Für sehr stark anthropogen gesteuerte Ökosysteme wie Forste, Äcker oder Intensivgrünland müssen andere Verfahren herangezogen werden, um die Vielschichtigkeit der Einflussnahme mit abzubilden. Diese Flächen im BR SC sind derzeit nicht abgedeckt. Für den PEP könnten hier jedoch potentielle Analysen aufgegriffen werden - fußend auf der Exposition und Sensitivität Boden könnte geprüft werden in wie weit die Standorte einem zukünftigen Risiko ausgesetzt wären. Z. B. wenn Intensivgrasland in extensive Feuchtwiesen umgewidmet oder ein Kiefernforst in einen standortgerechten Buchenwald umgebaut wird. Aus der Sensitivität Biotoptyp lässt sich dazu die entsprechende Sensitivität des zu entwickelnden Biotoptyps ebenso einbeziehen. Solche GIS-Anwendungen könnten relativ einfach entwickelt werden.

4.3. MARISCO – Adaptives Management von Risiken und Vulnerabilität in Naturschutzprojekten

Stefan Kreft, Lena Strixner & Pierre L. Ibisch

Anlass zur Entwicklung von MARISCO

In verschiedenen Bereichen der Wissenschaft und Praxis ist die Einsicht gereift, dass wachsende Unsicherheiten und Nichtwissen in einer sich immer schneller verändernden Welt eine besondere Herausforderung darstellen. Daraus ergeben sich auch im Naturschutz neuartige Anforderungen an das Management-Instrumentarium. Solche Instrumente betreffen u. a. Analysen von Risiken und Vulnerabilitäten (siehe auch → Kapitel 3.2.2.2., 4.1.) sowie adaptive Managementplanungsansätze (→ Kapitel 3.2.2.3.).

Allerdings schließt adaptives Management nicht automatisch ein wandel- und zukunftsorientiertes Handeln ein. Die immer intensiver werdende Beschäftigung mit dem menschengemachten globalen Klimawandel, eines eher unterschwellig wirksamen Treibers von Veränderungen in den Ökosystemen, gab wichtige Anstöße, Naturschutzplanung nicht nur an Leitbildern auszurichten, die sich auf historische Referenzzustände beziehen, sondern systematisch v. a.

auch den Umgang mit Risiken zu integrieren. Letztlich müssen Entscheidungen zur Steuerung von Naturschutzvorhaben getroffen werden, auch ohne die zu bekämpfenden Bedrohungen im Einzelnen verstanden zu haben bzw. sie genau vorhersehen zu können. Daraus folgt eine Herangehensweise, die nicht mehr nur *re*-agiert, sondern auch Risiken vorgreift (*pro*-agiert), bevor sie Realität werden. Meist etwas leichter einzuschätzen ist die Verwundbarkeit der Biodiversität gegenüber diesen Bedrohungen – jedoch unterliegt auch sie ständigen Veränderungen. Grundsätzlich sollte adaptives Management eher geeignet sein, klimawandelbedingten Risiken entgegenzutreten als ein tendenziell statischer und weniger fehlerfreundlicher Ansatz.

Die Naturschutzplanungsmethode **MARISCO** basiert also auf den Ideen des adaptiven Managements, richtet ihre Aufmerksamkeit in allen Planungsschritten jedoch ebenso auf aktuelle und zukünftige Entwicklungen.

Anwendungen von MARISCO in INKA BB

Im Rahmen von INKA BB und unter Einsatz von MARISCO erfolgten Beratungen dreier ganz unterschiedlicher Projekte in Brandenburg. Während es sich bei der Fortschreibung des Landschaftsrahmenplans Barnim mit der unteren Naturschutzbehörde des Landkreises und der Wiedereinbürgerung des Auerhuhns in der Lausitz (→ folgende Seiten) um von Behörden getragene Vorhaben handelt, führt die dritte MARISCO-Beratung Projektergebnisse verschiedener Teilprojekte in INKA

BB für den Betrachtungsraum des Randow-Einzugsgebiets in der Uckermark zusammen. Ziel ist der Vorschlag einer integrativen, ökosystembasierten Strategie zur Anpassung an den Klimawandel aus wissenschaftlicher Sicht. Da der Schwerpunkt dieser MARISCO-Anwendung nicht auf Naturschutz liegt, ist sie im vorliegenden Leitfaden nicht dargestellt, sondern soll in einer eigenständigen Veröffentlichung zugänglich gemacht werden.

Ziel dieser Einführung

Das Ziel der Darstellung im vorliegenden Leitfaden ist, eine knappe Einführung in die Vorgehensweise der Methode zu geben. Ergebnisse aus den beiden Anwendungen mit Naturschutz-Partnern in Brandenburg illustrieren diese Einführung und zeigen so ihr Potential für den Naturschutz in der Region auf. Wie gezeigt werden soll, folgten die Anwendungen den Prinzipien Analyse von Vulnerabilitäten und Risiken, adaptives Management, ökosystembasiertes Management und Partizipation (→ Kapitel 3.2.2.).

Hinweise für die Leser

Es ist notwendig, einige **Begriffe einzuführen**. Sie sind unabdingbarer Bestandteil der Methode und Ausdruck ihrer Systematik. Dies geschieht im Bewusstsein, dass dem Leser manche ähnliche Sachverhalte bereits unter anderen Begriffen bekannt sein werden. Z. B. ist die gebräuchliche „Gefährdungsursache“ hier mit „Bedrohung“ benannt. Alle Erfahrungen aus den Anwendungen von MARISCO zeigen, dass diese spezifische begriffliche Systematik schnell angenommen und gelernt wird.

Eine weitere Eigenheit von MARISCO sind die halbquantitativen **Bewertungen in vier Klassen** (niedrig - mäßig - hoch - sehr hoch). Um einen transparenten Planungsprozesses zu gewährleisten, wird jede einzelne Entscheidung visualisiert. Bewertungen werden dabei durch entsprechende **Farben** sichtbar gemacht (dunkelgrün – hellgrün – gelb

Demnächst wird ein umfassendes MARISCO-Handbuch (in englischer Sprache) erscheinen (IBISCH & HOBSON, im Druck). Es enthält sowohl ausführliche theoretische Grundlagen als auch detaillierte Hinweise zur Workshop-Durchführung. Seine Übersetzung ins Deutsche ist angestrebt. Ein begleitendes Buch mit Beschreibungen einer Vielfalt von MARISCO-Anwendungen ist in Vorbereitung.

– rot). Die vierstufige Bewertungsweise stellt einen Kompromiss zwischen differenzierter Bewertung einerseits und intuitivem oder Erfahrungswissen andererseits dar. Dieses Wissen kommt dort zum Einsatz, wo für Entscheidungen keine belastbaren Daten verfügbar sind.

Ein MARISCO-Planungs- und Managementzyklus besteht aus vier Phasen (→ Abbildung 17). Nur die planungsbezogenen Phasen I bis III waren Gegenstand der Arbeit mit unseren Naturschutz-Partnern. Die letzte, auf die Umsetzung bezogene Phase IV ist auf einen Zeitraum angelegt, der weit über die Projektlaufzeit hinausreicht. Die Phasen I bis III nehmen hier daher mehr Raum ein und werden durch Anwendungsbeispiele begleitet.

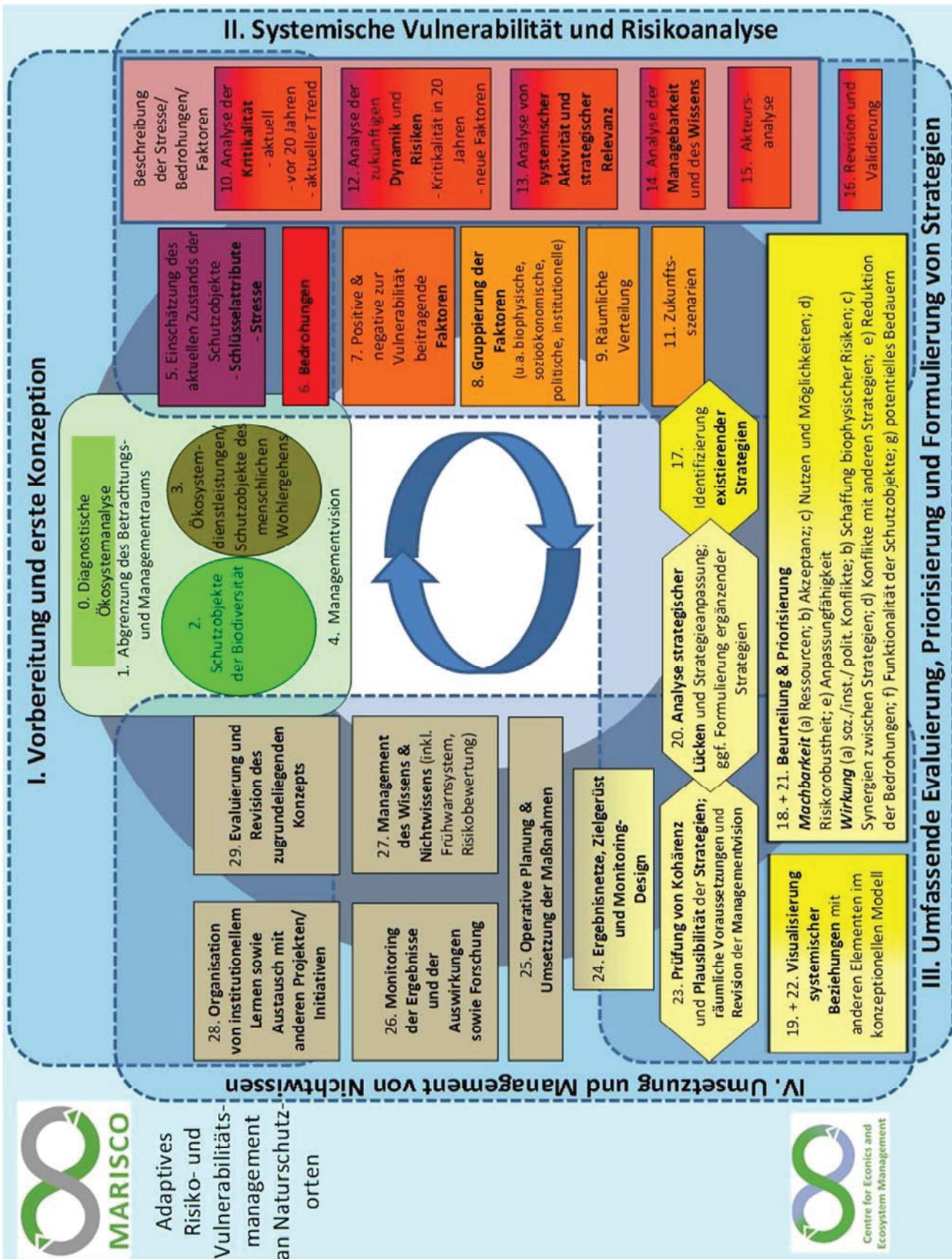


Abbildung 17: MARISCO ist zyklisch angelegt und durchläuft Schritte grundlegender Entscheidungen (Phase I), einer systemischen Situationsanalyse unter besonderer Berücksichtigung von Risiken und Vulnerabilität (Phase II), der Strategiebildung (Phase III) und der Umsetzung und des Lernens (Phase IV)

Landschaftsrahmenplan Barnim

Eine MARISCO-Anwendung erfolgte im Zuge der Erarbeitung eines adaptiven Landschaftsrahmenplans für den Landkreis Barnim in Zusammenarbeit mit der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises (→ Tabelle 23). Die Untere Naturschutzbehörde wollte die Gelegenheit der Überarbeitung des veralteten Landschaftsrahmenplans nutzen, die Planungsprozedur zu „flexibilisieren“ und Vertreter anderer Landnutzungssektoren und Behörden der Region zu beteiligen. Die zu Anfang der Zusammenarbeit verwendeten *Offenen Standards für die Naturschutzpraxis*²⁸ (im Folgenden: Offene Standards) wurden vor dem zweiten Workshop von der

MARISCO-Methode abgelöst. Die Einführung eines adaptiven Managementansatzes im Naturschutz auf Landkreisebene ist vermutlich bis dato einzigartig in Deutschland. Eine Besonderheit im Vergleich zu den Zusammenhängen, in denen MARISCO sonst zur Anwendung kommt, besteht darin, dass der Planungsprozess sich nicht auf ein bestimmtes Schutzgebiet, sondern auf einen ganzen Landkreis bezieht und damit auf eine ‘Normallandschaft’, in der Naturschutzziele gegenüber eine Vielzahl anderer existierender Landnutzungsformen keine Priorität haben.

Planungsprozess

Anfänglich wurde die Untere Naturschutzbehörde Barnim als Planungs- und Managementteam definiert. Im Zuge der Bewertung der Beeinflussbarkeit von Bedrohungen im zweiten Workshop wurde diese erste Definition nochmals überdacht und die Aufgabe von Naturschutzplanung und -management auf alle für Landnutzung und Naturschutz relevanten Landkreisbehörden erweitert. Dies zeigt eine wesentliche Veränderung von der traditionellen sektoralen Vorstellung von Naturschutz hin zu einem sektorübergreifenden Verständnis welches alle Landnutzungen in einen ökosystembasierten Naturschutz integriert.

Im Verlauf des weiteren Prozesses im Landkreis Barnim wurden zwei Workshops zu den Schutzobjekten Wald, Gewässer und Moore sowie vier Expertenkonsultationen zu den Schutzobjekten Wald, Moore und Kulturlandschaft durchgeführt, in welchen die Stresse, Bedrohungen und ursächlichen Faktoren zu den Schutzobjekten nach MARISCO bewertet wurden. Darauf folgte ein transdisziplinärer Workshop mit Vertretern von Behörden, Verbänden, und Forschungseinrichtungen zur Sammlung existierender

Strategien, zur strategischen Lückenanalyse und Strategiebildung. Die Workshops wurden durch weitere Aufbereitung der Ergebnisse in Form von Dokumentationen und Ergänzungen, sowie von strategischen Diskussionen zwischen der UNB und Mitarbeitern des Fachgebiets Naturschutz (Prof. Dr. P. Ibisch, HNEE) begleitet. Der Prozess und seine Ergebnisse wurden auch bei verschiedenen außenwirksamen Aktivitäten, welche sich an die staatlichen Naturschutzbehörden sowie an die Wissenschaft richteten, zur Diskussion gestellt (auf diese Aktivitäten wird im Weiteren jedoch nicht eingegangen).

Der erste Workshop hatte zum Ziel, den Prozess mit einem breiten Publikum anzustoßen und ein konzeptionelles Modell der Situation im Konsens zu entwickeln (Situationsanalyse). In drei Kleingruppen wurden Bedrohungen und deren ursächliche Faktoren zu den Schutzobjekten der Biodiversität Wälder, Gewässer und Moore, sowie Kulturlandschaft unter der Anleitung von jeweils einem Mitarbeiter des Fachgebiets Naturschutz identifiziert und drei konzeptionelle Teilmodelle erarbeitet.

²⁸ Durchgeführt im Kontext der NachwuchsforscherInnengruppe „Regionale Anpassungsstrategie an den beschleunigten Klimawandel – Ökosystemare Dienstleistungen / Biodiversität“ finanziert vom Europäischen Sozialfonds (ESF; ASCHENBRENNER et al. 2012b).

Diese wurden dann im Plenum vorgestellt, diskutiert und ergänzt. Im Nachgang wurden die Teilmodelle von Mitarbeitern des Fachgebiets Naturschutz zu einem einzigen konzeptionellen Modell als Situationsanalyse für den Landkreis Barnim zusammengestellt unter Verwendung der Software *Miradi*, die die Offenen Standards unterstützt. Zusätzlich wurden noch einige Elemente, v. a. Stresse, eingefügt, um die Wirkung der unterschiedlichen Bedrohungen auf die Schutzobjekte abzubilden.

Darauf folgten zwei halbtägige Experten-Workshops zu den Schutzobjekten Wald, sowie Gewässer und Moore, die dazu dienten die Stresse, Bedrohungen und ursächlichen Faktoren, welche auf die Schutzobjekte wirken, nach den Kriterien von MARISCO hinsichtlich ihrer strategischen Relevanz zu bewerten. Um möglichst effizient zu arbeiten, bewerteten die Experten in zwei Gruppen, einerseits Stresse und andererseits Bedrohungen und deren ursächliche Faktoren. Bei der Auswahl der Experten durch die UNB wurde darauf abgezielt, sowohl breites Wissen und Erfahrung einzubeziehen, als auch eine gute Balance von Teilnehmern aus Wissenschaft und Praxis herzustellen.

Ein Teil der Experten hatte auch bereits am ersten Workshop teilgenommen.

Im Laufe des Prozesses wurde deutlich, dass durch diese Vorgehensweise der Bewertungen mit vielen Experten ein hohes Risiko entsteht, die Zeitressourcen dieser für den Gesamtprozess überzubeanspruchen. Daher wurde beschlossen, die Bewertungen durch einzelne Experteninterviews weiter zu ergänzen, welche dann von der UNB und bei einem Validierungsworkshop von allen Experten überprüft wurden.

In diesem letzten Workshop wurden die strategischen Relevanzen anhand von Ranglisten von den Teilnehmern validiert. Im Plenum wurden existierende Strategien gesammelt und neue entwickelt. Weiterhin wurden dann einige Strategien hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Durchführbarkeit bewertet. Ein weiterer Schritt wäre die Bewertung aller existierenden und neuen Strategien für eine Priorisierung zu erstellen. Während des Workshops führten Mitarbeiter des Fachgebiets Naturschutz (HNEE) die Teilnehmer methodisch durch die Schritte der Offenen Standards bzw. von MARISCO.

Tabelle 23: MARISCO-Anwendungen in Brandenburg

	Adaptiver Landschaftsrahmenplan Landkreis Barnim	Pilotprojekt zur Wiederansiedlung des Auerhuhns (<i>Tetrao urogallus</i>) in Brandenburg
Planungszeitraum	2011-laufend	Februar-März 2013
Angewendete MARISCO-Schritte	Die meisten Schritte von I., II. und III.	Die meisten Schritte von I. und II., Beispiele von III.
Planungsprozess	Vier Workshops, vier Expertenkonsultationen	Ein 2-tägiger Workshop
Planungsteam	Untere Naturschutzbehörde (UNB) Barnim	Arbeitsgruppe des Auerhuhnprojekts des "Förderverein des Naturpark Niederlausitzer Heidelandschaft e.V." und Kooperationspartner
Planungs- und Managementraum	Landkreis Barnim, ausgeschlossen Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin und Nationalpark Unteres Odertal	Wald-Moor-Landschaftsmosaik in der Niederlausitz
Größe	89,050 ha (ENGELHART et al. 1997)	Ungefähr 10,000 ha (L. Thielemann, pers. Mitt.)
Schutzobjekte	Ökosysteme Schutzobjekte des menschlichen Wohlergehens	Eine Art eingebettet in einen Ökosystemkomplex Schutzobjekte des menschlichen Wohlergehens

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

MARISCO wurde in einem laufenden Pilotprojekt zur Wiederansiedlung einer charismatischen Vogelart, dem Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) in der Niederlausitz angewendet. Die Arbeitsgruppe des Projekts, bestehend aus Mitgliedern aus unterschiedlichen Sektoren, welche mit dem Wald in Verbindung stehen (Forstwirtschaft, Jagd, behördlicher und nicht-behördlicher Naturschutz), zeigte Interesse, MARISCO für ihre langfristige strategische Projektplanung in einem Workshop anzuwenden.

Wenngleich sich diese MARISCO-Anwendung mit dem Schutz einer einzelnen Art beschäftigt, ist der

Erfolg dieser Artenschutzbemühung an die Existenz von geeigneten Habitaten wie strukturreichen alten Wäldern in Kombination mit intakten Mooren geknüpft. Das Projekt repräsentiert also ein ökosystembasiertes Schutzprojekt unter dem Schirm einer charismatischen Art.

Das Pilotprojekt zur Wiederansiedlung des Auerhuhns in Brandenburg läuft von 2012-2014 und wird gefördert aus Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums und des Landes Brandenburg.

Schutz des Auerhuhns in der Niederlausitz

Das Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) war über Jahrhunderte der Charaktervogel der Lausitzer Eichen-Kiefern-Heiden. Seit den 1990er Jahren ist er trotz verschiedener Schutzbemühungen hauptsächlich durch Lebensraumveränderungen, die durch eine holzorientierte Forstwirtschaft, den Braunkohletagebau, Verkehrsinfrastruktur sowie den Betrieb von Truppenübungsplätzen und die Umweltverschmutzung verursacht wurden, ausgestorben. Eine zu starke jagdliche Nutzung des Bestandes trug ebenfalls zum Verschwinden des Vogels in der Lausitz bei

(NATURPARK NIEDERLAUSITZER HEIDELANDSCHAFT 2013). Als Reaktion auf das lokale Aussterben gründete sich die interdisziplinäre Arbeitsgruppe mit dem Ziel der Wiederansiedlung einer lebensfähigen Auerhuhnpopulation. 2012 begann diese Arbeitsgruppe das dreijährige Pilotprojekt, welches dazu dient, die Machbarkeit einer langfristigen Wiederansiedlung einzuschätzen. Hierzu wird hauptsächlich das Verhalten von in der Region ausgewilderten, mit Telemetriesendern bestückten Individuen aus Schweden beobachtet.

Planungsprozess

Das Planungs- und Managementteam bestand aus sieben Mitgliedern der langjährig bestehenden Arbeitsgruppe „Auerhuhn“, welche momentan das Pilotprojekt durchführt.

Der Workshop folgte grundsätzlich dem Standard-MARISCO-Prozess, obgleich der Workshop auf Grund von begrenzter Zeitverfügbarkeit der Arbeitsgruppenmitglieder auf zwei Tage begrenzt war. Die zeitliche Begrenzung machte einige methodische Anpassungen nötig, die in der folgenden Beschreibung der Ergebnisse an den gegebenen Stellen erwähnt werden.



MARISCO-Workshop zur Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

I. Vorbereitung und erste Konzeptualisierung

0. Diagnostische Ökosystem-Analyse

Die meisten unserer Ökosysteme und die von ihnen gebildeten Landschaften werden seit langer Zeit vom Menschen genutzt und geformt. Das Ergebnis sind komplexe Überlagerungen natürlicher Gegebenheiten mit Abfolgen menschengemachter Veränderungen in wechselnden räumlichen Ausdehnungen. Die **diagnostische Analyse der Ökosysteme** und ihres Zustandes schafft eine gemeinsame Grundlage des Verständnisses der großflächigen landschaftsökologischen Verhältnisse. So hilft sie beispielsweise dabei, den Verlauf wichtiger natürlicher Grenzen zu erkennen (→ MARISCO-Schritt 1.). Darüber hinaus gibt sie einen ersten Eindruck von den Problemen für die regionale Biodiversität. Wichtig ist, den betrachteten Ausschnitt flexibel zu variieren.

Ökosystem-Diagnosen können an Satelliten- und Luftbildern, Karten sowie existierender Literatur zur historischen und aktuellen Landnutzung. Wenn die Umstände es erfordern, kann auch die Betrachtung von *Google Earth*-Satellitenbildern bereits wertvolle Erkenntnisse produzieren. V. a. Geländebegehungen sind für gute Ökosystem-Diagnosen unverzichtbar. Nach Möglichkeit sollten beide Herangehensweise kombiniert werden.



Geländebegehung am 20.9.2012 im Naturpark Niederlausitzer Heidelandschaft: Traubeneichenwald mit ausgeprägter Naturverjüngung

Landschaftsrahmenplan Barnim

Angesichts der hohen Zahl der Teilnehmer und des noch andauernden Findungsprozesses des Planungsteams wurden keine gemeinsamen Geländebegehungen unternommen. Jedoch wurde bei sämtlichen Veranstaltungen mit thematischen Karten des Betrachtungsraums gearbeitet. Zudem kennen die meisten Teilnehmer der Veranstaltungsserie den

Betrachtungsraum aus vielen Jahren eigener Anschauung. Der interdisziplinär gestaltete Prozess führte detailliertes Fachwissen zu ganz unterschiedlichen Bereichen zusammen. Gleichzeitig ist jedoch anzunehmen, dass das Verständnis der großflächigen landschaftsökologischen Verhältnisse bei den Teilnehmern recht unterschiedlich ausgebildet ist.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Alle Mitglieder des Planungsteams brachten ein detailliertes und flächendeckendes Wissen über die Region zum Workshop mit. In Vorbereitung des Workshops wurde von den Moderatoren eine Karte Südbrandenburgs mit angrenzenden Teilen in Sachsen und Polen erstellt, die im Wesentlichen die Waldbedeckung zum Thema hat. Das Planungsteam trug außerdem eine feiner aufgelöste Karte des Gebietes bei, in dem sich die Auerhuhn-Population mittelfristig etablieren soll. Vor Beginn des Workshops wurden zwei Workshop-Moderatoren (P. Ibisch, S. Krefz) vom Sprecher des Planungsteams (L. Thielemann, Leiter des Naturparks Niederlausitzer Heidelandschaft) durch Ausschnitte dieses Gebiets geführt.



Geländebegehung am 20.9.2012 im Naturpark Niederlausitzer Heidelandschaft: Naturverjüngung auf einer Windwurflläche des Orkans „Kyrill“ von Januar 2007

1. Abgrenzung des Betrachtungs- und Managementraums

Der **Betrachtungs- und Managementraum** eines Naturschutzprojekts (z. B. eines Schutzgebiets) umfasst zuvorderst die gesamte Biodiversität, die erhalten werden soll. Seine Abgrenzung sollte sich dabei an natürlichen Grenzen (z. B. Wasserscheiden) als ökologische Grundlage für die Existenz von Biodiversität orientieren. Ein Managementraum sollte möglichst groß sein, um lebensfähige Populationen und funktionstüchtige Ökosysteme, auch in ihren Schwankungen im Laufe der Zeit, beherbergen zu

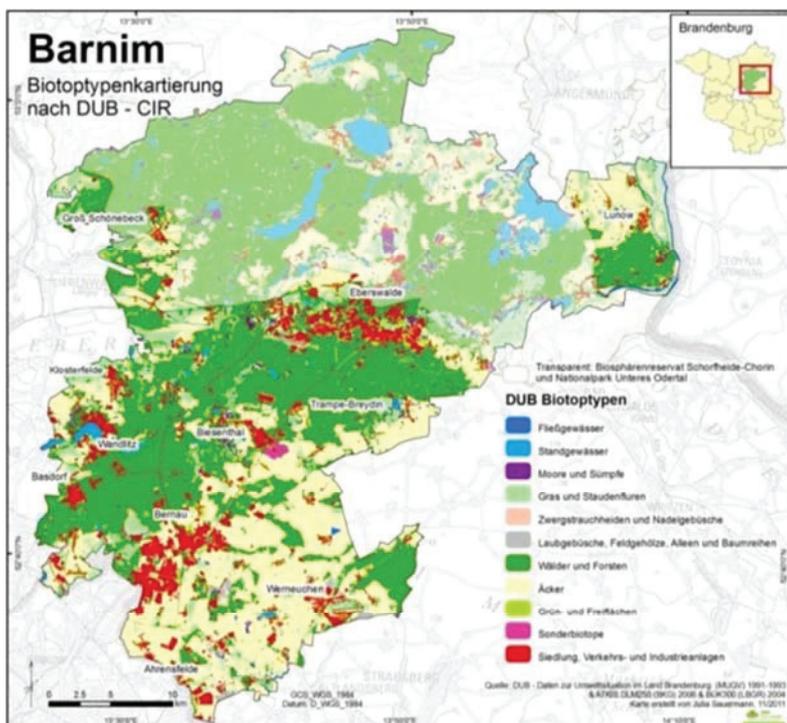
können. Ein weiteres Kriterium ist, dass der Managementraum die Ursprungsorte wesentlicher Bedrohungen für die zu schützende Biodiversität einschließen sollte. Aus den genannten Gründen sollte die Betrachtung einen ‚großzügigen‘ landschaftlichen Maßstab ansetzen. Dieser kann im Falle eines existierenden Schutzgebietes mehr oder weniger weit über seine aktuellen administrativen Grenzen hinausreichen.

Landschaftsrahmenplan Barnim

Als **Managementraum** wurde bis auf weiteres der gültige Planungsraum für den Landschaftsrahmenplan Barnim festgelegt (→ Abbildung 18). Das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin und der Nationalpark Unteres Odertal verfügen über eigenständige Planwerke, so dass nur etwa 60% des Landkreises für den Landschaftsrahmenplan betrachtet

werden sollten. Der Schutzgebietskomplex umfasst neben dem Naturpark Barnim insgesamt 22 FFH-Gebiete, von denen ein Großteil im Naturpark liegt, sowie Teile der Vogelschutzgebiete Obere Havelniederung im Westen und Mittlere Oderniederung im Osten.

Abbildung 18: Übersicht über das Untersuchungsgebiet für den Landschaftsrahmenplan Barnim (aus ASCHENBRENNER et al. 2012b)



Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Nach intensiver Erörterung der **Managementraum-Grenzen** sprach sich das Planungsteam für den „Finsterwalder Waldring“ (→ Abbildung 19: 1) aus, den Managementraum des laufenden Pilotprojekts mit den „Auerhuhn-Entwicklungsflächen“. Es handelt sich dabei um miteinander verzahnte Wälder und Moore, die in einem weiten Kreis um die Stadt Finsterwalde herum angeordnet sind. Sie bedecken zusammen etwa 10.000 ha. Die Vögel werden dort in der Liebenwerdaer Heide (2) und in der Rochauer Heide (3) ausgesetzt.

Die Diskussionen ergaben außerdem, dass das Kerngebiet (→ Abbildung 19: großer schwarzer Kreis) mittelfristig auf weitere geeignete Gebiete ausgeweitet werden sollte, z. B. auf die Annaburger Heide (4) und in Richtung Fläming, sowie eventuell auf die Dübener Heide (5). Der Finsterwalder Waldring liegt in Teilen in den Naturparks Niederlausitzer Landrücken und Niederlausitzer Heidelandschaft.

Langfristig sollte, so das Planungsteam, sogar eine Anbindung zur Niederschlesischen Heide (6) in Polen, etwa 150 km südöstlich des Niederlausitzer

Pilotprojekts, angestrebt werden. Dort findet gegenwärtig ein anderes Wiederansiedlungsvorhaben statt. Wenngleich dem Planungsteam auch langfristig die Anbindung beider potenzieller Vorkommensgebiete wünschenswert erschien, schätzte es ihre Umsetzbarkeit angesichts des zwischen beiden Gebieten verfolgten Braunkohletagebaus doch als niedrig ein.

Neue Habitate könnten nach Einschätzung des Planungsteams durch Renaturierung von Flächen in der Bergbaufolgelandschaft und auf ehemaligen Truppenübungsplätzen entstehen. Ein Problem bei der aktuellen Praxis der Sanierung der Bergbaufolgelandschaften sei, so das Planungsteam, dass oftmals keine nährstoffarmen Böden entstünden. Die aktuell angewendete Sanierungsmethode wurde allerdings als nicht lange anhaltend eingeschätzt. Auch im Landkreis Teltow-Fläming könnten sich größere Waldflächen mit geringen Störungen (7) als geeignete Habitate herausstellen.

Abbildung 19: Arbeitsskizze auf einer Kartenvorlage: Managementraum für die Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz und Nachbarregionen; graugrün: Waldflächen; nummerierte Waldgebiete: siehe Text



2. Schutzobjekte der Biodiversität

Es wird zwischen Schutzobjekten der Biodiversität und Schutzobjekten des menschlichen Wohlergehens unterschieden.

Die ausgewählten **Schutzobjekte der Biodiversität** sollten die gesamte Biodiversität des Managementraums repräsentieren. Im Sinne

ökosystembasierten Managements (→ Kapitel 3.2.2.2.) werden als Schutzobjekte der Biodiversität primär Ökosysteme ausgewählt. Zu schützende Arten, kleinere Landschaftsbestandteile (z. B. Alleen) o. ä. werden in die Ökosysteme, in denen sie vorkommen, ‚eingebettet‘.



Schutzobjekt resiliente, anpassungsfähige Laub(misch)wälder - Buchenwald im NSG Biesenthaler Becken



Schutzobjekt naturnahe Moore - Wasserrückhaltung im Plagefenn



Schutzobjekt naturnahe Fließgewässer - Schwärze in der Nähe des Eberswalder Zoos



Schutzobjekt naturnahe Stillgewässer - NSG Biesenthaler Becken



Schutzobjekt reichstrukturierte Kulturlandschaften - Blick vom Pimpinellenberg bei Oderberg



Schutzobjekt historisch gewachsene Siedlungen - Neulietzegöricke im Oderbruch

Landschaftsrahmenplan Barnim

Es war Gegenstand ausführlicher Diskussionen, wie die Ökosysteme des Managementraums als **Schutzobjekte der Biodiversität** voneinander abzugrenzen seien. Die naturnahsten Ökosysteme - Wälder, Gewässer und Niedermoore - waren als Schutzobjekte unzweifelhaft. Dabei wurden Fließgewässer und Stillgewässer voneinander unterschieden und im Schutzobjekt Gewässer eingebettet. Als vom Menschen stärker veränderte bzw. geschaffene Ökosysteme wurden vorläufig Offenland und Siedlungen benannt. Als Grünland und forstwirtschaftlich genutzte Niedermoorböden wurden aus dem Offenland ausgegliedert und, neben den naturnahen Mooren, im Schutzobjekt Niedermoore eingebettet. In das Schutzobjekt Kulturlandschaften ging das ‚restliche‘ Offenland ein (grundwasserfernes Grünland und Äcker), allerdings auch mit vom Menschen stärker veränderten Bestandteilen von Wäldern (z. B. Huteichen, Harzungsbäume). Diese Definition nahm

Bezug auf das Schutzgut „Landschaftsbild/Natur- und Landschaftserleben“, das neben „Boden“, „Wasser“, „Luft/Klima“, „Tiere und Pflanzen/Biotope“ in den Landschaftsrahmenplänen Brandenburgs zu behandeln ist.

Schließlich wurden den Schutzobjekten der Biodiversität Eigenschaftswörter beigegeben, welche bereits Erhaltungsziele implizieren: **resiliente, anpassungsfähige Laubmischwälder, natürliche, naturnahe Oberflächengewässer (natürliche, naturnahe Fließgewässer, natürliche, naturnahe Stillgewässer), Niedermoore (naturnahe Moore, als Grünland und forstwirtschaftlich genutzte Niedermoorböden), reichstrukturierte Kulturlandschaften, historisch gewachsene Siedlungen**). Dies kann in partizipativen Verfahren die Verständigung erleichtern, zumal bislang keine Managementvision formuliert wurde.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Das **Auerhuhn** hat komplexe Habitatansprüche. Es wurde als Schutzobjekt in die beiden Ökosysteme **beerstrauchreiche Traubeneichen-Kiefernwälder** und **Heide-Moore** eingebettet, wobei auch andere Kiefernwälder und -forsten als potenzielle Habitate in Frage kommen. All diese Ökosysteme sind Teil des umfassenden Schutzobjekts der **großen, grundwasserfernen und nährstoffarmen Waldgebiete**, der sogenannten „**Heiden**“. Weil das zentrale Schutzobjekt eine Art mit spezifischen Ansprüchen ist, war es nicht nötig, weitere Ökosysteme (z. B. Äcker oder Gewässer) als Schutzobjekte zu benennen.



Auerhuhn-Weibchen

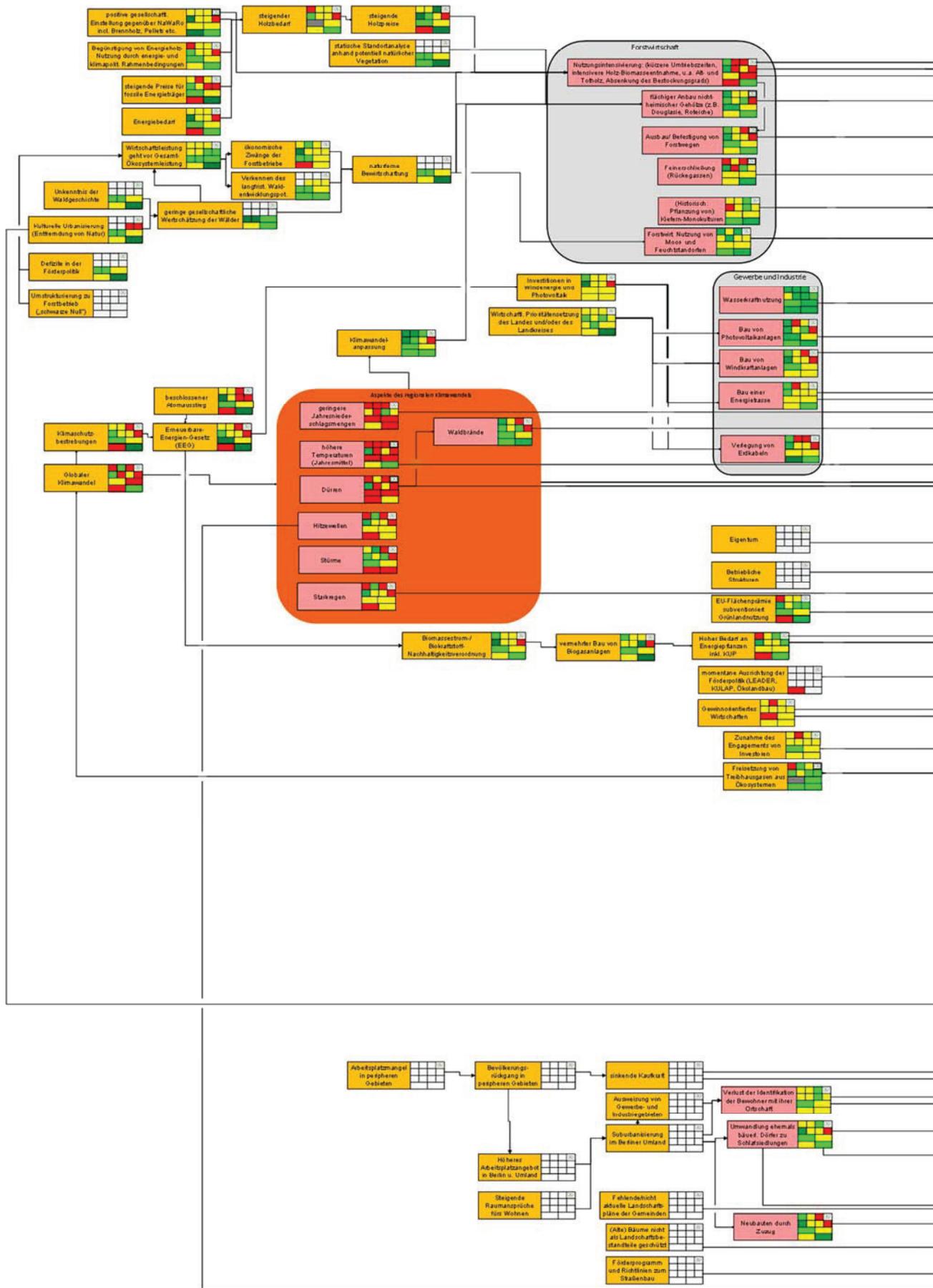
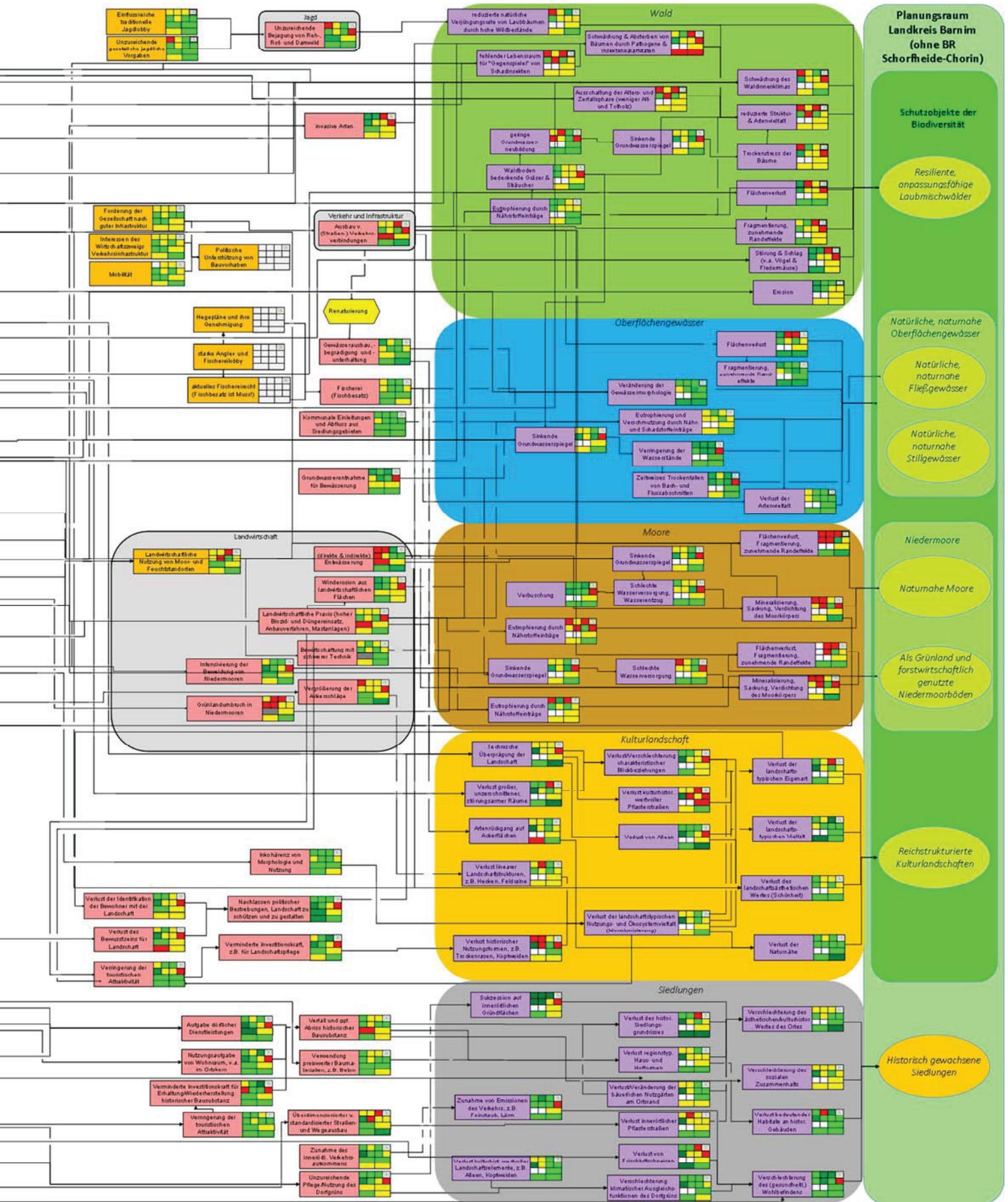


Abbildung 20: Konzeptionelles Modell für den Landschaftsrahmenplan Barnim



Stresse (violett), Bedrohungen (rosa) und ursächliche Faktoren (orange)

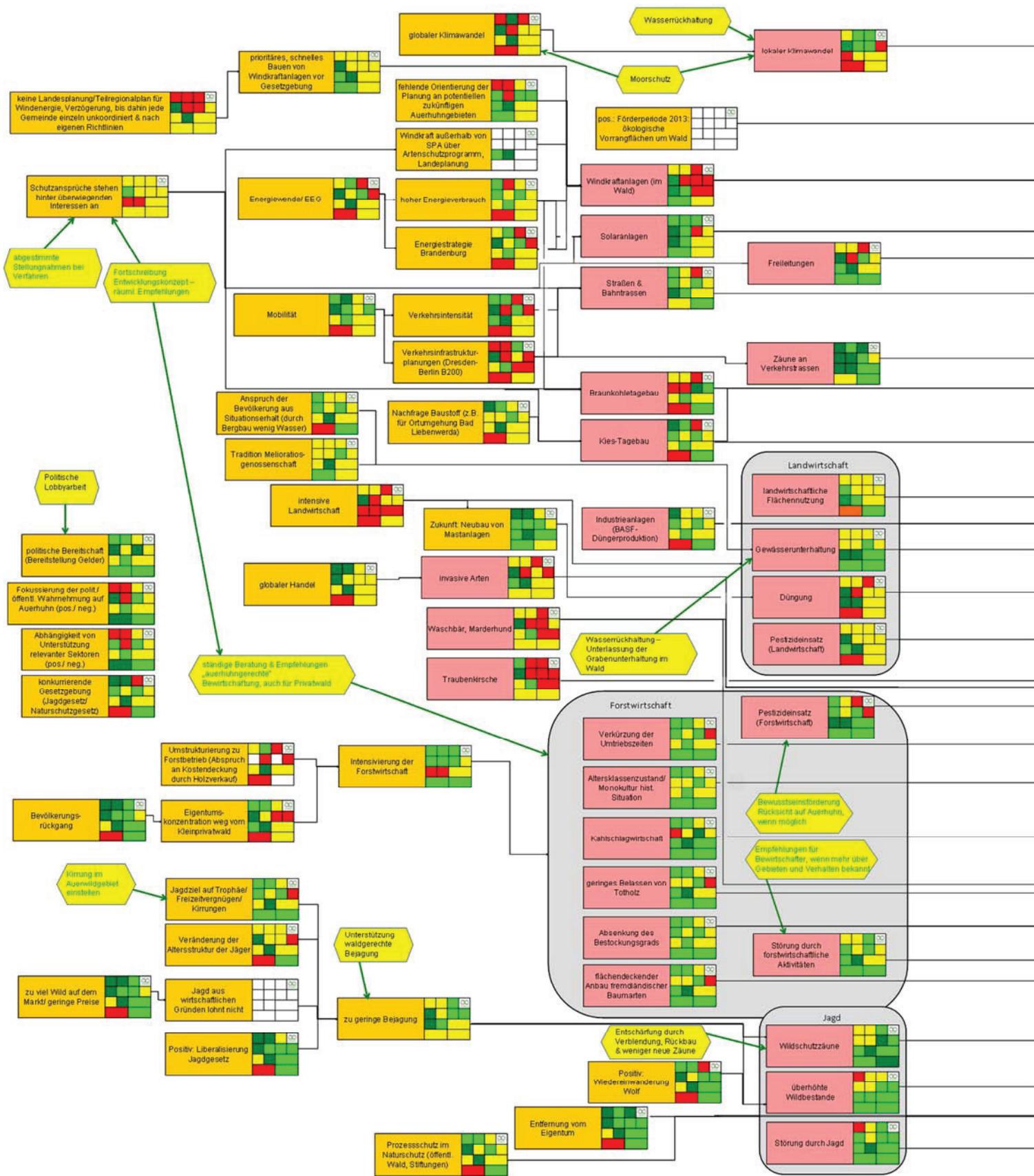
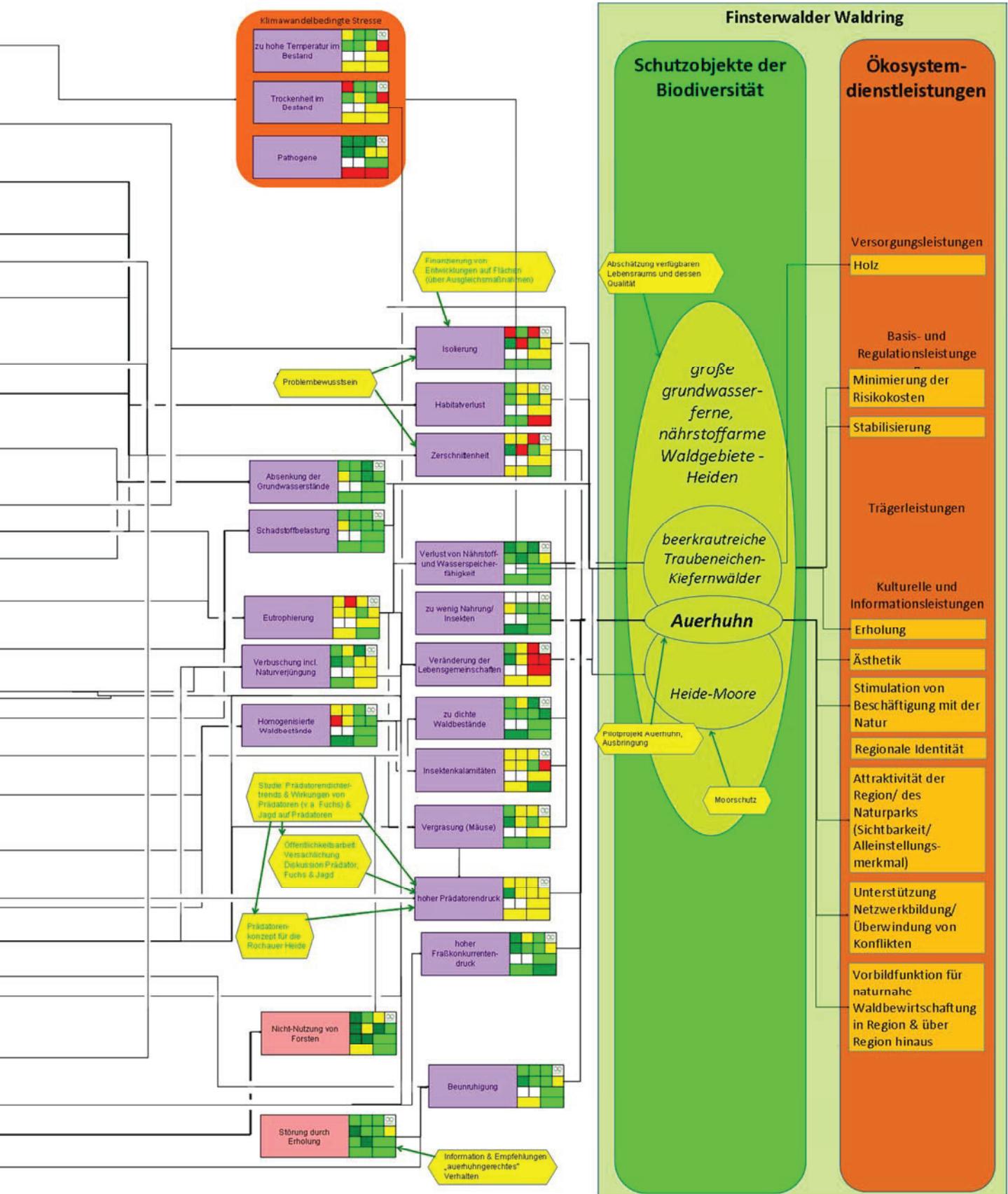


Abbildung 21: Konzeptionelles Modell für die Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz



Stresse (violett), Bedrohungen (rosa) und ursächliche Faktoren (orange)

3. Ökosystemdienstleistungen/Schutzobjekte des menschlichen Wohlergehens

Schutzobjekte des menschlichen Wohlergehens betreffen wichtige kulturelle Ziele, die den Menschen im Betrachtungsraum ein ‚gutes‘ Leben ermöglichen. Zwischen den Schutzobjekten der Biodiversität und den Schutzobjekten des menschlichen Wohlergehens vermitteln die **Ökosystemdienstleistungen**. Ökosystemdienstleistungen werden von der

Biodiversität (v. a. auf der Ebene der Ökosysteme) zur Verfügung gestellt und ermöglichen so ein menschliches Wohlergehen. Allgemein werden unter den Ökosystemdienstleistungen versorgende, regulierende, unterstützende und kulturelle Leistungen unterschieden (Millennium Ecosystem Assessment 2005).



Versorgende Ökosystemdienstleistung Nahrungsproduktion – Acker bei Liepe



Regulierende Ökosystemdienstleistung Grundwasserreinigung – Trinkwasserschutzgebiet am Stadtsee bei Eberswalde



Unterstützende Ökosystemdienstleistung Nährstoffrecycling und Bodenbildung – Stadtwald Eberswalde



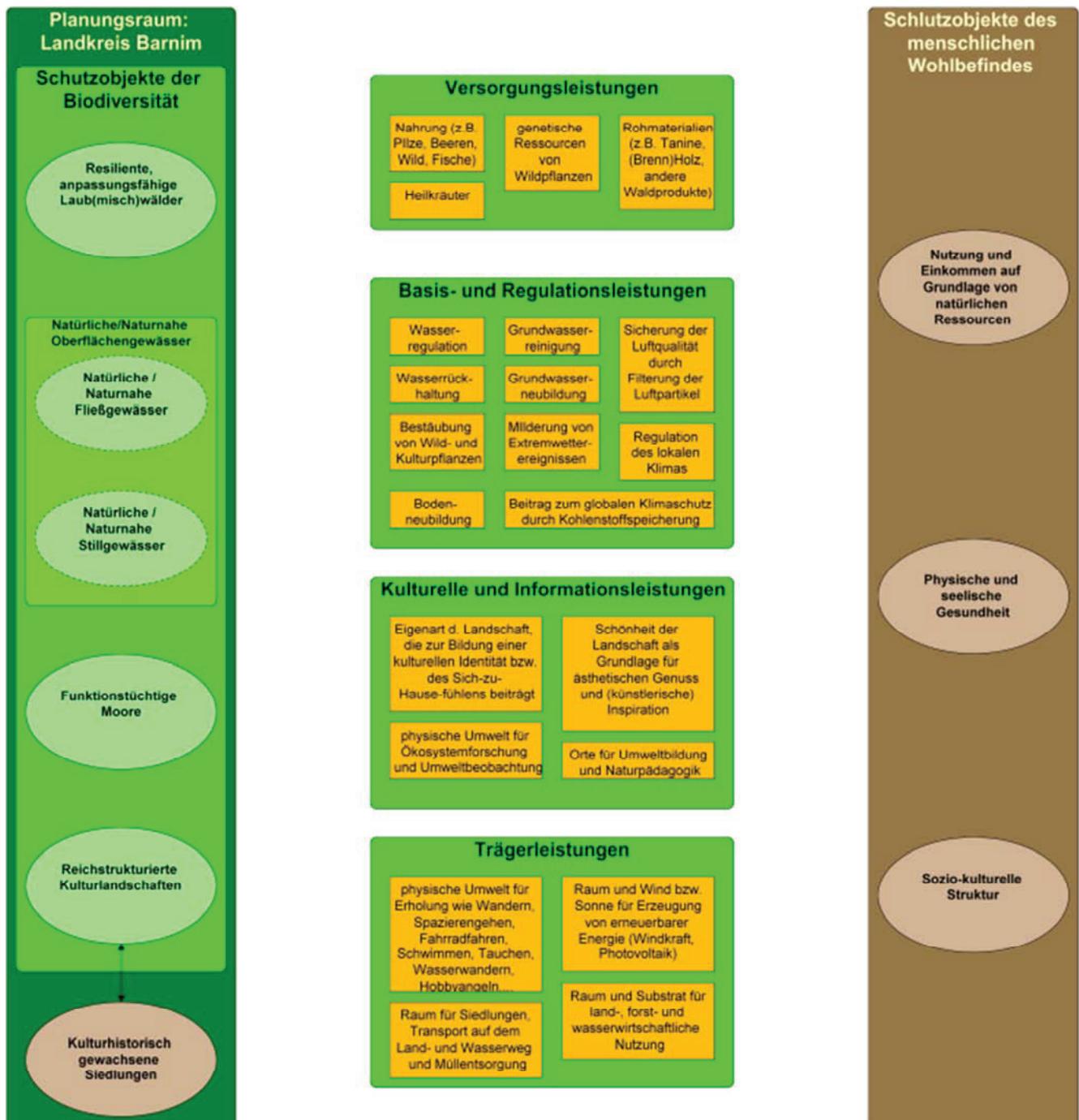
Kulturelle Ökosystemdienstleistung Erholung – Nationalpark Unteres Odertal bei Stolpe

Landschaftsrahmenplan Barnim

Ein Überblick über die **Dienstleistungen der Ökosysteme** und die **Schutzobjekte des menschlichen Wohlergehens** im Barnim (→ Abbildung 22) wurde abseits der öffentlichen Veranstaltungen entworfen und veröffentlicht (ASCHENBRENNER et al. 2012b).

Dienstleistungen der Ökosysteme wurden auf dem vorerst letzten Workshop in Beispielen zur Diskussion gestellt. Fragen und Beiträge auf mehreren Veranstaltungen zeigten das Interesse von Teilnehmern an diesem Aspekt.

Abbildung 22: Schutzobjekte der Biodiversität, Ökosystemdienstleistungen und Schutzobjekte des menschlichen Wohlergehens im Planungsraum für den Landschaftsrahmenplan Barnim (ASCHENBRENNER 2012, verändert nach ASCHENBRENNER et al. 2012b)



Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Anstelle von Schutzobjekten des menschlichen Wohlergehens leitete das Planungsteam aus den Maßnahmen zur Wiederansiedlung einer Auerhuhnpopulation spontan eine recht große Vielfalt an **Ökosystemdienstleistungen** ab. Die meisten der genannten Ökosystemdienstleistungen entfielen auf die Gruppe der **kulturellen Leistungen**:

- Ästhetik,
- Erholung,
- regionale Identität,
- Stimulation zur Beschäftigung mit der Natur, Unterstützung der Netzwerkbildung und Überwindung von Konflikten,
- Vorbildfunktion für naturnahe Waldbewirtschaftung in der Region und über die Region hinaus,
- Attraktivität der Region und der Naturparks durch erhöhte Sichtbarkeit durch das Auerhuhnvorkommen als Alleinstellungsmerkmal.

Während keine unterstützenden Leistungen genannt wurden, wurde als zentrale **versorgende Leistung**, auch stellvertretend für viele andere Ökosystemgüter, die Bereitstellung von Holz genannt. Minimierung der Risikokosten und Stabilisierung waren den **regulierenden Leistungen** zuzuordnen.



Schutzobjekte der Biodiversität, Ökosystemdienstleistungen und ökologische Schlüsselattribute – Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz



Buchenwald im Forstrevier Leuenberger Wiesen bei Eberswalde

4. Managementvision

Eine Managementvision umschreibt den gewünschten Zustand eines Managementraumes in 20 Jahren oder das langfristige Ziel eines Projektes. Sie dient der Orientierung bei der Formulierung von Zielen und

Inhalten eines Projektes. Im Idealfall formuliert das Planungsteam die Vision gemeinsam mit allen relevanten Interessengruppen des Gebietes.



Auf dem Pimpinellenberg bei Oderberg.

Landschaftsrahmenplan Barnim

Es wurde bislang noch spezielle keine **Managementvision** formuliert. Der aktuelle Landschaftsrahmenplan (ENGELHART et al. 1997) enthält keine eigenständige Management-Vision. Der erste Abschnitt der ausführlichen „Leitlinien“ im Landschaftsprogramm Brandenburg (MLUR 2000) bestimmt: „Natur und Landschaft sind im besiedelten

und unbesiedelten Bereich so zu schützen, zu pflegen und zu entwickeln, dass die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes als Lebensgrundlage des Menschen nachhaltig gesichert ist.“ Alle Vorgaben zur Planungsregion des Landschaftsrahmenplans Barnim sind auf den untergeordneten Ebenen von Zielen und Maßnahmen formuliert.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Als **Managementvision** formulierte das Planungsteam, dass der Waldgürtel um Finsterwalde von einer lebensfähigen Auerhuhn-Population besiedelt ist.



Auerhuhn-Skulptur am Eingang zum Naturpark-Haus Niederlausitzer Heidelandschaft in Bad Liebenwerda

II. Systemische Vulnerabilitäts- und Risikoanalyse

Die folgenden Schritte 5 bis 16 sind Teil der **Situationsanalyse** in *MARISCO*. Die einzelnen Analyseergebnisse sind Beiträge zum Verständnis des Beziehungsgeflechts zwischen menschlichen Aktivitäten (Schritte 5 bis 7) einerseits und der Biodiversität als Gegenstände dieser Aktivitäten (Schritte 2 bis 4) andererseits. Sie markieren zudem die spezifische Ausprägung der Risiken und Vulnerabilitäten der identifizierten Probleme (Schritte 10 bis 15). Das gesamte Beziehungsgeflecht wird anhand von Moderationskarten in einem **konzeptionellen Modell** (→ Abbildungen 20 und 21)

sichtbar gemacht. Ein konzeptionelles Modell beschreibt die Beziehung zwischen Elementen eines Systems und basiert auf Ursache-Wirkungsketten, die sich systemisch zu Wirkungsnetzen verflechten. Die Analyse beschäftigt sich hierfür zuerst mit der Biodiversität und ihrem Erhaltungszustand und arbeitet sich dann zurück zu den Ursachen, die diese Erhaltungszustände hervorrufen (im konzeptionellen Modell: von rechts nach links). Im Anschluss an die Situationsanalyse dient das konzeptionelle Modell dazu, Naturschutzstrategien für die konkret identifizierten Probleme zu entwickeln.

5. Einschätzung des aktuellen Zustands der Schutzobjekte

Das übergeordnete Ziel eines Schutzgebiets oder eines Naturschutzprojekts im Allgemeinen ist es, zur Erhaltung der örtlichen Biodiversität beizutragen. Eine wichtige Grundlage bildet die Beurteilung ihrer Funktionstüchtigkeit. Hierfür ist es zuerst nötig, die Schutzobjekte der Biodiversität ökologisch zu beschreiben. Hierzu dienen die **ökologischen Schlüsselattribute**. Ökologische Schlüsselattribute beschreiben für ihr Fortbestehen und ‚Funktionieren‘ unverzichtbare Eigenschaften eines Schutzobjekts (z. B. Populationsgröße) und die Rahmenbedingungen, von denen sie abhängen (z. B. Quantität/Qualität von benötigten Ressourcen). Der Zustand der ökologischen

Schlüsselattribute wird anhand von Indikatoren über einen definierten Zeitraum gemessen.

Anknüpfend an die ökologischen Schlüsselattribute werden die **Stresse** benannt, welche ein Schutzobjekt der Biodiversität erfährt. Ein Stress ist die biophysische Änderung auf eine Eigenschaft oder Wirkung eines Schutzobjekts der Biodiversität. Er wird hervorgerufen durch eine oder mehrere Bedrohungen. Im Allgemeinen entsprechen Stresse beeinträchtigten ökologischen Schlüsselattributen. Es handelt sich im übertragenen Sinne um die ‚Krankheiten‘, unter denen ein Ökosystem, eine Art etc. leidet, die also die Funktionstüchtigkeit einschränken.

Abbildung 23: Jedes identifizierte Problem (Stresse, Bedrohungen, ursächliche Faktoren, → Schritte 5.-7.) wird durch je eine farbige Moderationskarte bzw. ein farbiges Feld repräsentiert

<h1>[Bezeichnung des Problems]</h1>	Wirkungsreichweite	Wirkungsschwere	Unumkehrbarkeit	
	Kritikalität Vergangenheit (vor 20 Jahren)	Kritikalität aktuell	Kritikalität aktuell - Trend	
	Systemische Aktivität	Zahl betroff. Schutzobjekte	Strategische Relevanz	
	Beeinflussbarkeit		Wissen	

Landschaftsrahmenplan Barnim

Auf Grund sehr unterschiedlicher Vorkenntnisse der beteiligten Akteure und daraus resultierendem Zeitmangel wurde hier, direkt zur Benennung der **Stresse**, die die Funktionstüchtigkeit der Schutzobjekte der Biodiversität beeinträchtigen, übergegangen. Insgesamt 55 Stresse wurden benannt. In Übereinstimmung mit der Vorgehensweise adaptiven Planens wechselte diese Zahl mehrfach im Zuge der fortlaufenden partizipativen Überarbeitung: Irrelevante Stresse wurden gestrichen oder mit anderen zusammengefasst, oder es wurden neue Ursache-Wirkungsbeziehungen hergestellt. V. a. die genauen Prüfungen des konzeptionellen Modells im Zuge von Expertenkonsultationen führten zu einer größeren Zahl von Änderungen. Beispielsweise rieten konsultierte Experten dazu, die Stresse der naturnahen Moore und der land- oder forstwirtschaftlich genutzten Moore separat zu betrachten.

Direkt oder indirekt klimawandelbedingte Stresse:

Wälder (von insgesamt 15):

Schwächung des Waldinnenklimas, Trockenstress der Bäume, reduzierte Struktur- und Artenvielfalt, Erosion, Schwächung und Absterben von Bäumen durch Pathogene und Insektenkalamitäten, geringe Grundwasserneubildung

Gewässer (insgesamt 8; Fließgewässer: 8, Stillgewässer: 7): sinkende Grundwasserspiegel

Niedermoore (insgesamt 6; naturnahe Moore: 6, als Grünland und forstwirtschaftlich genutzte Niedermoorböden: 5): sinkende Grundwasserspiegel

Kulturlandschaften (13): Verlust der landschaftstypischen Eigenart, Verlust der landschaftstypischen Vielfalt, Verlust des landschaftsästhetischen Wertes (Schönheit), Verlust der Naturnähe, Verlust der landschaftstypischen Nutzungs- und Ökosystemvielfalt (Monotonisierung)

Siedlungen (13): Verschlechterung des (gesundheitl.) Wohlbefindens

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Im ersten Schritt wurden 16 ökologische Schlüsselattribute identifiziert. Diesen ökologischen Schlüsselattributen wurden **Stresse** als Ausdruck ihrer Degradierung gegenübergestellt. Insgesamt wurden 22 Stresse benannt.

Direkt oder indirekt klimawandelbedingte Stresse:

Große, grundwasserferne und nährstoffarme Waldgebiete (Heiden) und eingebettete Schutzobjekte (beerstrauchreiche Traubeneichen-Kiefernwälder, Heide-Moore, Auerhuhn):

Wetterextreme, verändertes Niederschlagsregime, veränderte Temperatur- und Niederschlagsverläufe/Jahr, zu hohe Temperatur im Bestand, Trockenheit im Bestand, Veränderung der Lebensgemeinschaften

6. Bedrohungen

Die gefundenen Stresse („Krankheitssymptome“) der Schutzobjekte der Biodiversität werden durch **Bedrohungen** hervorgerufen. Bedrohungen sind menschliche Aktivitäten oder vom Menschen

verursachte Prozesse (z. B. Waldbrände, Klimawandel). Diese bringen eine Beeinträchtigung des Zustands der betroffenen Biodiversität auf direktem Wege mit sich.



Pipelinebau bei Gabow, Niederoderbruch

Landschaftsrahmenplan Barnim

Insgesamt 47 **Bedrohungen** für die Schutzobjekte der Biodiversität im Barnim wurden identifiziert. Wie bei der Betrachtung der Stresse wurden auch sie mehrmals überarbeitet. In manchen Fällen wurden ursächliche Faktoren zu Bedrohungen umklassifiziert (oder andersherum), in selteneren Fällen wurden Stresse zu Bedrohungen oder Bedrohungen zu Stressen umklassifiziert.

Anders als Stresse wirken Bedrohungen nicht unbedingt nur auf ein Schutzobjekt. Typische Bedrohungen, deren Wirkung Stresse in mehreren Schutzobjekten verursachen, sind z. B. in den Bereichen Landwirtschaft (hoher Düngereinsatz), Verkehr und Infrastruktur (Ausbau von Straßen u. Verkehrsverbindungen) und nicht zuletzt im Bereich Klimawandel angesiedelt.

Manche Bedrohungen bewirken gemeinsam (synergistisch) einen Stress eines Schutzobjektes. Die technische Überprägung der Landschaft, die durch eine Vielzahl von Bedrohungen (Bau von Photovoltaik- und Windkraftanlagen, Ausbau von Straßen etc.) gemeinsam hervorgerufen wird, ist ein einfaches Beispiel.

Direkt oder indirekt durch den globalen **Klimawandel** hervorgerufene **Bedrohungen**:

geringere Jahresniederschlagsmengen, höhere Temperaturen (Jahresmittel), Dürren, Hitzewellen, Stürme, Starkregen, invasive Arten, Waldbrände, flächiger Anbau nicht-heimischer Gehölze, Nutzungsintensivierung, Ausbau/ Befestigung von Forstwegen, forstwirtschaftliche Nutzung von Moor- und Feuchtstandorten, Bau von Photovoltaikanlagen, Bau von Windkraftanlagen, Bau einer Energietrasse, Verlegung von Erdkabeln, Entwässerung, landwirtschaftliche Praxis, Winderosion aus landwirtschaftlichen Flächen, Bewirtschaftung mit schwerer Technik, Grünlandumbruch in Niedermooren, Grundwasserentnahme für Bewässerung

Der globale Klimawandel beeinflusst alle Schutzobjekte der Biodiversität (→ MARISCO-Schritt 5.) unmittelbar. Es wird jedoch deutlich, dass er auch aktuell oder potenziell viele Bereiche gesellschaftlichen Handelns mitbestimmt. Dies hat direkte und v. a. indirekte Auswirkungen auf die für die Biodiversität wichtigsten Landnutzungen.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Wie im Falle der Stresse zeigt die Situationsanalyse für das Auerhuhn und sein Habitat eine geringere Komplexität der **Bedrohungen**. Hier wurden 29 Bedrohungen benannt.

Die Analyse legte das besondere Augenmerk der Auerhuhn-Arbeitsgruppe für erhöhte Risiken offen, die mit der Mobilität der Art einhergehen. So wurden die meisten Bedrohungen (acht) für den Stress Zerschnittenheit des Auerhuhn-Habitats identifiziert.

Anfänglich wurde der **Klimawandel** der Auerhuhn-Arbeitsgruppe gar nicht als **Bedrohung** erachtet. Ein Moderator nahm die Rolle eines Klimawandexperten an und regte an, die konkreten Aspekte des Klimawandels, anders als bei der Landschaftsrahmenplanung, als Stresse im Habitat aufzufassen. Das Planungsteam akzeptierte daraufhin, den lokalen Klimawandel als Bedrohung in Betracht zu ziehen.

7. Positive und negative ursächliche Faktoren

Es lohnt sich, auch die den Bedrohungen zugrundeliegenden Ursachen zu betrachten. **Solche ursächlichen Faktoren** sind nachgeordnete Ursachen von Bedrohungen. Sie können diese negativ oder auch positiv beeinflussen. Generell sind sie in systemischer Weise miteinander verknüpft (Interaktionen, z. B. Rückkopplungen usw.). Viele ursächliche Faktoren

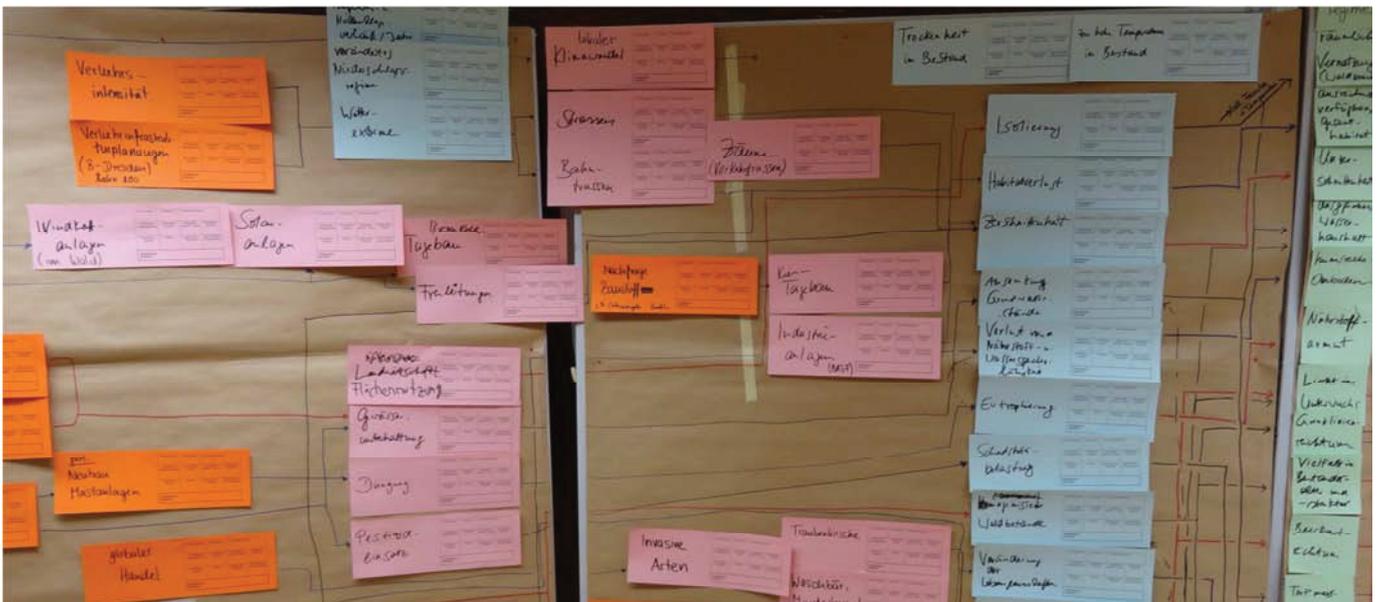
stellen Risiken dar, weil sie in der Zukunft unvorhersehbare Änderungen durchlaufen können. Je indirekter diese ursächlichen Faktoren mit Bedrohungen verknüpft sind (im konzeptionellen Modell: je weiter links sie liegen), desto allgemeineren, umfassenderen Charakter können sie haben.



Erarbeitung eines Ausschnitts des konzeptionellen Modells – Workshop zum Landschaftsrahmenplan Barnim, 3.11.2011



Vorstellung erster Entwürfe des konzeptionellen Modells – Workshop zum Landschaftsrahmenplan Barnim, 3.11.2011



Stresse (hellblau), Bedrohungen (rosa) und einige ursächliche Faktoren (orange) im konzeptionellen Modell – MARISCO-Workshop zur Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz am 1.-2.2.2013

Landschaftsrahmenplan Barnim

Es wurden 54 **ursächliche Faktoren** benannt. Sicherlich ließen sich viele Ursachen für bestehende oder potenzielle Bedrohungen noch weiter zurückverfolgen. Immerhin wurden im Zusammenhang mit dem Schutzobjekt Wald einige sehr grundlegende kulturelle Faktoren (z. B. kulturelle Urbanisierung und Unkenntnis der Waldgeschichte) benannt.

Erwartungsgemäß entstammen dagegen viele Faktoren den Bereichen Ökonomie und Recht. Auch der Bereich Politik wurde recht detailliert ausgeleuchtet. Die von der Bundesregierung im Jahr 2011 ausgerufene „Energiewende“ bedeuteten einen neuen Schub das Politikfeld der ‚erneuerbaren Energien‘.

Obwohl mit der *Governance* die Vulnerabilität des gesamten ‚Naturschutz-Systems‘ und damit selbstverständlich auch der Schutzobjekte der Biodiversität steht und fällt, wurden nur wenige institutionelle Faktoren genannt.

Für Bedrohungen direkt oder indirekt **ursächliche Klimawandel-Faktoren**:

globaler Klimawandel, Klimaschutzbestrebungen, Klimawandelanpassung, Erneuerbare-Energien-Gesetz, Begünstigung von Energieholz-Nutzung durch energie- und klimapolitische Rahmenbedingungen, steigender Holzbedarf, steigende Holzpreise, Biomasseverordnung/Biomassestrom-/Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung, vermehrter Bau von Biogasanlagen, hoher Bedarf an Energiepflanzen, landwirtschaftliche Nutzung von Moor- und Feuchtstandorten

Ursächliche Faktoren, Bedrohungen durch den Klimawandel und Schutzobjekte können mitunter *systemisch* über Rückkopplungen verbunden sein. Z. B. kann der flächige Anbau nicht-heimischer Gehölze die Funktionstüchtigkeit der Wälder schwächen und so wiederum den Klimawandel verstärken.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

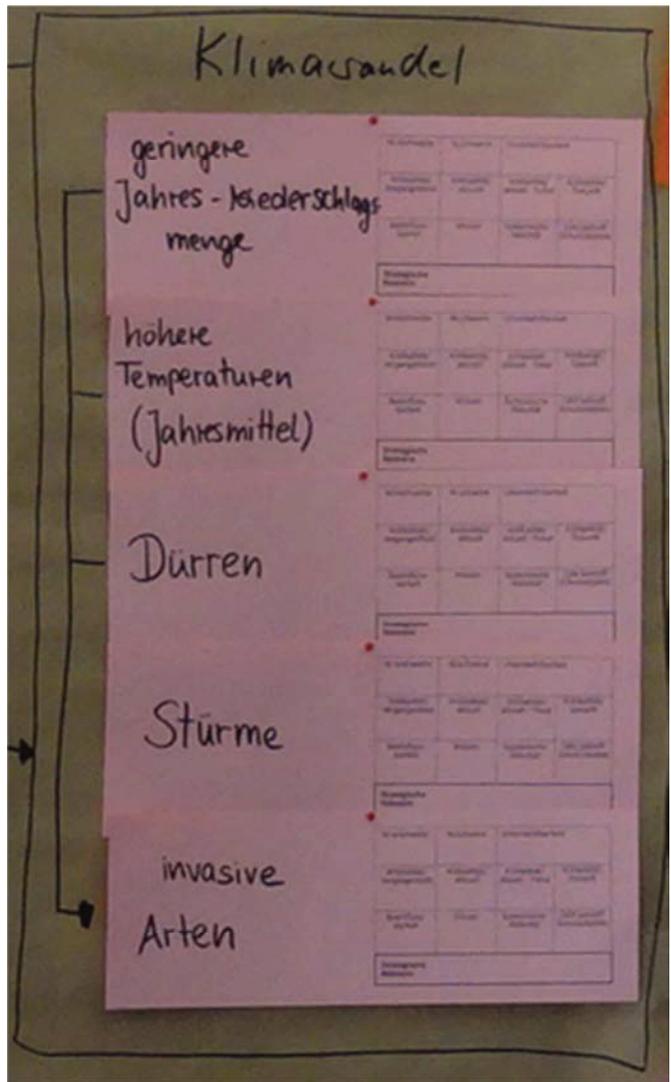
Die Analyse erbrachte 36 **ursächliche Faktoren**. Nach Abschluss des hier beleuchteten MARISCO-Schrittes kam das Planungsteam auf die ursächlichen Faktoren zurück und beschrieb gleichermaßen ‚janusköpfige‘ Faktoren: Die politische und öffentliche Aufmerksamkeit fürs Auerhuhn könnte in einen umfassenden Verlust der Unterstützung umschlagen, sollte im Falle eines Scheiterns der Wiederansiedlung der Art nicht ausreichend klar geworden sein, dass das Projekt auch so mehrfachen Nutzen für die Region erbracht habe (z. B. Verbesserung der Funktionstüchtigkeit von Wäldern und Mooren, Katalysator für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Akteuren).

Angesichts der beschränkten verfügbaren Zeit wurden nur einige systemische Verflechtungen des globalen **Klimawandels** mit direkten Wirkungen auf Biodiversität oder mit gesellschaftlichen Reaktionen identifiziert (z. B. Erneuerbare-Energien-Gesetz, div. Faktoren zu Windkraft). Allerdings wurden sie nicht ausdrücklich mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht. Viele typische **ursächliche Faktoren** (ökonomische Rahmenbedingungen, Gesetze etc.), die im Barnim (indirekt) auf die Schutzobjekte Wald und Moore wirken, dürften auch für das Auerhuhn-Habitat in der Niederlausitz relevant sein.

8. Gruppierung der Elemente

Die Gruppierung zusammengehöriger Probleme kann zu einem besseren Verständnis von Zusammenhängen innerhalb eines Systems führen.

Solche **Gruppierungen** können unterschiedlichen Systematiken folgen. Eine oft angewendete Systematik teilt Elemente ein in biophysische, sozioökonomische, Governance, institutionelle und räumliche. Bisweilen bietet es sich an, eine vorgeschriebene oder allgemein anerkannte andere Systematik anzunehmen, z. B. die Gruppierung nach Zugehörigkeit zu Landnutzungssektoren oder zu klimawandelbedingten Bedrohungen.



Gruppierung von Bedrohungen durch den Klimawandel - Landschaftsrahmenplan Barnim-Workshop am 25.3.2013 zu den Schutzobjekten Moore und Gewässer

Landschaftsrahmenplan Barnim

Gruppierungen wurden erst im Nachgang der partizipativen Veranstaltungen auf der Grundlage der dort getroffenen, eher losen Anordnungen konkretisiert. Jeweils unterschiedliche Zahlen von Bedrohungen und ausnahmsweise auch ursächlichen Faktoren wurden in den thematischen Gruppierungen Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Jagd, Gewerbe und Industrie, Verkehr und Infrastruktur und regionaler Klimawandel gruppiert. Die Gruppierungen wurden zu mehreren Anlässen vorgestellt.

Die **Gruppierung regionaler Klimawandel** umfasst sieben Bedrohungen. Gleichwohl wurde eine weitaus größere Zahl von Klimawandel-Problemen benannt, unter anderem aus dem Bereich Politik (→ MARISCO-Schritt 7.)

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Vergleichbar mit den Ergebnissen bei der Landschaftsrahmenplanung für den Barnim lassen sich aus dem konzeptionellen Modell zu diesem Pilotprojekt eine Anzahl von losen **Gruppierungen** von Bedrohungen und ursächliche Faktoren ablesen. Die

zahlenmäßig bedeutendsten sind die Themen Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Jagd, erneuerbare Energien, Verkehr, Wassermanagement und **Klimawandel**.



Gruppierung von Bedrohungen und ursächlichen Faktoren der Forstwirtschaft und Jagd – Workshop Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz am 1.-2.2.2013

9. Räumliche Verteilung von Problemen

Stresse, Bedrohungen und ursächliche Faktoren (im Folgenden zusammenfassend „Probleme“ genannt), die ein Schutzobjekt beeinflussen, wirken oftmals nicht überall. So gibt es z. B. Bedrohungen, die nur über eine gewisse Distanz einen relevanten Stresseffekt auf

Biodiversität ausüben (z. B. Straßen oder Schweinemastbetriebe). Generell ist es für die räumlich konkrete Strategiebildung wichtig, die identifizierten Probleme zu verorten.

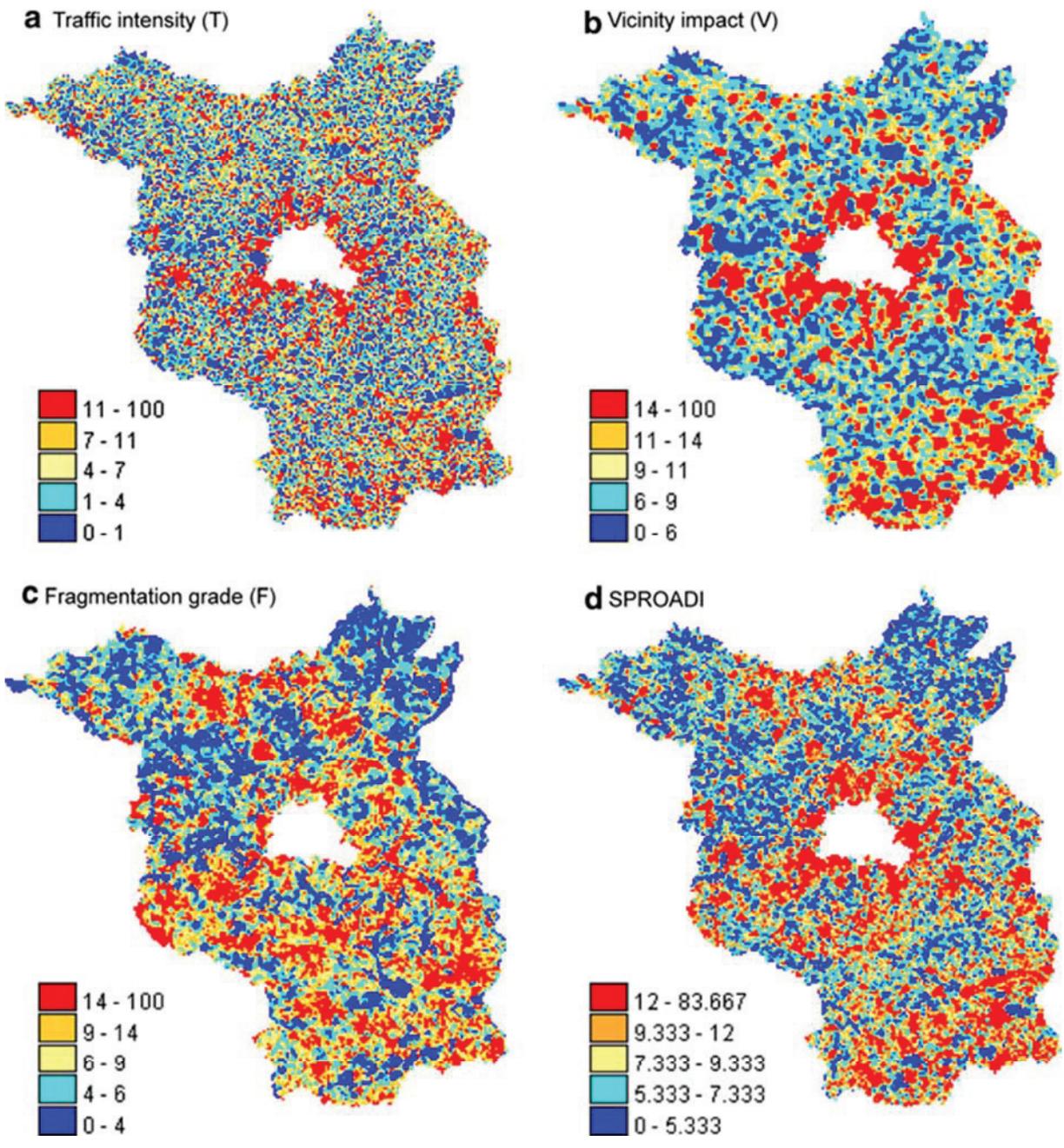


Abbildung 24: Beispiel für räumlich differenzierte Bewertung einer Bedrohung: Räumlicher Index zu Störungen durch Straßen und Verkehr (SPROADI) (FREUDENBERGER et al. 2013). Hohe Werte zeigen hohe Störungsbelastung. a: Verkehrsdichte, b: Randeffekte durch Zerschneidung benachbarter Zellen, c: Zerschneidungsgrad, d: Gesamtwert

Landschaftsrahmenplan Barnim

Eine vollständige räumliche Analyse der Verteilung von Problemen steht noch aus. Neben der räumlichen Betrachtung der Störung durch Straßen (→ vorige Seite) wurde beispielhaft für das Schutzobjekt Wald die Ausprägung wichtiger ökologischer Schlüsselattribute und, im Umkehrschluss, wichtiger Stresse auf Themenkarten für den Landkreis dargestellt (SAUERMANN et al. 2012).

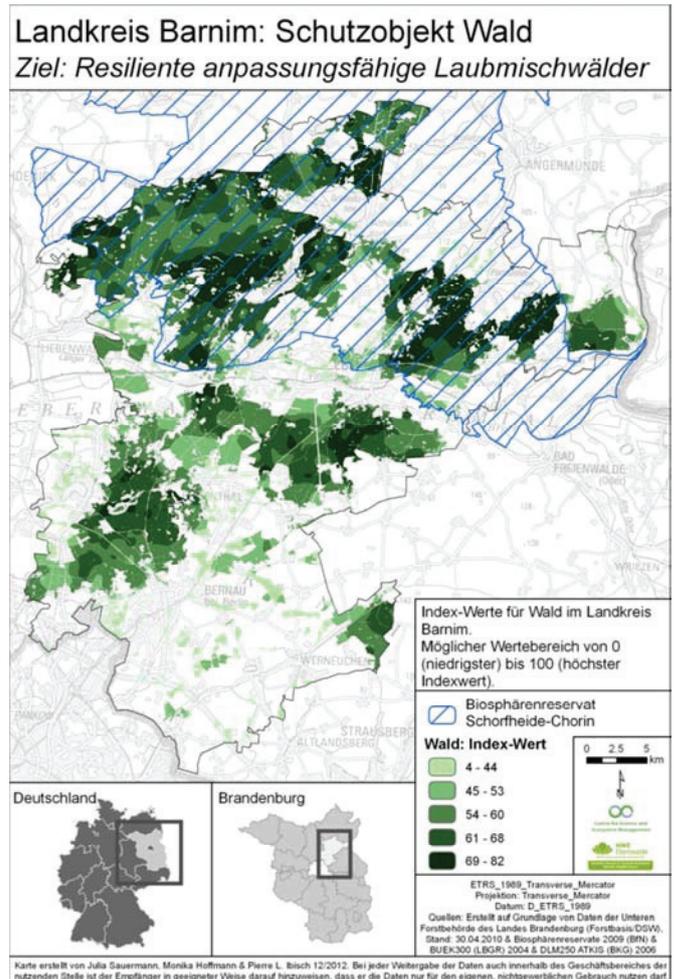


Abbildung 25: Durchschnitt der Ausprägung von zehn ökologischen Schlüsselattributen des Schutzobjekts Wald (verändert nach SAUERMANN et al. 2012)

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Dieser methodische Schritt wurde zugunsten anderer Arbeitsschritte nur gestreift.

10. Analyse der Kritikalität von Problemen

Als erster Schritt einer differenzierten Beurteilung, wie schwerwiegend ein Problem ausgeprägt ist, dient die Bewertung seiner Kritikalität. Die **Kritikalität** beschreibt, wie kritisch ein Problem als Beitrag zur Vulnerabilität eines Schutzobjekts der Biodiversität wirkt. Die Kritikalität hat drei Dimensionen: 1. Wirkungsreichweite, 2. Wirkungsschwere und 3. Unumkehrbarkeit. Nur bei der **aktuellen Kritikalität** werden diese drei Komponenten betrachtet.

Die Wirkungsreichweite und die Wirkungsschwere haben ein Gewicht von je 25 % an der aktuellen Kritikalität, die Unumkehrbarkeit eines von 50 %. Liegt das Bewertungsergebnis zwischen zwei Bewertungsstufen, wird grundsätzlich die ungünstigere Bewertungsstufe gewählt. Die **Wirkungsreichweite** ist der Anteil an der Gesamtfläche, auf der ein Schutzobjekt der Biodiversität vorkommt, das ein Problem (möglicherweise) beeinflusst. Die **Wirkungsschwere** ist der relative Betrag oder die Intensität, mit der ein Problem zur Vulnerabilität der Schutzobjekte der Biodiversität beiträgt. Die **Unumkehrbarkeit** von Bedrohungen und Stressen bestimmt die Wahrscheinlichkeit, mit der Wirkungen einer Bedrohung oder eines Stressen auf ein Schutzobjekt der Biodiversität oder auf andere Elemente – teilweise oder ganz – innerhalb eines relevanten Managementzeitraums (10 Jahre) und unter Berücksichtigung verfügbarer Ressourcen umgekehrt werden kann.

Bei der Bewertung der Kritikalität der ursächlichen Faktoren tritt an die Stelle der Unumkehrbarkeit der Begriff der **Permanenz**. Die Beständigkeit bestimmt die Wahrscheinlichkeit, mit der Wirkungen eines ursächlichen Faktors auf andere Elemente innerhalb eines relevanten Managementzeitraums (10 Jahre) fort dauern werden.

Ein Blick in die Vergangenheit kann helfen, die mögliche Dynamik eines Problems besser zu verstehen. Die **Kritikalität in der Vergangenheit** beschreibt die Änderung eines Problems im Verlauf der zurückliegenden 20 Jahre. Es misst also die Veränderung im Vergleich von heute zu damals. Dabei wird die relative Relevanz des Problems vor 20 Jahren im Vergleich zur heutigen Situation betrachtet. Der Wert fließt nicht in die Bewertung der strategischen Relevanz ein, sondern dient lediglich dem besseren Verständnis vergangener Entwicklungen.

Ein strategisch wichtiger Aspekt ist, wie kritisch sich ein Problem aktuell entwickelt. Der **aktuelle Trend der Kritikalität** beschreibt die gegenwärtige Änderung eines Problems, unabhängig von Änderungen in der Vergangenheit oder in der Zukunft.



Bewertung der aktuellen Kritikalität und der Kritikalität in der Vergangenheit – Landschaftsrahmenplan Barnim-Workshop am 25.3.2013 zu den Schutzobjekten Moore und Gewässer

Landschaftsrahmenplan Barnim

Nach den **Stressen** zu urteilen, erscheinen die meisten Schutzobjekte, vor allem die Moore, als aktuell insgesamt in hohem Maße gestresst. Dies ist in vielen Fällen u. a. ein Ergebnis der (sehr) hohen **Unumkehrbarkeit** von Veränderungen, die sich langsam entwickelnden Ökosystemen wie Wald und Mooren zu eigen ist.

In der **Vergangenheit** waren die Schutzobjekte nach Einschätzungen der Experten in einem insgesamt besseren Zustand. Der **aktuelle Trend** weist im Durchschnitt der Bewertungen auf gleichbleibende Zustände hin. Allerdings verschlechtert sich der Zustand des Schutzobjekts Wald, nach den Bewertungen zu urteilen, aktuell hinsichtlich vieler Stresse.

Unter den **Bedrohungen** fallen aktuell und im Trend viele hoch und einige sehr hoch kritische Bewertungen in den Gruppierungen Landwirtschaft und Forstwirtschaft ins Auge.

Ursächlichen Faktoren wurden insgesamt hohe **Wirkungsreichweiten** und **Unumkehrbarkeiten** zugeordnet – Hinweise auf den umfassenden Charakter und die ‚Trägheit‘ von gesellschaftlichen Entscheidungen und Entwicklungen.

Die **Bedrohungen** des globalen und regionalen **Klimawandels** fallen durch eine besondere Konzentration hoher bis sehr hoher **aktueller Kritikalitäten** auf. Geringere Jahresniederschlagsmengen, höhere Temperaturen (Jahresmittel) und Dürren wurden als aktuell bereits sehr hoch kritisch eingestuft. Die Bewertungen spiegeln auch wider, dass der Klimawandel aktuell dazu tendiert, sich weiter zu verstärken. Besonders problematisch ist dies hinsichtlich der Niederschlagsmengen, die in Brandenburg als bereits in der Vergangenheit kritisch bewertet wurden. Prägende Eigenschaften des Klimawandels und seiner Aspekte sind die sehr hohen **Wirkungsreichweiten** und **Unumkehrbarkeiten**.

Die Bewertungen zeigen zudem, dass der Klimawandel als Politikfeld, das vor 20 Jahren noch gar nicht relevant war, bereits heute, und mit steigender Tendenz, Probleme erzeugt. Dies gilt, zumindest bis jetzt, viel mehr für den Klimaschutz als für die Anpassung an den Klimawandel. Das starke Aufkommen der Erzeugung von Energie mittels Windkraftanlagen, Biomasse etc. wurde von den Akteuren des Planungsprozesses intensiv diskutiert und als in vielerlei Hinsicht hoch kritisch bewertet.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Probleme der Konnektivität (Isolierung, Zerschneidung, Bau der Bahnstrecke Berlin-Dresden etc.) des Auerhuhn-Habitats stechen mit den höchsten **aktuellen Kritikalitäten** hervor. Unter den ursächlichen Faktoren spielen zudem auch Probleme der politischen und planerischen Abstimmung zwischen Auerhuhnschutz- und anderen Zielen eine hervorgehobene Rolle. Die Kritikalität vor 20 Jahren wurde fast durchweg als weniger kritisch bewertet, ihr aktueller Trend insgesamt als eher stabil.

Der vom regionalen **Klimawandel** hervorgerufene Stress Trockenheit im Auerhuhn-Habitat wurde als aktuell hoch kritisch eingeschätzt, trotz einiger eher feuchter Jahre der unmittelbaren Vergangenheit. Temperaturerhöhungen im Habitat und der aktuelle Trend des regionalen Klimawandels bereiten dagegen gegenwärtig nur mäßige Sorgen. Das Planungsteam ist sich aber bewusst, dass der Klimawandel global voranschreitet.

11. Zukunftsszenarien

Damit eine Strategie bei ihrer Anwendung in der Zukunft wirkungsvoll sein kann, muss sich die Situationsanalyse auch mit der möglichen Dynamik der Probleme entwickeln. Ebenso muss eine effektive Situationsanalyse versuchen abzusehen, welche Probleme in der Zukunft überhaupt erst sichtbar und relevant werden könnten.

Als Grundlage für das Nachdenken über zukünftige Entwicklungen können Zukunftsszenarien („mögliche Wege in die Zukunft“) umschrieben werden. Hierzu wird eine einfache Liste beginnender, sich abzeichnender bzw. denkbarer ‚Mega-Trends‘ erstellt.

Im Rahmen einer begleitenden Studie wurde eine ergänzende Methode vorgeschlagen²⁹:

Es werden die Entwicklungen bis ins Jahr 2030 betrachtet. Bis zu diesem Zeitpunkt ist die Energiestrategie Brandenburg (MWE, 2012) angesetzt, und eine Betrachtung der darin angestrebten Ausbauziele unter Berücksichtigung von für den Landkreis naturschutzfachlich relevanter Kriterien scheint sinnvoll. Es werden zwei mögliche Entwicklungen dargestellt: Einerseits wird ein **„Best case“-Szenario** beschrieben, welches aufzeigt, wie ein naturschutzverträglicher Ausbau der erneuerbaren

Energien sich unter Berücksichtigung der in dieser Arbeit empfohlenen Strategien auf die Schutzobjekte der Biodiversität auswirken könnte. Andererseits wird anhand eines **„Worst case“-Szenarios** demonstriert, welche Risiken sich bis ins Jahr 2030 verstärken könnten. Dabei wird angenommen, dass die aktuell herrschenden (gesetzlichen) Rahmenbedingungen nicht verändert bzw. sogar gelockert werden, um den Ausbau der erneuerbaren Energien voranzutreiben. Die in dieser Arbeit empfohlenen Strategien finden keine Anwendung. Bei dem „Worst case“ Szenario handelt es sich um eine übertriebene Betrachtung, die dazu dient, extreme zukünftige Trends aufzuzeigen (IBISCH et al., im Druck).

Es jeweils diejenigen Elemente (...) betrachtet, welche im Rahmen der Situationsanalyse bei der Bewertung der „Kritikalität in der Zukunft“ (Schritt 12) mit „wichtiger als heute“ eingestuft wurden (...). Elemente, welche nicht anhand von Strategien auf regionaler oder nationaler Ebene beeinflussbar sind, z. B. der globale Klimawandel und seine Auswirkungen (z. B. sinkende Grundwasserspiegel) oder die Preisregulierung von Rohstoffen auf dem internationalen Markt, werden bei der Szenarienentwicklung nicht berücksichtigt.

²⁹ Folgende Abschnitte wörtlich aus „Erneuerbare Energien“ im Landkreis Barnim (Brandenburg): Risikoanalyse und Strategieentwicklung für den Landschaftsrahmenplan unter Anwendung der Planungsmethode MARISCO“ (TUCCI 2013).

Landschaftsrahmenplan Barnim

Zukunftsszenarien waren bisher nicht Teil des Prozesses der Landschaftsrahmenplanung. Die Begleitstudie zu der Bedeutung der erneuerbaren Energien für die Landschaftsrahmenplanung im Barnim kam zu folgenden Ergebnissen³⁰:

Bei der Betrachtung wird deutlich, dass [im „**Worst case**“-Szenario] vor allem die Lebens- und Entwicklungsfähigkeit des Schutzobjekts Wälder im Jahr 2030 durch den fortgeschrittenen Ausbau der erneuerbaren Energien stark beeinträchtigt werden könnte. Die Vitalität des Schutzobjekts Niedermoore könnte zukünftig vor allem von zunehmender Eutrophierung aus der Landwirtschaft negativ beeinflusst werden. Gewässer könnten im Jahr 2030 von der Verlegung von Erdkabeln und der damit möglicherweise einhergehenden Auswirkungen auf den Wasserhaushalt von Bach- und Flussabschnitten beeinträchtigt werden. In den Kulturlandschaften wären

vor allem negative Effekte auf die Landschaftsästhetik bemerkbar.

(...) [Dem] „**Best case**“-Szenario entspräche (...), dass die Lebens- und Entwicklungsfähigkeit der Schutzobjekte zukünftig nicht erheblich durch den Ausbau der erneuerbaren Energien gefährdet wäre. Ggf. könnten die Schutzobjekte sogar von positiven Veränderungen, wie beispielsweise der Erzeugung von Synergieeffekten zwischen Naturschutzmaßnahmen und dem Ausbau der erneuerbaren Energien, z. B. durch das Anpflanzen alternativer Energiepflanzen wie Wildpflanzenmischungen (SCHÜMANN et al. 2012) oder der Paludikultur auf ehemals intensiv landwirtschaftlichen Flächen (WICHMANN & WICHTMANN 2009), profitieren. Das „Best Case“-Szenario zeigt, dass eine Verminderung der Risiken vor allem durch die Anpassung gesetzlicher Rahmenbedingungen erzielt werden könnte.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Angesichts der beschränkten verfügbaren Zeit musste auf die Entwicklung von Zukunftsszenarien verzichtet werden.



Maiskultur - Anbau von Bioenergie-Trägern, ein ‚Mega-Trend‘, der vom Naturschutz nicht vorhergesehen wurde.

³⁰ Folgende Abschnitte wörtlich aus „Erneuerbare Energien“ im Landkreis Barnim (Brandenburg): Risikoanalyse und Strategieentwicklung für den Landschaftsrahmenplan unter Anwendung der Planungsmethode MARISCO“ (Tucci 2013).

12. Analyse der zukünftigen Dynamik und Risiken

Wie im Falle des aktuellen Trends eines Problems ist es auch strategisch wichtig, ein Verständnis seiner **Kritikalität in der Zukunft**, wie also seine Kritikalität in 20 Jahren im Vergleich zu heute ausgebildet sein könnte. Wie bei der Bewertung der Kritikalität in der Vergangenheit und des aktuellen Trends handelt es sich um eine einfache Bewertung.

Das Nachdenken über die Zukunft kann auch zur Benennung **weiterer Risiken**, die in der Zukunft relevant werden könnten, führen. Diese sind dann im konzeptionellen Modell zu ergänzen und nach der beschriebenen Vorgehensweise zu bewerten.



Kritikalitätsbewertung – Workshop Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz am 1.-2.2.2013

Landschaftsrahmenplan Barnim

Nach Einschätzung der Akteure des Planungsprozesses werden sich die Probleme gegenüber den aktuellen Kritikalitäten **innerhalb der kommenden 20 Jahre** deutlich verschärfen – und zwar mehr, als es die aktuellen Trends nahelegen. Besonders viele kritische Entwicklungen von **Stressen** wurden für die Schutzobjekte Wald und Moore identifiziert.

Neben dem Klimawandel (siehe rechts) wird die zukünftige Entwicklung der **Bedrohungen** in vielen Bereichen besonders negativ gesehen. Hierzu zählen wiederum die Gruppierungen Landwirtschaft und Forstwirtschaft, aber auch Zusammenhänge, die auf die Schutzobjekte Kulturlandschaft und Siedlungen wirken. Diese insgesamt pessimistische Sicht wird auch in den Bewertungen der Kritikalität in der Zukunft der **ursächlichen Faktoren** ersichtlich.

Die **Bedrohungen** des globalen und regionalen **Klimawandels** werden sich nach Einschätzung der Beteiligten **in den nächsten 20 Jahren** weiter verstärken. Der Klimawandel wirkt als Treiber für die gleichfalls beinahe umfassend kritische Zukunftssicht des Politikfelds Klimawandel mit seinen beiden Säulen, dem Klimaschutz (und mithin den erneuerbaren Energien) und der Anpassung an den Klimawandel.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Die meisten **Stresse, Bedrohungen** und **ursächlichen Faktoren** könnten sich nach Auffassung des Planungsteams **in der Zukunft** noch (viel) **kritischer** gestalten.

Auch aktuell bereits sehr hoch kritisch eingeschätzter Probleme, z. B. solcher der Konnektivität des Auerhuhn-Habitats, könnten sich weiter verstärken.

Dem stehen immerhin einige Chancen (**ursächliche Faktoren** mit positiver Wirkung) gegenüber, die sich günstig entwickeln könnten. Sie könnten allerdings auch in Risiken umschlagen (→ MARISCO-Schritt 7.).

Vor dem Hintergrund eines globalen **Klimawandels**, der **in 20 Jahren** allmählich verstärkt haben könnte, schätzt das Planungsteam, dass der regionale Klimawandel und direkt von ihm ausgelöste Stresse des Auerhuhn-Habitats in der Zukunft viel stärker ausgeprägt sein werden.

Auch für die Klimaschutz-Politik (Energiestrategie 2030 für Brandenburg, nationale Energiewende/Erneuerbares-Energien-Gesetz) geht das Planungsteam davon aus, dass seine ungünstigen Einflüsse in der Zukunft viel höher als heute ausfallen werden.

13. Analyse der systemischen Aktivität und der strategischen Relevanz eines Problems

Die Bewertung der strategischen Relevanz der analysierten Probleme ermöglicht ihre Priorisierung hinsichtlich der Frage, an welchen Problemen am dringlichsten Strategien ansetzen sollten.

Jedes Problem ist Teil des Beziehungsgeflechts in einem konzeptionellen Modell. Es ist dort sowohl Ausgangspunkt als Zielpunkt von Wirkungen (mit Ausnahme grundlegender ursächlicher Faktoren – ganz links im konzeptionellen Modell). Ein Problem kann dabei eine eher aktive oder eher passive Rolle spielen. Die **systemische Aktivität** eines Problems bezeichnet den Einfluss, den es auf andere Probleme hat bzw. den Einfluss, unter dem es durch andere Probleme steht. Ihre Analyse ist wichtig, um die Ursache-Wirkungsbeziehungen im Beziehungsgeflecht besser zu verstehen. Systemisch aktive Probleme haben auch einen überproportional großen Einfluss auf das gesamte System und können Treiber von Veränderungen sein. Sie eignen sich daher besonders als Ansatzpunkte eines strategischen Managements, weil so besonders problematische Ursache-Wirkungsketten beeinflusst werden können.

Die systemische Aktivität eines Problems hat zwei Komponenten: 1. das zahlenmäßige Verhältnis zwischen Einflüssen von außen und Einflussnahmen nach außen und 2. die absolute Zahl der Einflussnahmen nach außen. - Stresse sind größtenteils Zielpunkte von Auswirkungen und werden daher grundsätzlich als passive Elemente behandelt.

Die Bewertungen der wesentlichen Eigenschaften eines Problems werden verrechnet und erlauben so eine

Einschätzung seiner **strategischen Relevanz**. Die strategische Relevanz beschreibt die relative Bedeutung eines ursächlichen Faktors/einer direkten Bedrohung/eines Stresses in einem konzeptionellen Modell. Die erzielten Werte dienen also als Orientierung für die Priorisierung von Problemen für die Strategieentwicklung. Die strategische Relevanz ist also nicht als absolutes Auswahlkriterium, sondern eher als Anhaltspunkt für eine kritische Diskussion aufzufassen. Sie ist definiert als der Durchschnitt der Werte für die Kriterien:

1. aktuelle Kritikalität,
2. aktueller Trend der Kritikalität,
3. Kritikalität in der Zukunft,
4. systemische Aktivität (mit Ausnahme von Stressen).



Überhöhte Wildbestände, eine systemisch passive Bedrohung – Workshop Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz am 1.-2.2.2013

Landschaftsrahmenplan Barnim

Bedrohungen und **ursächliche Faktoren** verteilen sich recht gleichmäßig auf die vier Klassen niedriger, mäßiger, hoher und sehr hoher **systemischer Aktivität**. Systemisch sehr aktive Bedrohungen fanden sich im Zuge des Planungsprozesses in verschiedenen Gruppierungen, z. B. in den Bereichen Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Verkehr und Infrastruktur.

Die **strategische Relevanz** der weit überwiegenden Mehrheit von Problemen wurde als hoch eingeschätzt. Nur wenige Probleme wurden als strategisch mäßig oder sehr hoch relevant eingestuft, als niedrig relevant so gut wie gar keine.

Unter den Schutzobjekten Wald, Moore und Kulturlandschaft finden sich die höchsten Anteile strategisch hoch relevanter Probleme.

Die **Bedrohungen** des globalen und regionalen **Klimawandels** wurden als **systemisch** überdurchschnittlich **aktiv** eingeschätzt. Dies reflektiert die vielfältigen und flächendeckenden Einflüsse, die der Klimawandel auf die Schutzobjekte ausübt. Er tut dies sowohl unmittelbar als auch indirekt über gesellschaftliche Reaktionen auf den Klimawandel.

Dem Klimawandel und seinen prägenden Eigenschaften waren im Zuge der Situationsanalyse hinsichtlich seiner Kritikalität in der Gegenwart, im Trend und in der Zukunft sowie seiner systemischen Aktivität sehr hohe Werte zugeordnet worden. Daraus ergibt sich eine insgesamt hohe bis sehr hohe - und damit überdurchschnittliche - **strategische Relevanz** des Klimawandels.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Hohe **systemische Aktivitäten** wurden v. a. Tätigkeiten der Industrie (z. B. Braunkohletagebau, der in Nachbarschaft des Managementraums voranschreitet), der Verkehrsplanung und Aspekte der Forstwirtschaft und der Landwirtschaft bzw. ihrer Intensivierung zugeschrieben.

Um diese Themenfelder konzentrieren sich auch viele Bedrohungen und ursächliche Faktoren von hoher bis sehr hoher **strategischer Relevanz**. Unter den ursächlichen Faktoren befinden sich auch einige Chancen, bei denen es darum geht, sich die Unterstützung der Politik und der allgemeinen Öffentlichkeit zu sichern. Diese Chancen gälte es nach Möglichkeit zu nutzen.

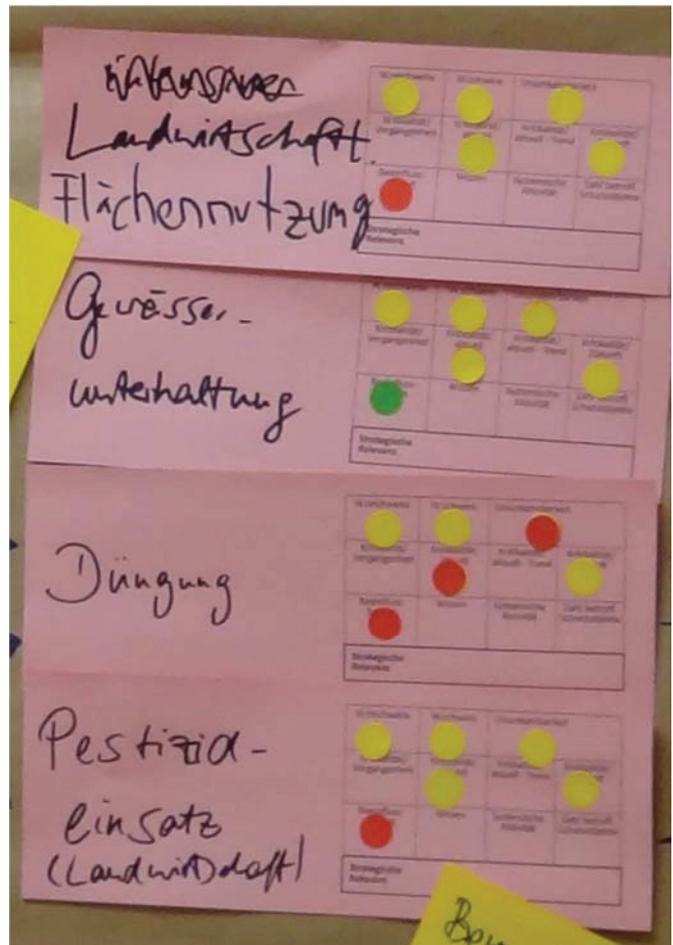
Die Arbeitsgruppe „Auerhuhn“ muss zudem mit einer ganzen Reihe von **strategisch hoch relevanten Stressen** im Auerhuhn-Habitat umgehen.

Der globale und regionale **Klimawandel** und seine Folgen waren den Einschätzungen des Planungsteams zufolge von durchweg hoher Relevanz. Dies galt sowohl für die Wirkungen auf das Schutzobjekt und sein Habitat als auch für das Politikfeld Klimaschutz. Es gilt hier noch einmal hervorzuheben, dass der Klimawandel für die Zukunft besonders kritisch eingeschätzt wurde.

14. Analyse der Managebarkeit und des Wissens

Die Frage nach der **Managebarkeit** eines Problems ist verwandt mit derjenigen nach seiner Unumkehrbarkeit (→ MARISCO-Schritt°10.). Während mit Unumkehrbarkeit die allgemeine Möglichkeit gemeint ist, dass das Problem spontan oder aufgrund von wie auch immer gearteten – projektunabhängigen – Veränderungsprozessen verschwinden könnte, bezeichnet die Managebarkeit das Maß, zu dem ein ursächlicher Faktor oder eine Bedrohung durch Maßnahmen des Managements durch das Planungs- und Managementteam selbst kontrolliert, verändert oder beeinflusst werden kann.

Im Allgemeinen ist das (Nicht-) Wissen über die Probleme im konzeptionellen Modell nicht gleichmäßig verteilt. Die ‚Kartierung‘ des (Nicht-) **Wissens** befähigt u. a. dazu, institutionelle Schwächen bei der Erfassung relevanter Sachverhalte zu erkennen, die dann auch als ursächliche Faktoren ins konzeptionelle Modell Eingang finden und Gegenstand von Strategien sein können. Es lässt sich unterscheiden zwischen internem (z. B. im Planungsteam vorhandenem) Wissen und externem Wissen (z. B. generell verfügbarem Wissen). Zur Beurteilung des Wissens wird das bestehende Wissen mit dem Ausmaß des Nichtwissens in Beziehung gesetzt. Es können unterschiedliche Typen von Nichtwissen differenziert werden: das bewusst wahrgenommene oder vermutete Fehlen von Wissen und das unbewusste Fehlen von Wissen.



Einige Bewertungen der Managebarkeit (Klebefunkte jeweils unten links) von Bedrohungen aus der Landwirtschaft – Workshop Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz am 1.-2.2.2013

Landschaftsrahmenplan Barnim

Die **Managebarkeit** der Probleme wurde in ihrer überwiegenden Mehrheit entweder vorsichtig skeptisch oder vorsichtig zuversichtlich eingeschätzt, die **ursächlichen Faktoren** (gesellschaftlichen Rahmenbedingungen) jedoch insgesamt ungünstiger. Das Schutzobjekt Wald und die Forstwirtschaft versammelten allerdings vor allem ungünstige Bewertungen der Managebarkeit von **Stressen** und **Bedrohungen** auf sich.

Das **Wissen** über die meisten Probleme ging aus dem Planungsprozess mit recht günstigen Einschätzungen hervor. Am ungünstigsten unter den Schutzobjekten und ihren **Stressen** schnitt, wie bei der Managebarkeit, der Wald ab. Beide Resultate reflektieren wohl die hohe Komplexität dieses Ökosystems.

Die **Bedrohungen** des globalen und regionalen **Klimawandels** sind nach Einschätzung der Beteiligten so gut wie nicht **managebar**. Das gilt zwar auch für fundamentale politische Entscheidungen zum Klimaschutz. In der konkreten Ausgestaltung des Ausbaus der Nutzung erneuerbarer Energien wurden jedoch größere Spielräume identifiziert. Interessant erscheint, dass die Politik zur Klimawandelanpassung ganz anders bewertet wurde: Hier wurde immerhin eine gewisse Managebarkeit gesehen.

Abseits der ‚sicheren‘ langfristigen Temperaturerhöhung gingen die Experten davon aus, dass das **Wissen** zum weiteren Verlauf verschiedener Klimawandel-Aspekte eher gering oder sogar sehr gering ist.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Unter den **Bedrohungen** und **ursächlichen Faktoren** wurde auffällig vielen Problemen aus den Bereichen Industrie, Verkehr und Landwirtschaft (sehr) geringe Managebarkeit zugeschrieben. Viele Aspekte der Forstwirtschaft erfuhren günstigere Bewertungen – vielleicht Ausdruck auch der Tatsache, dass bedeutende Flächen Managementraums Landes- und Staatswald sind. Zudem sind einige Vertreter der Forstbehörden Mitglieder in der Arbeitsgruppe „Auerhuhn“.

Das **Wissen** über **Stresse** und **Bedrohungen** wurde insgesamt als recht gut eingeschätzt. Ganz anders die **ursächlichen Faktoren**, die überwiegend als nicht gut bekannt aus den Analysen hervorgingen.

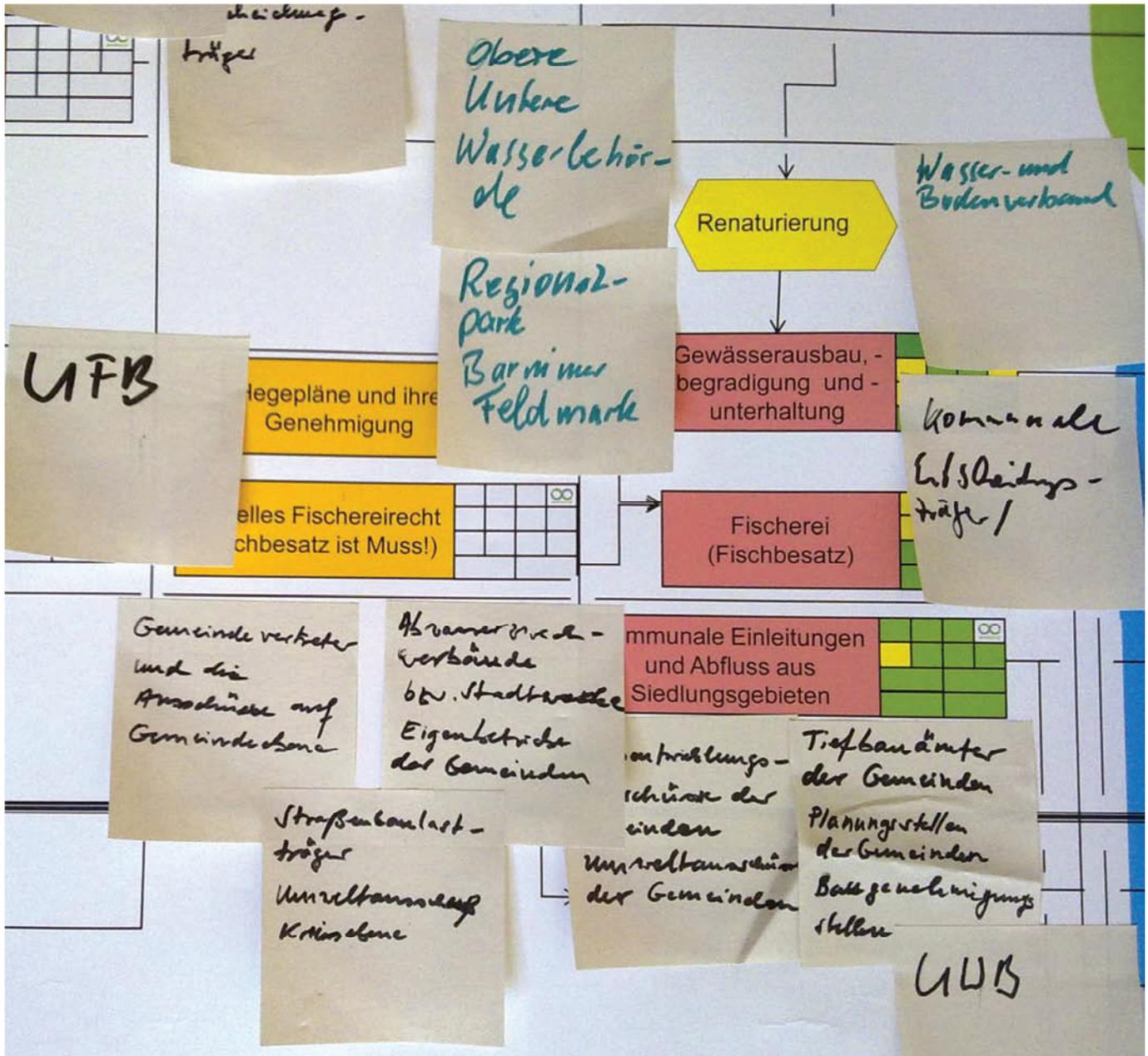
Der globale und der regionale **Klimawandel** wurden als praktisch nicht **managebar** erkannt. Stressen, die der Klimawandel im Auerhuhn-Habitat (mit-) verursacht, wurde – wohl in Verbindung mit einer Anpassung des waldbaulichen Vorgehens - eine etwas günstigere Managebarkeit eingeräumt. Auch einige mutmaßlich vom Klimawandel indirekt beeinflusste Probleme, z. B. invasive Arten, befanden sich unter den als nur schwierig managebar bewerteten Problemen.

Das Planungsteam schätzte das **Wissen** über den Klimawandel und seine Wirkungen als durchweg eher wenig belastbar ein. Dies gilt sowohl für seine ökologischen Wirkungen als auch für Klimaschutz-Politik als gesellschaftliche Reaktion.

15. Akteursanalyse

Normalerweise führt die Analyse von Problemen direkt oder indirekt zur Identifikation relevanter **Akteure**. Es ist jedoch trotzdem ratsam, noch einmal zu überprüfen, ob alle relevanten Akteure erfasst wurden. Dies ist auch wichtig für die Strategieentwicklung. Relevante

Akteure können mit ihrem Wissen auch zur Situationsanalyse und zur anschließenden Planung herangezogen werden, wenn dies angemessen erscheint.



Akteursanalyse, Ausschnitt aus dem konzeptionellen Modell – transdisziplinärer Landschaftsrahmenplan Barnim - Workshop am 12.6.2013

Landschaftsrahmenplan Barnim

Mit der partizipativen Herangehensweise der Landschaftsrahmenplanung für den Barnim beabsichtigt die untere Naturschutzbehörde, relevante **Akteure** von Beginn an in den Planungsprozess einzubinden. Bereits der erste Workshop wurde von vielen Akteuren der Region als Gelegenheit zur Teilhabe wahrgenommen. Mit jedem Workshop kamen neue Akteure hinzu. Bei einer partizipativen Akteursanalyse wurden noch viele weitere Akteure genannt und im konzeptionellen Modell verortet (unterstrichen: mehrmalige Teilnahme; in Klammern: Zahl der Personen; kursiv: Ergebnis der Akteursanalyse).

Behörden: Stadt Eberswalde (1), Untere Naturschutzbehörde Barnim (2), Naturschutzbeirat der Unteren Naturschutzbehörde Barnim (3), Untere Wasserbehörde Barnim (1), Landkreis Barnim, Strukturentwicklungsamt (1), Oberförsterei Chorin (vorher Eberswalde-Finowtal) (1), Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde/Hoheitliche Oberförsterei (1), Naturpark Barnim (1), Regionale Planungsstelle Uckermark-Barnim (1), Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (1), Landeskompetenzzentrum Forst (1); *Obere Wasserbehörde, Untere Jagdbehörde, Untere Fischereibehörde, Landesbetrieb Straßenwesen, Tiefbauämter und Planungsstellen der Gemeinden, Baugenehmigungsstellen, Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft;*

Politik: Mitglied des Landtags (DIE LINKE-Fraktion) (2); *kommunale Entscheidungsträger/Kommunen (Gemeindevertreter und Ausschüsse der Gemeinden), Ortsentwicklungsausschüsse der Gemeinden, Umweltausschuss des Landkreises;*

Private Akteure: WITO (Wirtschafts- und Tourismusentwicklungsgesellschaft mbH) des Landkreises Barnim (1), Kreisbauernverband Barnim (2), Kreisjagdverband Eberswalde (1), NABU Kreisverband Barnim (3), Grüne Liga Brandenburg (1), Boden-Wasser-Verband Finowfließ (1), Regionalpark Barnimer Feldmark (2), Lokale Aktionsgruppe (LAG) Barnim (1), Planungsbüro TRIAS (1), NABU-Stiftung Nationales Naturerbe (1), Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg (1); *Wasser- und Bodenverbände „Schnelle Havel“ und „Stöbber-Erpe“ und deren Mitglieder, Landwirte, Deutscher Jagdverband, Regionale Jagdgemeinschaften, Schulen, Alnus e.V., Landschaftspflegeverband Barnim, Waldbesitzerverband, Anlagenbauer und Energiekonzerne, Abwasserzweckverbände bzw. Stadtwerke, Eigenbetriebe der Gemeinden;*

Wissenschaft: HNEE, INKA BB-Teilprojekte: Naturschutz (8), Wald (1), Siedlungswasserwirtschaft (2), Regionalplanung (1), Wissensmanagement und Transfer (Büro für Landschaftskommunikation; 1), HNEE, Fachgebiet Landschaftsplanung und Regionalentwicklung (2).

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Eine regelrechte **Akteursanalyse** konnte aus Zeitgründen nicht durchgeführt werden. Das Planungsteam selbst setzte sich allerdings aus Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Auerhuhn“ zusammen, die einer Vielzahl von Fachdisziplinen angehören, v. a.

Biologie/Ornithologie, Naturschutz und Vogelschutz, Forstwirtschaft und Jagd. Hauptberuflich sind sie einer Reihe verschiedener Institutionen, v. a. Behörden, verpflichtet.

16. Revision und Validierung

Nach Abschluss der Situationsanalyse wird das konzeptionelle Modell einer **Revision und Validierung** unterzogen. Im günstigen Fall findet ein Abgleich mit dem externen Wissen und der Erfahrung von Akteuren und Experten statt. Hierbei sollten sämtliche Elemente des konzeptionellen Modells geprüft werden auf Plausibilität und Widerspruchsfreiheit. Es stehen also die Schutzobjekte und Ökosystemdienstleistungen, die Identität und Bewertungen der Probleme und ihre Verflechtungen zur Diskussion. Die Prüfung auf Vollständigkeit kann nahe legen, neue Elemente und neue Verflechtungen zu benennen.

Die Teilnehmer des transdisziplinären Workshops (12.6.2013) wurden gebeten, die strategischen Relevanzen der identifizierten Probleme, wie sie während der vorangegangenen Veranstaltungen stückweise erarbeitet worden waren, mit ihrer spontanen Einschätzung zu vergleichen. Für diese **Pauschalbewertungen** erhielt jeder Teilnehmer jeweils halb so viele Klebepunkte zur Vergabe, wie auf einer Liste mit den Stressen eines Schutzobjekts, den Bedrohungen oder den ursächlichen Faktoren standen. So waren die Experten gezwungen zur Priorisierung. Darüber hinaus bestand die Möglichkeit, für ein Problem bis zu drei Punkte zu vergeben. Nicht alle Punkte mussten vergeben werden. Die meisten Akteure machten aber von allen Punkten Gebrauch.



Bewertung der strategischen Relevanz von Problemen durch Workshop-Teilnehmer – transdisziplinärer Landschaftsrahmenplan Barnim-Workshop am 12.6.2013

Landschaftsrahmenplan Barnim

Im Vergleich der systematisch erarbeiteten strategischen Relevanzen und der kumulativen **Pauschalbewertungen** durch die Workshop-Teilnehmer gab es im Mittel relativ gute Übereinstimmungen bei den von vornherein niedrigen strategischen Relevanzen. Demgegenüber wurden recht viele als strategisch besonders hoch relevant eingeschätzte Probleme im Zuge der Pauschalbewertungen weitgehend oder sogar ganz ignoriert. Manche überraschenden Ergebnisse dieser ersten **Validierung** könnten theoretisch auf einen gewissen ‚Alarmismus‘ einiger ursprünglich am Planungsprozess Beteiligten hinweisen. Auf der anderen Seite ist es auch möglich, dass erst die schrittweise Prüfung für viele ‚wunde Punkte‘ in der Situation der Schutzobjekte sensibilisiert. In verschiedenen Fällen könnte die Kenntnis der Validierenden bzgl. ausgewählter Elemente geringer oder anders ausgeprägt gewesen sein als diejenige der zuvor ausführlicher bewertenden Experten.

Die Workshop-Teilnehmer bestätigten die systematisch erarbeiteten strategischen Relevanzen von Bedrohungen durch den **Klimawandel** weitgehend. Ausnahmen waren die Bedrohungen Dürren und Starkregen, die, den **Pauschalbewertungen** nach, insgesamt wenig Sorgen zu bereiten schienen.

Hohe kumulative Pauschalbewertungen ergaben sich für einzelne über das Politikfeld Klimaschutz verteilte Aspekte. Die Anpassung an den Klimawandel wurde hingegen als weitgehend unproblematisch erachtet.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Im Verlauf der Situationsanalyse kam das Planungsteam mehrmals auf bereits zurückliegende MARISCO-Schritte zurück und diskutierte, änderte

oder ergänzte zuvor erzielte Ergebnisse. Während des nur zwei Tage dauernden Workshops konnten **Revision und Validierung nicht vorgenommen** werden.

III. Umfassende Evaluierung, Priorisierung und Formulierung von Strategien

Diese Phase dient der Entwicklung einer Gesamtstrategie zur langfristigen Erhaltung der Biodiversität in einem Naturschutzvorhaben. Eine Strategie besteht aus einer Abfolge von Entscheidungen über den Einsatz der verfügbaren Ressourcen und

Instrumente zur Erreichung der gesetzten Ziele. Von Bedeutung ist auch die Herstellung geeigneter sozialer und institutioneller Rahmenbedingungen. Eine Gesamtstrategie setzt sich aus aufeinander abgestimmten Teilstrategien zusammen.

17. Identifizierung existierender Strategien

Die Erhaltung der Biodiversität ist ein seit langem etabliertes gesellschaftliches Ziel. Die bereits **existierenden** (oder ausdrücklich geplanten)

Strategien zur Erreichung der Ziele eines Naturschutzvorhabens bilden den Ausgangspunkt der Strategieanalyse.

18. Beurteilung und Priorisierung existierender Strategien

Ähnlich Schutzobjekten der Biodiversität sind auch Strategien gekennzeichnet durch eine bestimmte Vulnerabilität gegenüber Risiken, denen sie ausgesetzt sind. Demgegenüber verfügen Strategien jedoch auch über eine mehr oder weniger große Anpassungsfähigkeit. Diese Eigenschaften beeinflussen einerseits ihre Umsetzbarkeit und andererseits ihre Wirkung (→ Tabelle 24). Ihre **Beurteilung** legt

Schwächen einer Strategie offen und zeigt somit Ansatzpunkte zu ihrer Verbesserung auf. Auch die Erkennung und Vermeidung unerwünschter Wirkungen einer Strategie zählen zu den Zielen der Strategiebewertung. Zudem ermöglicht die Analyse der Stärken und Schwächen alternativer Strategien ihre **Priorisierung**.

Tabelle 24: Kriterien zur Bewertung der Machbarkeit und der Wirkung von Strategien

Machbarkeit	Wirkung
<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Ressourcen (Geld, Personal, Zeit) • Akzeptanz durch relevante Akteure • Nutzen und Möglichkeiten (durch externe Faktoren) • Risikorobustheit • Anpassbarkeit im Falle von Änderungen der Rahmenbedingungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erzeugung von sozialen, politischen oder institutionellen Konflikten • Schaffung biophysischer Risiken für Schutzobjekte • Synergien zwischen Strategien • Konflikte mit anderen Strategien • Reduktion der Bedrohungen • Verbesserung der Funktionstüchtigkeit der Schutzobjekte • Mögliches Bedauern der Strategie

19. Visualisierung systemischer Beziehungen existierender Strategien mit anderen Elementen im konzeptionellen Modell

Im Zuge ihrer Kartierung können Teilstrategien an jedem Problem oder Schutzobjekt im konzeptionellen Modell ansetzen. Die **Visualisierung** kann zur

Entdeckung bisher nicht erkannter Nutzen oder Risiken führen, die entsprechend nachholend bewertet werden müssen.

Landschaftsrahmenplan Barnim

Als übergreifende **existierende Strategien** für den Landkreis wurden Monitoring, Naturschutzgroßprojekte, Öffentlichkeitsarbeit und Einwerben von Mitteln identifiziert. Weiterhin wurde als existierende Strategie die Umsetzung von gesetzlichen Vorgaben auf unterschiedliche Ebenen genannt, z. B. von Wasserrahmenrichtlinie, Wasserhaushaltsgesetz und Gewässerentwicklungskonzepten zur Verbesserung der Gewässermorphologie und -güte.

Weitere existierende Strategien sind Biotopverbund, Agrar-Umweltmaßnahmen und Vertragsnaturschutz. Außerdem wurden Maßnahmen wie naturschutzfachliche (ehrenamtliche) Pflegemaßnahmen genannt.

Ausdrücklich auf die **Anpassung gegenüber dem Klimawandel** und auf **Klimaschutz** ausgerichtete **Strategien existieren** momentan nicht. Eine Ausnahme besteht darin, dass im Rahmen des Flächenpools die besondere Bedeutung von Mooren und Wäldern berücksichtigt wird. Weiterhin kann die existierende Strategie zur Verstärkung bzw. Schaffung eines Biotopverbundes als Klimawandelanpassung gewertet werden. Naturschutzgroßprojekte, Gewässerentwicklungskonzepte und Mitteleinwerbung können ebenfalls auf Klimawandelanpassung oder auch Klimaschutz ausgerichtet werden.

Durch die beispielhafte **Bewertung** von einigen **existierenden Strategien** wurden mögliche Probleme in der Machbarkeit, z. B. hinsichtlich der benötigten Ressourcen, identifiziert. Ein Beispiel hierfür ist die Strategie Biotopverbund von Fließ- und Standgewässern (auch Kleinstgewässer, Sölle). Teilweise wurden die Bewertungen innerhalb der Bewertungskategorien auch differenzierter aufgeschlüsselt. So wurde u. a. deutlich, dass das Problem in der Ressourcenverfügbarkeit hinsichtlich Ersatzmaßnahmen, z. B. bei Neupflanzungen in der Kulturlandschaft eher in dem nötigen planerischen

Vorlauf besteht als in der finanziellen Ausstattung. Es wird auch deutlich, bei welchen Strategien an der Akzeptanzsteigerung gearbeitet werden muss, und welche ein Risiko beinhalten, Konflikte zu erzeugen (z. B. Einvernehmen bei Abschussplänen). Bei einigen Strategien wurde ein mögliches Bedauern diskutiert (z. B. bei Neupflanzungen im Zuge von Ersatzmaßnahmen oder bei der Grünlandpflege über das das Kulturlandschaftsprogramm). Dieses Bedauern könnte sich beziehen auf einen wirtschaftlichen Schaden oder, in geringerem Maße, auf einen ökologischen Schaden. Weiterhin wurden neue Risiken diskutiert, die bei Neupflanzungen im Zuge von Ersatzmaßnahmen durch einen möglicherweise entstehenden Monitoringaufwand geschaffen werden. Das konzeptionelle Modell regte das Nachdenken über existierende Strategien an, die dort sogleich **visualisiert** wurden.



Identifizierung existierender Strategien zur Erhaltung des Schutzobjekts reichstrukturierte Kulturlandschaften – transdisziplinärer Landschaftsrahmenplan Barnim-Workshop am 12.6.2013

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Die Gesamtheit der **existierenden Strategien** (also solcher, die sich in der Durchführung befinden oder bereits vom Projekt geplant waren), setzte an Elementen aller Kategorien des konzeptionellen Modells an:

- Schutzobjekte: Bsp. Ausbringung von Auerhühnern
- Stresse: Bsp. Öffentlichkeitsarbeit zur Entschärfung der Diskussion über die Bejagung des Fuchses als fraglichen Prädator
- Bedrohungen: Bsp. Entschärfung und Rückbau von Zäunen
- ursächliche Faktoren: Bsp. politische Lobbyarbeit.

Viele **existierende Strategien** beschäftigten sich mit Problemen, die als strategisch hoch oder sehr hoch relevant bewertet worden waren.

Die **existierende Strategie** Moorschutz wurde ausdrücklich auch als Strategie für den Klimaschutz bezeichnet. Die Anpassung an den **Klimawandel** spielt

unter den existierenden Strategien zur Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz eine ebenso geringe Rolle. Als Strategie mit Anpassungs(neben)wirkung wurde nur Wasserrückhaltung genannt. Immerhin zielen die meisten existierenden Strategien auf eine allgemeine Stärkung der Funktionstüchtigkeit und Resilienz des Auerhuhn-Habitats ab. Dies dürfte den vom Auerhuhn besiedelbaren Wald-Moor-Komplexen zugute kommen, sobald sich der Klimawandel verschärft.

Die beispielhafte **Bewertung** zweier **Strategien** zeigte die Abhängigkeit ihrer Machbarkeit und Wirkung vom Schutzobjekt und damit von den betreffenden Akteuren. So wurden waldbezogene Strategien deutlich günstiger beurteilt als solche, die Moore betrafen. Als Gründe hierfür gab das Planungsteam höhere Konflikt- und Risikopotenziale an.

Die **Visualisierung existierender Strategien** wurde gemeinsam mit der **Identifizierung existierender Strategien** (MARISCO-Schritt 17.) vollzogen.

Strategie	Machbarkeit					Auswirkungen						
	Ressourcen	Auflage	Nutzen und Möglichkeiten	Wahrscheinlichkeit v. Risiken	Anpassungsfähigkeit	soz./inst. polit. Konflikte	Schaffung biophys. Risiken	Synergien zw. Strategien	Konflikte mit and. Strategien	Effektivität	Üb.Übung auf Schutzobjekte	potenzielles Bedauern einer Maßnahme
Abgestimmte öffentliche Stellennahmen	3	4	4	4	4	2	/	4	4	3	/	3
Moorschutz Wasserrückhalt Strukturierung/Stabil Waldbestände	2	Wasser: 2 Wald: 2	Wasser: 3 Wald: 3	Wasser: 2,3 Wald: 2-3	3	Wasser: 2 Wald: 3	Wasser: 2 Wald: 4	4	Wasser: 3 Wald: 4	4	/	4

Bewertungen von Strategien – Workshop Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz am 1.-2.2.2013



Schutzgebiete sind von großer strategischer Bedeutung für den Naturschutz – FFH-Gebiet Trampe, ein ehemaliger Truppenübungsplatz, im Naturpark Barnim

20. Analyse strategischer Lücken und Strategieanpassung, ggf. Formulierung ergänzender Strategien

Das konzeptionelle Modell erlaubt nun, abzugleichen, ob alle strategisch relevanten Probleme durch existierende Strategien beantwortet werden. Wo dies nicht der Fall ist, besteht eine **strategische Lücke**, für die **ergänzende Strategien** formuliert werden. Gegebenenfalls können strategische Lücken auch durch **Modifizierung** (Ausweitung oder andere Anpassungen)

existierender Strategien geschlossen werden. In vielen Fällen wird sich zeigen, dass existierende Strategien des Naturschutzes v. a. an Stressen und Bedrohungen ansetzen, während großräumig oder gesellschaftlich wirkende ursächliche Faktoren weitgehend unbeachtet bleiben. Es liegt also nahe, v. a. auch über ergänzende Strategien für ursächlichen Faktoren nachzudenken.

21. Beurteilung und Priorisierung ergänzender Strategien

Die Vorgehensweise entspricht der Beschreibung für Schritt 18.

22. Visualisierung systemischer Beziehungen ergänzender Strategien mit anderen Elementen im konzeptionellen Modell

Die Vorgehensweise entspricht der Beschreibung für Schritt 19.



Biberdamm im Naturpark Barnim

Landschaftsrahmenplan Barnim

Eine Lückenanalyse konnte noch nicht vorgenommen werden. Durch den Prozess der Strategiesammlung und -verortung tauchten jedoch bereits Ideen für weitere als sinnvoll oder nötig erachtete Strategien auf. Diese neuen Strategien wurden im Kreise der Workshopsteilnehmer nur knapp andiskutiert. Eine systematische Bewertung dieser Strategien steht noch aus.

Beispiele für diskutierte Strategien, die die existierenden **Strategien ergänzen** könnten:

- gut funktionierender Informationsaustausch (vertikal/ horizontal)/-pool,
- Akteurspflege, Informationsaustausch, Vernetzung,
- Gewinnung von neuen Akteuren,
- verstärkte Öffentlichkeitsarbeit, Wissensvermittlung,

- Leitbild-Entwicklung und Vernetzung und Förderung von im Sinne des Naturschutzes aktiver Landwirte (Leitfrage: Zu welchen Agrar-Umweltmaßnahmen sind sie bereit, und unter welchen Umständen?)

Als weitere sinnvolle und als nötig erachtete **Strategie** wurde **ergänzend** auch **Klimaschutz** genannt. Auch Agrar-Umweltmaßnahmen können dahingehend umgesetzt werden, dass sie dem Klimaschutz und der Anpassung an den Klimawandel dienen (z. B. Förderung der Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes, extensive Dauergrünlandnutzung).

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Auf der Analyse und Verortung der existierenden Strategien aufbauend wurden Probleme gefunden, die zwar als strategisch wichtig erachtet wurden, aber bislang noch nicht Gegenstand von Strategien waren. Für diese Probleme wurden **ergänzende Strategien** entwickelt. Interessante neue Strategien betrafen u. a. die Erarbeitung von abgestimmten Stellungnahmen aller im Projekt vertretenen Sektoren bei Genehmigungsverfahren (für Windkraftanlagen o. ä.) oder die Finanzierung der Entwicklung von Flächen über Ausgleichsmaßnahmen.

Für Probleme des Klimawandels wurden keine ergänzenden Strategien benannt. Zwar legt eine Studie

(KREFT et al. 2013) nahe, dass das Auerhuhn gegenüber dem Klimawandel lediglich mäßig sensitiv ist, dieselbe Studie zitiert aber eine Einschätzung (PETERMANN et al. 2007), der zufolge die *Habitats*, die die Art besiedelt, hoch sensitiv sein könnten. Hier könnte also eine bedeutende strategische Lücke liegen, die Aufmerksamkeit verdienen würde.

Diese ergänzenden Strategien wurden im konzeptionellen Modell visualisiert. Sie konnten während der relativ kurzen Workshopdauer jedoch nicht systematisch bewertet werden.

IV. Umsetzung und Management von Nichtwissen

Adaptives Management betont die Bedeutung systematischen und schnellen Lernens aus Fehlern und Erfolgen. Neues Wissen sollte effektiv integriert werden, so dass überprüft werden kann, ob sich dadurch die Grundlage für Management-Entscheidungen geändert hat. Dies erfordert, den Fortgang aller Management-Aktivitäten, also die **Umsetzung** der zuvor formulierten Strategien, zu beobachten und zu dokumentieren. Ihr Erfolg wird einer regelmäßigen Evaluation unterzogen, um sicher zu stellen, dass sie für die Zielerreichung optimal geeignet bleiben. Die Evaluation richtet ihr Augenmerk auch auf das Management des Wissens selbst und seine Eignung für die Erfolgskontrolle. Besondere Beachtung erhält dabei auch die Existenz von **Nichtwissen**. Systematisches Lernen erfolgt auch durch Austausch von Wissen und Erfahrungen unter Kollegen, sei es innerhalb der eigenen Institution, sei es mit anderen Institutionen, die vergleichbare Zielsetzungen verfolgen.

Die hier geschilderten Anwendungen des Planungsinstruments MARISCO erfolgten im Rahmen des zeitlich befristeten Projektes „Anpassung des administrativen Naturschutzes an den Klimawandel in Brandenburg“/INKA BB. Das Projekt ist darauf angelegt, Akteuren der Naturschutzpraxis neue Herangehensweisen zur Anpassung an den Klimawandel vorzuschlagen und kann sie bei ihrer Anwendung nur ein Stück weit begleiten. Die Umsetzung der im Zuge von INKA BB erarbeiteten MARISCO-basierten Managementvorschläge würde weit über das Projektende hinausreichen.

An ihrer Stelle soll hier ein Ausblick versucht werden, welche wichtigen Aktivitäten und Entscheidungen bei einer etwaigen Fortsetzung der beschriebenen Planungsprozesse aus Sicht der Moderatoren zunächst relevant wären. Diese Ausblicke ziehen auch Rückkopplungen durch Teilnehmer an den zurückliegenden Veranstaltungen in Betracht (→ folgende Seiten).



Identifikation von Nichtwissen durch systematische Analyse bestehenden Wissens für die Strategieentwicklung mit MARISCO – Workshop Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz am 1.-2.2.2013

Landschaftsrahmenplan Barnim

Meinungen von Beteiligten

MARISCO betont einerseits die Bedeutung einer systemischen Analyse und der Abbildung komplexer Zusammenhänge. Andererseits beschreibt die Methode durch den vierstufigen Bewertungsmodus einen Mittelweg zwischen Detailgenauigkeit und Vereinfachung. Hierdurch soll das Wissen von Akteuren mit unterschiedlichen fachlichen

Hintergründen zusammengeführt werden. In einem breit angelegten partizipativen Prozess, in dem Wissenschaftler und Praktiker zusammenkommen, gruppieren sich um solche Teilnehmer, die die Methode positiv aufnehmen, andere, die entweder mehr Genauigkeit oder aber eine weitere Vereinfachung bevorzugen würden (→ Tabelle 25).

Tabelle 25: Einige Meinungen von Beteiligten zum Prozess der Landschaftsrahmenplanung für den Barnim.

Positive Meinungen	Skeptische und kritische Meinungen
<ul style="list-style-type: none"> Referentin eines Mitglieds des brandenburgischen Landtags - befürwortet Konsensentscheidungen auf halbquantitativer Basis, die die Integration von Expertenwissen erlauben Behördenmitarbeiter - lobt systematischen Ansatz, der mit Theorie untermauert ist 	<ul style="list-style-type: none"> Wissenschaftler - vermisst klare Regeln für Bewertungen Vertreterin eines Verbands zur Regionalentwicklung - stellt Wert der 'komplizierten' Vorgehensweisen und die eigene Fähigkeit, hier substantiell beizutragen, in Frage

Ausblick

Über die vorliegenden beispielhaften Arbeiten hinaus sollten alle strategisch hoch relevanten Probleme räumlich analysiert und kartografisch aufbereitet werden. Dabei ist darauf zu achten, dass Anforderungen an verbindliche Vorgaben zur Landschaftsrahmenplanung erfüllt werden. Diese legen u. a. Schutzgüter fest, die kartografisch darzustellen sind. Insgesamt soll die Anschlussfähigkeit an den existierenden Landschaftsrahmenplan und andere Planungsprozesse (z. B. strategische Umweltprüfungen) gewährt sein.

Die wichtigste Frage besteht darin, ob die Untere Naturschutzbehörde Barnim die notwendigen Ressourcen haben wird, den begonnenen Planungsprozess aufrechtzuerhalten. Denkbar ist die Fortsetzung der Zusammenarbeit der unteren Naturschutzbehörde mit den Arbeitsgruppen an der HNEE. Eine Alternative könnte in einer ständigen Begleitung des Planungsprozesses - der bisher gepflegten kurzen, intensiven Arbeit an einem kompakten, nicht-adaptiven Landschaftsrahmenplan -

durch ein Planungsbüro bestehen, das die MARISCO-Methode beherrscht.

Eine andere wichtige Frage betrifft die weitere Ausgestaltung der Partizipation anderer Akteure. Es könnte angestrebt werden, ein Kern-Planungsteam zu bilden, das mehr oder weniger regelmäßig zusammenkommt. Dieses Planungsteam könnte, je nach Problemstellung, weitere Akteure hinzuziehen. Dies würde auch das Zeitbudget solcher Akteure entlasten.

Schließlich stellt sich die Frage, wie mit Standpunkten von außerhalb des Naturschutzes in der Landschaftsrahmenplanung umgegangen werden soll? Die Partizipation könnte auf informeller Basis fortgeführt werden. Es könnte jedoch auch ein Ziel sein, schrittweise überzugehen von der reinen Fachplanung, wie sie 'traditionell' angelegt ist, zu einer integrativen Planung, die Naturschutz als Querschnittsthema der Landnutzung begreift. Es wäre auf lange Sicht denkbar, dass hierfür eine Rechtsgrundlage geschaffen würde.

Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz

Meinungen von Beteiligten

Tabelle 26: Einige Meinungen zum MARISCO-Workshop aus dem Planungsteam des Projekts zur Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz.

Positive Meinungen	Skeptische und kritische Meinungen
<ul style="list-style-type: none">• Der Workshop bot zwei Tage effektive und interessante inhaltliche Arbeit, für die man sich sonst nie Zeit nimmt.• Die Vorgehensweise ist strukturiert und konzeptionell spannend.• Man könnte viele Arbeitsaufträge mitnehmen.• Es wäre vorstellbar, MARISCO auch in anderen Bereichen anzuwenden, z. B. beim Wolfsmanagement oder in der Betriebsführung.	<ul style="list-style-type: none">• Viele neue Begriffe erfordern Einarbeitungszeit und Gewöhnung.• Manche Probleme wurden feiner aufgeschlüsselt als andere, so dass die Gefahr besteht, dass sie zu viel Aufmerksamkeit erlangen.

Ausblick

Wenn die Ergebnisse des Pilotprojekts dies nahelegen, strebt die Arbeitsgruppe „Auerhuhn“ an, die Etablierung einer Auerhuhn-Population langfristig zu verfolgen und die Anstrengungen hierfür (auch räumlich) auszuweiten. In diesem Fall könnte es

sinnvoll sein, dieses umfangliche Wiederansiedlungsprogramm durch einen strategischen Managementplan, wie er mit MARISCO erarbeitet werden kann, zu begleiten.



Gemeinsame Diskussion über aktuelle und zukünftige Ziele – Workshop Wiederansiedlung des Auerhuhns in der Niederlausitz am 1.-2.2.2013

Schlussfolgerungen

Die Prinzipien der ökosystembasierten, adaptiven Planung werden von den an der Planung beteiligten Akteuren generell gut angenommen. Die Anwendungen der adaptiven Management-Planungsmethode MARISCO befördern den Meinungs-austausch zwischen Akteuren ganz unterschiedlicher institutioneller und fachlicher Herkunft. MARISCO unterstützt die Teilhabe an der Naturschutzplanung von Akteuren auch außerhalb des Naturschutzes.

Der erste ‚Durchlauf‘ durch den adaptiven MARISCO-Zyklus ist besonders zeitaufwändig. Hinzu kommt die Einarbeitungszeit für Teilnehmer am Planungsprozess. Der Zeitaufwand für die Partizipation an einem Naturschutz-Planungsprozess ist im Normalfall nicht vorgesehen im Zeitbudget eines Akteurs. Dies gilt bisher auch für die mit Planungsaufgaben betrauten Behörden. Solche Aktivitäten müssen ihren Platz in der Agenda der Akteure erst noch festigen.

MARISCO hilft Naturschutzpraktikern dabei, ihren Blick über aktuelle Probleme hinaus auf zukünftige Probleme zu weiten. Sie werden dabei zu langfristigerem strategischem und systemischem Denken und zur Entwicklung vorausgreifender Strategien angeregt. Diese sollten dazu geeignet sein, die Vulnerabilität der Biodiversität und auch der Naturschutzarbeit zu verringern und Risiken, die sie beeinträchtigen könnten, vorzubeugen oder diese zumindest abzumildern.

Der **Klimawandel** bringt genau solche Risiken mit sich. Die Analysen haben gezeigt, dass diese Risiken strategisch überaus relevant sind. Des Weiteren haben sie jedoch auch offengelegt, dass die Anpassung an diese Klimawandel-Risiken oftmals noch nicht Gegenstand strategischen Vorgehens von Seiten von Naturschützern ist. Den Klimawandel in seiner strategischen Bedeutung ins rechte Licht zu rücken, ist ein wichtiger Beitrag, den die Anwendung der Management-Planungsmethode MARISCO leisten kann.



Einführung von MARISCO, einer ökosystembasierten, partizipativen und adaptiven Management-Planungsmethode – transdisziplinärer Landschaftsrahmenplan Barnim-Workshop am 12.6.2013

Literaturverzeichnis

- AD-HOC-AG BODEN (2005):** Bodenkindliche Kartieranleitung, 5. Auflage (KA5). Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
- AHAS, R., AASA, A., MENZEL, A., FEDOTOVA, V. G. & SCHEIFINGER, H. (2002):** Changes in European Spring Phenology. *International Journal of Climatology*, 22: 1727–1738.
- AMANO, T., SMITHERS, R. J., SPARKS, T. H. & SUTHERLAND, W. J. (2010):** A 250-year index of first flowering dates and its response to temperature changes. *Proceedings of the Royal Society Biological Science*, 277 (1693): 2451–2457.
- AMT FÜR STATISTIK BERLIN BRANDENBURG (2013):** Statistischer Bericht (A V 3 - j /12) Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung im Land Brandenburg 2012. Potsdam.
- ASCHENBRENNER, D. (2012):** Anwendung eines systemisch-adaptiven Managementansatzes - Offene Standards für die Naturschutzpraxis - in der Landschaftsrahmenplanung am Beispiel des Landkreises Barnim, Brandenburg (Deutschland). Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde. (Unveröffentlichte Masterarbeit.).
- ASCHENBRENNER, D., CYBULLA, F. & IBISCH, P.L. (2012a):** Die Offenen Standards für die Naturschutzpraxis und die Software Miradi™ – Unterstützung für die adaptive Naturschutz-planung in Brandenburg. S. 186-193 in (Hrsg.) IBISCH, P.L., S. KREFT & V. LUTHARDT: Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel: Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. 253 S.
- ASCHENBRENNER, D., WELSCH, M., OPFERMANN, S., PETERS, J. & IBISCH, P.L. (2012b):** Anwendung des systemisch adaptiven Managementansatzes Offene Standards für die Naturschutzpraxis in der Landschaftsrahmenplanung am Beispiel des Landkreises Barnim. S. 168-185 in (Hrsg.) Ibisch, P.L., Kreft, S. & Luthardt, V.: Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel: Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. 253 S.
- BADECK, F.-W., LASCH, P., HAUF, Y., ROCK, J., SUCKOW, F. & THONICKE, K. (2003):** Steigendes klimatisches Waldbrandrisiko. *AFZ-DerWald*, 5 S.
- BASTIAN, O. & SCHREIBER, K.-F. (1999):** Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. 2. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg – Berlin. 564 S.
- BAUMGARTEN, M. (2006):** Belastung der Wälder mit gasförmigen Luftschadstoffen - Studie zur Beurteilung der Luftqualität an Waldstandorten des forstlichen Umweltmonitoring in den Jahren 2002 und 2003. Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 130 S.
- BECKER, P., JACOB, D., DEUTSCHLÄNDER, T., IMBERY, F., NAMYSLO, J., MÜLLER-WESTERMEIER, G. & ROOS, M. (2012):** Klimawandel in Deutschland. In: Mosbrugger, V., Brasseur, G., Schaller, M., Stribny, B. (Hrsg.) Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 23-37.
- BEHRENS, M., FARTMANN, T. & HÖLZEL, N. (2009):** Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 364 S.
- BERRY, P. M., DAWSON, T. P., HARRISON, P. A. & PEARSON, R. (2003):** The sensitivity and vulnerability of terrestrial habitats and species in Britain and Ireland to climate change. *Journal for Nature Conservation*, Volume 11 (1): 15–23.
- BGR (2007):** Mittelmaßstäbige Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- BLATT, J., ELLNER, B., STRIXNER, L., KREFT, S., LUTHARDT, V. & IBISCH, P. L. (2010):** Index-basierte Erfassung der Klimawandel-Vulnerabilität von Wald- und Forstökosystemen im Nationalpark Unteres Odertal. In: KORN, H., SCHLIEP, R., STADLER, J.: Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland VII –. BfN-Skripten 282, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, 55-58.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2013):** Internationale Klimaschutzinitiative (IKI). <http://www.international-climate-initiative.com/de/themen/anpassung/>, aufgerufen 27.8.2013.
- BOLTE, A., EISENHAEUER, D.-R., EHRHART, H.-P., GROB, J., HANEWINKEL, M., KÖLLING, C., PROFFT, I., ROHDE, M., RÖHE, P. & AMERELLER, K. (2009):** Klimawandel und Forstwirtschaft – Übereinstimmungen und Unterschiede bei der Einschätzung der Anpassungsnotwendigkeiten und Anpassungsstrategien der Bundesländer. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research*, 4 (59): 269-278.

- BURROWS, M. T., SCHOEMAN, D. S., BUCKLEY, L. B., MOORE, P., POLOCZANSKA, E. S., BRANDER, K. M., BROWN, C., BRUNO, J. F., DUARTE, C. M., HALPERN, B. S., HOLDING, J., KAPPEL, C. V., KIESSLING, W., O'CONNOR, M. I., PANDOLFI, J. M., PARMESAN, C., SCHWING, F. B., SYDEMAN, W. J. & RICHARDSON, A. J. (2011):** The Pace of Shifting Climate in Marine and Terrestrial Ecosystems. *Science*, Vol. 334: 652-655.
- CBD (Übereinkommen über die biologische Vielfalt) (2000):** Ecosystem Approach. <https://www.cbd.int/ecosystem/>, aufgerufen 1.10.2013.
- CBD (Übereinkommen über die biologische Vielfalt) (2013):** Connecting biodiversity and climate change. <https://www.cbd.int/climate/copenhagen/>, aufgerufen 27.8.2013.
- CHMIELEWSKI, F.-M. (2007):** Folgen des Klimawandels für die Land- und Forstwirtschaft. In: ENDLICHER, W., GERSTENGARBE F.-W. (Hrsg.): *der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke*. Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Geographie, des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung und der Humboldt-Universität zu Berlin, Potsdam, 75-85.
- CMP (Conservation Measures Partnership) (2013):** Open Standards for the Practice of Conservation. Version 3.0. April 2013. <http://www.conservationmeasures.org/wp-content/uploads/2013/05/CMP-OS-V3-0-Final.pdf>, aufgerufen 27.9.2013.
- DANNOWSKI, M. & WURBS, A. (2003):** Räumlich differenzierte Darstellung maximaler Durchwurzelungstiefen unterschiedlicher Pflanzengesellschaften auf einer Feldgehölzfläche des Nordostdeutschen Tieflandes. *Die Bodenkultur* 54 (2): 93-108.
- DEUTSCHLÄNDER, T. & DALELANE, C. (2011):** Auswertung regionaler Klimaprojektionen für Deutschland hinsichtlich der Änderung des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit. Abschlussbericht, Offenbach, 153 S.
- DIN (1992):** DIN 4049-1: Hydrologie; Grundbegriffe. Hrsg.: Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, 12 S. Berlin.
- DWD (2013a):** Klima-Pressekonferenz 2013 des Deutschen Wetterdienstes. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 3 S.
- DWD (2013b):** Klimadaten Deutschland/Messstationen/Monatswerte. Deutscher Wetterdienst, <http://www.dwd.de/> (download 07.08.2013).
- EHRMANN, O., KONOLD, W., NIEDERBERGER, J. & WATTENDORF, P. (2009):** Auswirkungen des Klimawandels auf Biotop Baden-Württembergs. Abschlussbericht innerhalb des Forschungsprogramms Herausforderung Klimawandel Baden-Württembergs, 195 S.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, C. (2010):** *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 6. Aufl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1333 S.
- ELLNER, B. (2010):** Analyse der Vulnerabilität von Wald-Biotoptypen gegenüber dem Klimawandel am Beispiel des Nationalparks Unteres Odertal. Master Thesis an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, unveröffentlicht.
- ENGELHART, U., FRANZ, A. & SZIBELE, A. (1997):** Landschaftsrahmenplan Landkreis Barnim, Hauptstudie, Band 2: Grundlagen, Bestandsaufnahme, Bewertung. Im Auftrag des Landkreises Barnim. Berlin.
- ENTERA (2013a):** Biotopkartierung zur Erstellung eines Pflege- und Entwicklungsplans für das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin.
- ENTERA (2013b):** http://www.icoworks-online.de/participation/52/PT_Content.jsp?id=2693, am 11.08.2013.
- ERDMANN, L., BEHRENDT, S. & MARWEDE, M. (2008):** *Zukunftsfeld: Klimawandel und Wald - Treiber, Folgen und Governance*. Projektbericht des Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin, 68 S.
- ESSL, F. & RABITSCH, W. (2013):** *Biodiversität und Klimawandel – Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa*. Springer Spektrum, Berlin Heidelberg, 458 S.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2012):** *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, An indicator-based report*. European Environment Agency, Copenhagen, 300 S.
- FEE, E., GERBER, K., RUST, J., HAGGENMÜLLER, K., KORN, H. & IBISCH, P.L. (2009):** Stuck in the clouds: Bringing the CBD's Ecosystem Approach for conservation management down to Earth in Canada and Germany. *Journal for Nature Conservation* 17: 212-227.
- FREUDENBERGER, L., HOBSON, P.R., RUPIC, S., PE'ER, G., SCHLUCK, M., SAUERMAN, J., KREFT, S., SELVA, N. & IBISCH, P.L. (2013):** Spatial road disturbance index (SPROADI) for conservation planning: a novel landscape index, demonstrated for the State of Brandenburg, Germany. *Landscape Ecology* 28: 1353-1369.
- GERSTENGARBE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F. & WERNER, P. C. (2003):** Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren

Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven, PIK Report NO. 83. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V., Potsdam, 91 S.

GEYER, J., KIEFER, I., KREFT, S., CHAVEZ, V., SALAFSKY, N., JELTSCH, F. & IBISCH, P. L. (2011): Classification of climate-change-induced stresses on biological diversity. *Conservation Biology*, 25(4): 708-715.

GITAY, H., SUÁREZ, A., WATSON, R-T. & DOKKEN, D-J. (2002): Climate Change and Biodiversity. IPCC Working Group II Technical Support Unit, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 86 S.

GORNISH, E. S. & TYLIANAKIS, J. M. (2013): Community shifts under climate change: Mechanisms at multiple scales. *American Journal of Botany*, 100 (7): 1422-1434.

GRAUMANN, U. (2012): Biosphärenreservat „Schorfheide-Chorin“, Modellregion für Klimaschutz und Klimaanpassung – Einführung in das FuE- Vorhaben. In: Biosphärenreservate als Modellregionen für Klimaschutz und Klimaanpassung. Hrsg.: BfN. BfN-Skripten 316., S. 61-70, Bonn.

HAASE, P., HERING, D., HOFFMANN, R., MÜLLER, R., NOWAK, C., PAULS, ST., STOLL, ST. & STRAILE, D. (2012): Effekte von Klimawandel auf die Biodiversität - bedeutende Aspekte. In: Mosbrugger, V., Brasseur, G., Schaller, M., Stribrny, B. (Hrsg.): Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 94-95.

HAGGENMÜLLER, K. & LUTHARDT, V. (2009): Pflanzenphänologische Veränderungen als Folge von Klimawandel in unterschiedlichen Regionen Brandenburgs. *Phänologie - Journal, Mitteilungen für die phänologischen Beobachter des Deutschen Wetterdienstes*, Nr. 33: 1-3.

HANSPACH, J., KÜHN, I. & KLOTZ, S. (2013): Risikoabschätzung für Pflanzenarten, Lebensraumtypen und ein funktionelles Merkmal. In: VOHLAND, K., BADECK, F., BÖHNING-GAESE, K., ELLWANGER, G., HANSPACH, J., IBISCH, P. L., KLOTZ, S., KREFT, S., KÜHN, I., SCHRÖDER, E., TRAUTMANN, S., CRAMER, W. (Hrsg.): Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, Heft 129: 71-85.

HARRISON, P. A., BERRY, P. M. & DAWSON, T. P. (2001). Climate Change and Nature Conservation in Britain and Ireland: Modelling Natural resource responses to climate change. UKCIP Technical Report, Oxford, 281 S.

HOFMANN, G. & POMMER, U. (2005): Potentielle natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XXIV. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Potsdam, 315 S.

HOLSTEN, A. (2007): Ökologische Vulnerabilität von Schutzgebieten gegenüber dem Klimawandel – exemplarisch untersucht für Brandenburg. Diplomarbeit an der Universität Tübingen, unveröffentlicht.

HOLSTEN, A., VETTER, T., VOHLAND, K & KRYSANOVA, V. (2009): Impact of climate change on soil moisture dynamics in Brandenburg with a focus on nature conservation areas, *Ecological Modelling*, Volume: 220 (17): 2076-2087.

HÜTTL, R. F., EMMERMANN, R., GERMER, S., NAUMANN, M. & BENS, O. (2011): Globaler Wandel und regionale Entwicklung - Anpassungsstrategien in der Region Berlin-Brandenburg. Springer Verlag, 2011; 200 S.

IBISCH, P.L. & HOBSON, P.R. (Hrsg., im Druck): Adaptive Management of vulnerability and risk at conservation sites. A guidebook for a risk-robust, adaptive, and ecosystem-based conservation of biodiversity. Centre for Economics and Ecosystem Management. Eberswalde.

IBISCH, P. L., KREFT, S., LUTHARDT, V. (HRSG.) (2012): Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel – Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in Brandenburg. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde. 253 S. <http://www.hnee.de/klimawandel-naturschutzstrategien-buch>, aufgerufen 1.10.2013.

IBISCH, P.L., HOBSON, P. & VEGA, A. (2010): Mutual mainstreaming of biodiversity conservation and human development: towards a more radical Ecosystem Approach. S. 15-34 in (Hrsg.) IBISCH, P.L., VEGA E., A. & HERRMANN, T.M.: Interdependence of biodiversity and development under global change. Technical Series No. 54. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. 224 S.

IPCC (2007A): Summary for Policymakers. In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., CHEN, Z., MARQUIS, M., AVERYT, K.B., TIGNOR, M., MILLER, H.L. (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 18 S.

IPCC (2007b): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, 104 S.

JESSEL, B. & TOBIAS, K. (2002): Ökologisch orientierte Planung. Verlag Eugen Ulmer. 470 Seiten. Stuttgart.

- KAUFMANN-BOLL, C., KAPPLER, W., LAZAR, S., MEINERS, G., TISCHLER, B., BARITZ, R., DÜWEL, O., HOFFMANN, R., UTERMANN, J., MAKESCHIN, F., ABIY, M., RINKLEBE, J., PRÜB, A., SCHILLI, C., BEYLICH, A. & GRAEFE, U. (2011):** Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 409 S.
- KLÖTZLI, F., DIETL, W., MARTI, K., SCHUBINGER-BOSSARD, C. & WALTHER, G.-R. (2010):** Vegetation Europas – Das Offenland im vegetationskundlich-ökologischen Überblick. hep verlag ag, Bern, 1190 S.
- KOPPISCH, D. (2001):** Stickstoff-Umsetzungsprozesse. In: SUCCOW, M., JOOSTEN, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 20-22.
- KOSKA, I. (2001):** Ökohydrologische Kennzeichnung. In: SUCCOW, M., JOOSTEN, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 92-100.
- KREFT, S., STRIXNER, L., LUTHARDT, V. & IBISCH, P. L. (2012a):** Wie können Verwundbarkeiten gegenüber dem Klimawandel bewertet und daraus Ziele und Managementoptionen abgeleitet werden? In: IBISCH, P. L., KREFT, S., LUTHARDT, V. (Hrsg.): Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel – Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in Brandenburg. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde, 89-99.
- KREFT, S., STRIXNER, L., LUTHARDT, V., IBISCH, P. L. (2012b):** Welche Ziele sind aktuell im Naturschutz formuliert? In: IBISCH, P. L., KREFT, S. & LUTHARDT, V. (Hrsg.): Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel – Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in Brandenburg. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde, 52-61.
- KREFT, S., TUCCI, F., SCHLUCK, M., STRIXNER, L., VAN AHEE, I., BIENEK, M., LINKE, N. & IBISCH, P. L. (2013):** Indexbasierte Vulnerabilitätsabschätzung für Schutzgebiete und Handlungsoptionen. In: VOHLAND, K., BADECK, F., BÖHNING-GAESE, K., ELLWANGER, G., HANSPACH, J., IBISCH, P. L., KLOTZ, S., KREFT, S., KÜHN, I., SCHRÖDER, E., TRAUTMANN, S., CRAMER, W. (Hrsg.): Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 129: 177-217.
- KREFT, S. & IBISCH, P.L. (2013):** Indexbasierte Analysen der Sensitivität gegenüber dem Klimawandel am Beispiel deutscher Brutvögel. S. 153-176 in (Hrsg.) VOHLAND, K., BADECK, F., BÖHNING-GAESE, K., ELLWANGER, G., HANSPACH, J., IBISCH, P.L., KLOTZ, S., KREFT, S., KÜHN, I., SCHRÖDER, E., TRAUTMANN, S. & CRAMER, W.: Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel - Risiken und Handlungsoptionen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 129. Bundesamt für Naturschutz, Bonn. 232 S. (Mit CD-ROM.).
- KRETSCHMER, H. (2013):** Darstellung der Situation im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. Vortrag auf der Sitzung des Brandenburgischen Naturschutzbeirats am 27.03.2013, Chorin.
- KROPP, J., HOLSTEN, A., LISSNER, T., ROITHMEIER, O., HATTERMANN, F., HUANG, S., ROCK, J., WECHSUNG, F., LÜTTGER, A., POMPE, S., KÜHN, I., COSTA, L., STEINHÄUSER, M., WALTHER, C., KLAUS, M., RITCHIE, S. & METZGER, M. (2009):** Klimawandel in Nordrhein-Westfalen: Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 279 S.
- KULTURLANDSCHAFT UCKERMARK E.V. (2013):** <http://www.schorfheide-chorin.de>, 06.08.13.
- KUNSTMANN, H. (2007):** Regionale Auswirkung der Klimaänderung auf die Wasserverfügbarkeit in klimasensitiven Gebieten. In: ENDLICHER, W., GERSTENGARBE F.-W. (Hrsg.): der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Geographie, des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung und der Humboldt-Universität zu Berlin, Potsdam, 67-74.
- KUNZE, B., S. KREFT & P.L. IBISCH (2013):** Naturschutz im Klimawandel: Risiken und generische Handlungsoptionen für einen integrativen Naturschutz. S. 123-151 in (Hrsg.) Vohland, K., Badeck, F., Böhning-Gaese, K., Ellwanger, G., Hanspach, J., Ibsch, P. L., Klotz, S., Kref, S., Kühn, I., Schröder, E., Trautmann, S., Cramer, W.: Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 129.
- LABO (2010):** LABO-Positionspapier - Klimawandel - Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes. Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz, 22 S.
- LAHMER, W. & PFÜTZNER, B. (2003):** Orts- und Zeitdiskrete Ermittlung der Sickerwassermenge im Land Brandenburg auf der Basis flächendeckender Wasserhaushaltsberechnungen, PIK-Report Nr. 85. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V., Potsdam, 68 S.
- LBGR (2012):** Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1:300.000. Hrsg. : Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe.

- LEUSCHNER, C. & SCHIPKA, F. (2004):** Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland, BfN-Skripten 115, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 40 S.
- LFB (2010):** Forstliche Standortdaten Land Brandenburg. Hrsg.: Landesbetrieb Forst Brandenburg.
- LGB (2000):** DTK25. Hrsg.: Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg.
- LGB (2004):** DGM25. Hrsg.: Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg.
- LINKE, C. (2010):** Auswertung regionaler Klimamodelle für das Land Brandenburg. In: Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Titelreihe Heft-Nr. 113. Hrsg.: Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam.
- LINKE, C., GRIMMERT, S., JORDAN, R., JURKUTAT, B., KALDUN, K., KRONE, A., KRÜGER, N. & RADEMACHER, J. (2006):** Daten zum integrierten Klimaschutzmanagement im Land Brandenburg. Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Heft Nr. 104. Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam, 95 S.
- LINKE, C., GRIMMERT, S., HARTMANN, I. & REINHARDT, K. (2010):** Auswertung regionaler Klimamodelle für das Land Brandenburg. Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Heft Nr. 113. Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam, 306 S.
- LISCHEID, G. (2010):** Landschaftswasserhaushalt in der Region Berlin-Brandenburg. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, 59 S.
- LUA (2007a):** Biotopkartierung Brandenburg, Band 2: Beschreibung der Biotoptypen, 3. Aufl. Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam, 512 S.
- LUA (2007b):** Biotopkartierung Brandenburg, Band 1: Kartieranleitung und Anlagen. Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam, 312 S.
- LUA (2009):** Umweltdaten Brandenburg 2008/2009. Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam, 130 S.
- LUA (2009a):** Umweltdaten Brandenburg 2008/09. Hrsg.: Landesumweltamt Brandenburg. Potsdam.
- LUA (2009b):** Dokumentation CIR-Biotop- und Landnutzungskartierung. Hrsg.: Landesumweltamt Brandenburg. <http://www.mugv.brandenburg.de/lu/gis/cir.zip>, 09.09.13.
- LUGV (2007):** Niedermoorkarte des Landes Brandenburg. Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.
- LUGV (2012):** Seen im Land Brandenburg. Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.
- LUGV (2012b):** Einzelwerte von Grundwassermessstellen im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin.
- MARCINEK, J. (2002):** Die Jungmoränengebiete Norddeutschlands. In: Physische Geographie Deutschlands. Hrsg.: LIEDTKE, HERBERT & MARCINEK, JOACHIM. 3. Auflage, Klett-Perthes, Stuttgart.
- MEIER-UHLHERR, R., JÜNEMANN, M. F., LUTHARDT, V. & JOSHI, J. (2011):** The vulnerability of mires in Brandenburg (Germany) to climate change – developing a vulnerability index. 41st Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Oldenburg, unveröffentlicht.
- MENZEL, A., SPARKS, T. H., ESTRELLA, N., KOCH, E., AASA, A., AHAS, R., ALM-KÜBLER, K., BISSOLLI, P., BRASLAVSKA, O., BRIEDE, A., CHMIELEWSKI, F. M., CREPINSEK, Z., CURNEL, Y., DAHL, A., DONNELLY, A., FILELLA, Y., JATCZAK, K., MAGE, F., MESTRE, A., NORDLI, O., PENUELAS, J., PIRINEN, P., REMISOVA, V., SCHEIFINGER, H., STRIZ, M., SUSNIK, A., VAN VLIET, A. J. H., WIELGOLASKI, F.-E., ZACH, S. & ZUST, A. (2006):** European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 12: 1969–1976.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. (1962):** Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Band II. Bundesanstalt für Landesforschung und Raumkunde. Bad Godesberg. S. 609-1339.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005):** Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. World Resources Institute, Washington, D.C.
- MINISTERRAT DER DDR (1990):** Verordnung über die Festsetzung von Naturschutzgebieten und einem Landschaftsschutzgebiet von zentraler Bedeutung mit der Gesamtbezeichnung "Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin" vom 12. September 1990 - Gesetzblatt der DDR (GBl. Sonderdruck Nr. 1472), als Brandenburgisches Landesrecht für fortgeltend erklärt durch 1. BbgRBG vom 3. September 1997 (GVBl. I, S. 104).
- MLUR (MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG) (2000):** Landschaftsprogramm Brandenburg. MLUR, Potsdam.
- MLUR (2003):** Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin - Landschaftsrahmenplan. Hrsg.: Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung Brandenburg. Potsdam.

- MLUV (2010):** FFH & SPA Gebiete, Schutzgebietsdaten auf der Grundlage von Daten des Landes Brandenburg, 07/2004. Hrsg.: Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg.
- MUGV (2002):** Evaluierungsbericht des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2338.de/mab_beri.pdf, 09.09.13.
- MUGV (2009):** Gewässernetz, Darstellung auf der Grundlage von Daten des Landes Brandenburg, 01/2009. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.
- MUGV (2009a):** Gewässerdaten Mittlere Abflusspende für die Zeitreihe 1976-2005; Abimo 2.1. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.
- MUGV (2011A):** Biologische Vielfalt in Brandenburg. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. Potsdam.
- MUGV (2011B):** NSG, Schutzgebietsdaten auf der Grundlage von Daten des Landes Brandenburg, 03/2011. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.
- MWE (MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND EUROPAANGELEGENHEITEN DES LANDES BRANDENBURG) (2012):** Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg. MWE, Potsdam.
- NATURPARK NIEDERLAUSITZER HEIDELANDSCHAFT (2013):** Auerhuhn-Projekt. <http://naturpark-nlh.de/index.php?id=243&L=iczcncvcuxucha>, aufgerufen 24.9.2013.
- NORMAND, S., SVENNING, J.-C. & FLEMMING, S. (2007):** National and European perspectives on climate change sensitivity of the habitats directive characteristic plant species. *Journal for Nature Conservation*, Volume 15 (1): 41–53.
- PARMESAN, C. (2006):** Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37: 637–369.
- PARMESAN, C. & YOHE, G. (2003):** A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, Vol. 421: 34-42.
- PARRY, M. L., CANZIANI, O. F., PALUTIKOF, J. P., VAN DER LINDEN, P. J. & HANSON, C. E. (2007):** Climate change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 982 S.
- PETERMANN, J., BALZER, S., ELLWANGER, G., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. (2007):** Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. In: BALZER, S., DIETRICH, M., BEINLICH, B.: *Natura 2000 und Klimaänderungen. Naturschutz und biologische Vielfalt*, Heft 46: 127-148.
- PIK (2010):** STAR 2 Klimaszenarien Rasterdaten. Projektion der klimatischen Wasserbilanz (Differenz des K3 Szenarios (2031-2060) zum Referenzzeitraum (1961-1990)). Hrsg.: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.
- POMPE, S., BERGER, S., WALTHER, G.-R., BADECK, F., HANSPACH, J., SATTLER, S., KLOTZ, S. & KÜHN, I. (2009):** Mögliche Konsequenzen des Klimawandels für Pflanzenareale in Deutschland. *Natur und Landschaft*, Heft 1 (84): 1-7.
- POMPE, S., BERGER, S., BERGMANN, J., BADECK, F., LÜBBERT, J., KLOTZ, S., REHSE, A.-K., SÖHLKE, G., SATTLER, S., WALTHER, G.-R. & KÜHN, I. (2011):** Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf Flora und Vegetation in Deutschland, BfN-Skripten 304, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, 193 S.
- RABITSCH, W., ESSL, E., KÜHN, I., NEHRING, S., ZANGGER, A. & BÜHLER, C. (2013):** Arealänderungen. In: ESSL, F., RABITSCH, W. (Hrsg.): *Biodiversität und Klimawandel – Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa*. Springer Spektrum, Berlin Heidelberg, 59-65.
- RABITSCH, W. & ESSL, F. (2013a):** Klima als Umwelt und Überlebensfaktor. In: ESSL, F., RABITSCH, W. (Hrsg.): *Biodiversität und Klimawandel – Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa*. Springer Spektrum, Berlin Heidelberg, 32-37 S.
- RABITSCH, W. & ESSL, F. (2013b):** Schwellenwerte und Kipppunkte in Ökosystemen. In: ESSL, F., RABITSCH, W. (Hrsg.): *Biodiversität und Klimawandel – Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa*. Springer Spektrum, Berlin Heidelberg, 118-124.
- REGIONALER PLANUNGSVERBAND VORPOMMERN (2011):** Raumentwicklungsstrategie – Anpassung an den Klimawandel und Klimaschutz in der Planungsregion Vorpommern. Amt für Raumordnung und Landesplanung Vorpommern, Greifswald, 147 S.
- RIEK, W. (2010):** Regionale und standortsbedingte Unterschiede zu den Auswirkungen des Klimawandels. *Eberswalder Forstliche Schriftenreihe*, Band 44: 38-48.

- ROOT, T. L., PRICET, J. T., HALL, K. R., SCHNEIDER, S. H., ROSENZWEIG, C. & POUNDS, J. A. (2003):** Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, Vol. 421: 57-60.
- ROSENZWEIG, C., CASASSA, G., KAROLY, D. J., IMESON, A., LIU, C., MENZEL, A., RAWLINS, S., ROOT, T. L., SEGUIN, B. & TRYJANOWSKI, P. (2007):** Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 79-131.
- ROSENZWEIG, C., KAROLY, D., VICARELLI, M., NEOFOTIS, P., WU, Q., CASASSA, G., MENZEL, A., ROOT, T. L., ESTRELLA, N., SEGUIN, B., TRYJANOWSKI, P., LIU, C., RAWLINS, S. & IMESON, A. (2008):** Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, Vol. 453: 353-357.
- RUSS, A. & RIEK, W. (2011):** Methode zur Ableitung des Grundwasserflurabstandes aus Karten der forstlichen Standortkartierung und digitalen Geländemodellen in Brandenburg. In: *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz*, Heft 12 (2011), 8 S.
- SAUERMANN, J., HOFFMANN, M. & IBISCH, P.L. (2012):** Kartierung des Schutzobjektes Wald für den Landschaftsrahmenplan im Landkreis Barnim. Erstellt im Auftrag der Unteren Naturschutzbehörde Barnim. Centre for Economics and Ecosystem Management/Hochschule für nachhaltige Entwicklung. Unveröffentlicht.
- SACHTELEBEN, J. & FARTMANN, T. (2010):** Bewertung des Erhaltungszustandes der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Deutschland: Überarbeitete Bewertungsbögen der Bund-Länder-Arbeitskreise als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, 87 S.
- SCHAEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (2010):** Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Aufl. Heidelberg, 569 S.
- SCHLUMPRECHT, H., BITTNER, T., GELLESCH, E., GOHLKE, A., JAESCHKE, A., NADLER, S. (2011):** Klimawandel und Natura 2000. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg, 79 S.
- SCHMIDT, C., BERKNER, A., CHMIELESKI, S., FRIEDRICH, M., KLAMA, K., KOLODZIEJ, J., SEIDEL, A. & SCHOTTKE, M. (2011a):** Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel – Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen. Projektbericht, Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen, Dresden, 232 S.
- SCHMIDT, C., KOLODZIEJ, J. & SEIDEL, A. (2011b):** Vulnerabilitätsanalyse Region Oberlausitz-Niederschlesien. Projektbericht, Regionaler Planungsverband Oberlausitz-Niederschlesien, Dresden, 183 S.
- SCHMIDT, R. (2002):** Böden. In: Liedtke, H., Marcinek, J. (Hrsg): *Physische Geographie Deutschlands*. 3. Aufl. Gotha, 255-288.
- SCHUCHARDT, B. & WITTIG, S. (2012):** Vulnerabilität der Metropolregion Bremen-Oldenburg gegenüber dem Klimawandel. Projektbericht, Projektkonsortium ‚nordwest2050‘, Bremen-Oldenburg, 273 S.
- SCHÜMANN, K., LUICK, R., HABECK, J., LENZ, R. & ROLF, R. (2012):** Renewable Energy Concepts – Regionalisierte Biomassekonzepte im Ländlichen Raum. F+E-Vorhaben der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg und der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen.
- SCHULTZ-STERNBERG, R., BARTSCH, R. & HOMMEL, R. (2009):** Brandenburg spezifische Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring und Grundlagen zur Ableitung von Wirkungs- und Alarmschwellen. Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Heft Nr. 114. Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam 71 S.
- SCHULZE, G. (1996):** Anleitung für die forstliche Standorterkundung im nordostdeutschen Tiefland (SEA 95). Band A: Standortform, 1-298.
- SCHULZE, G. (1997):** Anleitung für die forstliche Standorterkundung im nordostdeutschen Tiefland – (Standorterkundungsanleitung SEA 95: Bd. C – Forstliche Auswertung.
- SCHULZE, G. (1998):** Anleitung für die forstliche Standorterkundung im nordostdeutschen Tiefland – (Standorterkundungsanleitung SEA 95: Bd. D – Bodenformen-Katalog.
- SLOBODDA, S. (2007):** Klimawandel in Sachsen – Auswirkungen auf Ökosysteme, Lebensräume und Arten. In: Balzer, S., Dietrich, M., Beinlich, B.: *Natura 2000 und Klimaänderungen. Naturschutz und biologische Vielfalt*, Heft 46: 105-125.
- STOCK, M. (2005):** KLARA Klimawandel - Auswirkungen, Risiken, Anpassung. Projektbericht, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V., Potsdam, 222 S.
- STRIXNER, L., KREFT, S., LUTHARDT, V. & IBISCH, P.L. (2012):** Welche neuen Ziele helfen der Gesellschaft, mit dem Klimawandel zurecht zu kommen? S. 124-127 in (Hrsg.) IBISCH, P.L., KREFT, S. & LUTHARDT, V.: *Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel: Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen*. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde. 253 S.

- THOMAS, C. D., CAMERON, A., GREEN, R. E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L. J., COLLINGHAM, Y. C., ERASMUS, B. F. N., FERREIRA DE SIQUEIRA, M., GRAINGER, A., HANNAH, L., HUNTLEY, B., VAN JAARSVELD, A. S., MIDGLEY, G. F., MILES, L., ORTEGA-HUERTA, M. A., TOWNSEND PETERSON, A., PHILLIPS, O. L. & WILLIAMS, S. E. (2004):** Extinction risk from climate change. *Nature*, Vol. 427: 145-148.
- THONICKE, K. & CRAMER, W. (2006):** Long-term Trends in Vegetation Dynamics and Forest Fires in Brandenburg (Germany) Under a Changing Climate. *Natural Hazards*, Vol. 38 (1-2): 283-300.
- THULLER, W., LAVOREL, S., ARAUJO, M. B., SYKES, M. T. & PRENTICE, I. C. (2005):** Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 102 (23): 8245–8250.
- TUCCI, F. (2013):** Erneuerbare Energien‘ im Landkreis Barnim (Brandenburg): Risikoanalyse und Strategieentwicklung für den Landschaftsrahmenplan unter Anwendung der Planungsmethode MARISCO Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde. (Unveröffentlichte Masterarbeit.).
- UBA (2013):** Und sie erwärmt sich doch – was steckt hinter der Debatte um den Klimawandel. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 122 S.
- UBA & DLR-DFD (2009):** CORINE Land Cover (2006). Hrsg.: Umweltbundesamt und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Deutsches Fernerkundungszentrum).
- UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME) (2012):** Building resilience of ecosystems for adaptation. <http://www.unep.org/climatechange/adaptation/EcosystemBasedAdaptation/tabid/29583/Default.aspx>, aufgerufen 27.8.2013.
- UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME) (2012):** Global Environmental Outlook 5. http://www.unep.org/geo/pdfs/GEO5_SPM_English.pdf, aufgerufen 23.9.2013.
- WALTHER, G.-R. (2010):** Community and ecosystem responses to recent climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Science*, 365(1549): 2019–2024.
- WALTHER, G.-R., POST, E., CONVEY, P., MENZEL, A., PARMESAN, C., BEEBEE, T. J. C., FROMENTIN, J.-M., HOEGH-GULDBERG, O. & BAIRLEIN, F. (2002):** Ecological responses to recent climate change. *Nature*, Vol. 416: 389-395.
- WEIS M., SIEDENTOP, S. & MINNICH, L. (2011):** Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart, im Auftrag des Verbands Region Stuttgart, 118 S.
- WEIS, M. & SIEDENTROP, S. (2013):** Naturschutzfachliche Vulnerabilitätsanalysen als Grundlage für die Klimafolgenanpassung – das Beispiel Region Stuttgart. *Natur und Landschaft*, 88 (4): 155-165.
- WICHMANN, S. & WICHTMANN, W. (HRSG., 2009):** Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooren. DUENE e.V., Greifswald. http://www.paludikultur.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/pub/enim_endbericht_2009.pdf, aufgerufen 27.9.2013.
- WILSON, L. (2010):** Climate Vulnerability Assessment of Designated Sites in Wales. Countryside Council for Wales, 68 S.
- WMO (2013):** WMO statement on the status of the global climate in 2012. WMO-No. 1108. World Meteorological Organization, Switzerland, 36 S.
- WURBS, D. & STEININGER M. (2011):** Wirkungen der Klimaänderungen auf die Böden - Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 225 S.
- ZEBISCH, M., GROTHMANN, T., SCHRÖTER, D., HASSE, C., FRITSCH, U. & CRAMER, W. (2005):** Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt, Dessau, 205 S.
- ZEITZ, J. (2003):** Bodenphysikalische Veränderungen nach intensiver Nutzung sowie nach Wiedervernässung. In: Stoffausträge aus wiedervernässten Niedermooren, Heft 1/2003. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V. S. 28-37.
- ZIMMERMANN, F. (2012):** Vielfalt gesichert? Ein Überblick zur aktuellen Gefährdungssituation von Arten und Lebensräumen in Brandenburg. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg*, 21 (3): 96-110.
- ZIMMERMANN, F., DÜVEL, M. & HERRMANN, A. (2011):** Biotopkartierung Brandenburg: Liste der Biotoptypen mit Angaben zum gesetzlichen Schutz (§ 32 BbgNatSchG), zur Gefährdung und zur Regenerierbarkeit. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Potsdam, 29 S.

Tabellenverzeichnis

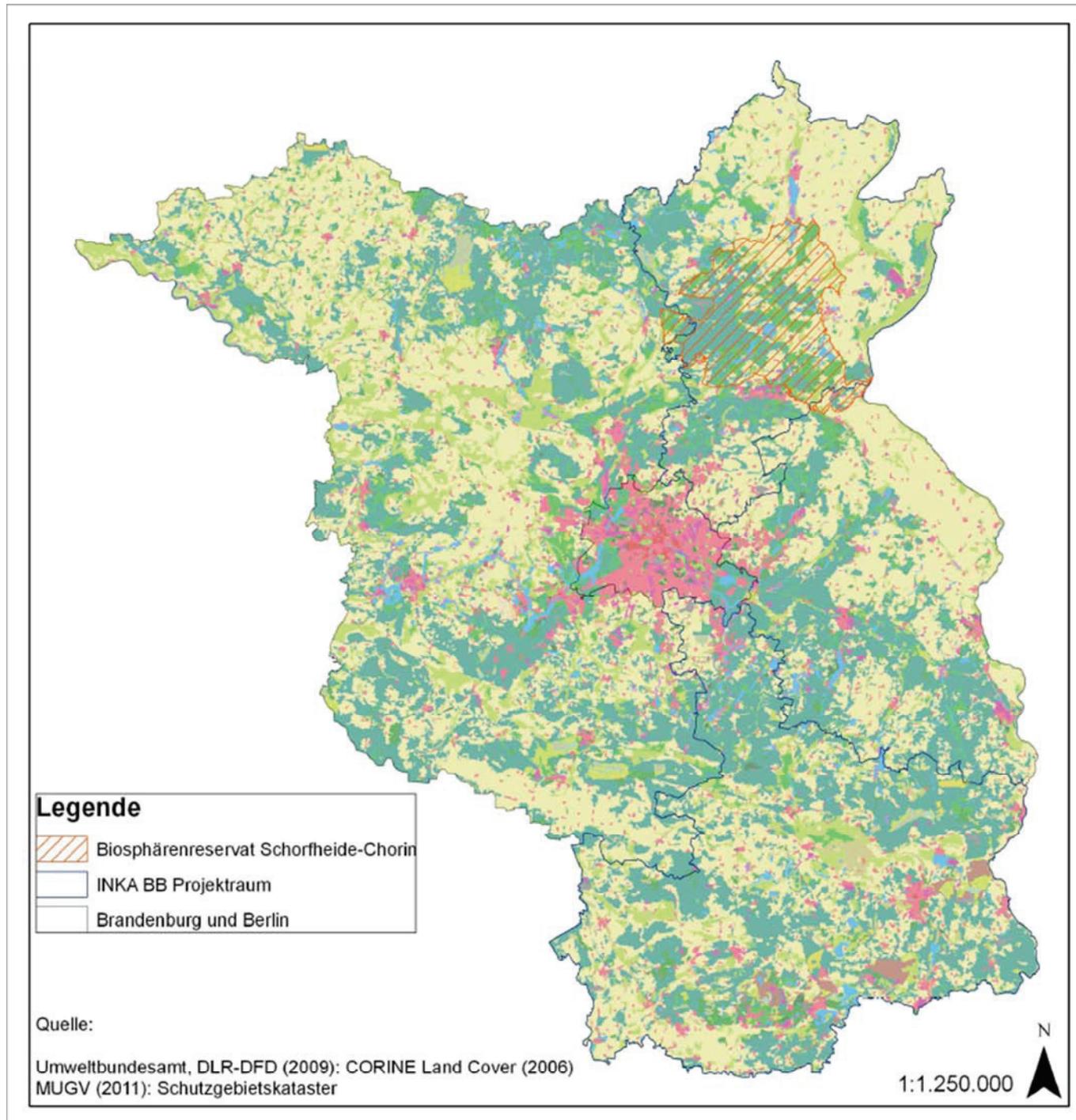
TABELLE 1: ERGEBNISSE DER UMFRAGE ZUM KLIMAWANDEL UND ZUM UMGANG MIT SEINEN WIRKUNGEN MIT BEZÜGEN ZUM VORLIEGENDEN LEITFADEN.....	8
TABELLE 2: MITTELWERTE DER LUFTTEMPERATUR UND DES NIEDERSCHLAGES FÜR AUSGEWÄHLTE ZEITRÄUME AN DER STATION POTSDAM (QUELLE: DWD 2013B, EIGENE DARSTELLUNG).....	18
TABELLE 3: MITTELWERTE DER LUFTTEMPERATUR UND DES NIEDERSCHLAGES FÜR AUSGEWÄHLTE ZEITRÄUME AN DER STATION ANGERMÜNDE (QUELLE: DWD 2013B, EIGENE DARSTELLUNG).....	18
TABELLE 4: BEISPIELE FÜR EMPFEHLUNGEN ODER VEREINBARUNGEN GESELLSCHAFTLICHER AKTEURE ZUR ANWENDUNG ÖKOSYSTEMBASIERTER MANAGEMENTANSÄTZE	34
TABELLE 5: BEISPIELE FÜR EMPFEHLUNGEN ODER VEREINBARUNGEN GESELLSCHAFTLICHER AKTEURE ZUR ANWENDUNG ADAPTIVER MANAGEMENTANSÄTZE	38
TABELLE 6: POTENZIELLE VOR- UND NACHTEILE PARTIZIPATIVER VERFAHREN.....	40
TABELLE 7: MATRIX ZUR KOMBINATION DER BEWERTUNG VON TEILINDIKATOREN ODER KOMPONENTEN DER VULNERABILITÄTSABSCHÄTZUNG	49
TABELLE 8: SCHUTZGEBIETE UND IHRE FLÄCHENANTEILE IM BR SC - Z. T. MIT FLÄCHENÜBERSCHNEIDUNGEN.....	52
TABELLE 9: FLÄCHEN UND FLÄCHENANTEILE DER BIOTOPKLASSEN IM BR SC, BASIEREND AUF DER AKTUELLEN BIOTOPKARTIERUNG VON 2009-2012, EINZELFLÄCHEN ENTSTAMMEN DEN ALTKARTIERUNGEN VON 1993-2008	54
TABELLE 10: SPANNBREITEN KLIMATISCHER PARAMETER.....	55
TABELLE 11: GRUNDWASSERTIEFENSTUFEN DER SEA 95 UND SEA 75	57
TABELLE 12: FLÄCHEN UND FLÄCHENANTEILE DER BODENHYDROMORPHIETYPEN IM BR SC	58
TABELLE 13: FLÄCHEN UND FLÄCHENANTEILE DER HAUPTBODENARTEN IM BR SC.....	59
TABELLE 14: BEWERTUNG DER KLIMATISCHEN WASSERBILANZ IM JAHRESDURCHSCHNITT.....	60
TABELLE 15: BEWERTUNG DER GRUNDWASSERSTANDSÄNDERUNGEN IM ZEITRAUM 1976 - 2005 IN BRANDENBURG	60
TABELLE 16: EINSTUFUNG DER NUTZBAREN FELDKAPAZITÄT UND DER KAPILLAREN AUFSTIEGSRATE	61
TABELLE 17: EINSTUFUNGEN DER SENSITIVITÄT BIOTOPTYP ANHAND DER SPANNBREITE DER WASSERSTUFEN	62
TABELLE 18: BEWERTUNGSSTUFEN DER ANPASSUNGSKAPAZITÄT (IST-ZUSTAND).....	63
TABELLE 19: BEWERTUNGSSTUFEN DER ANPASSUNGSKAPAZITÄT (GEFÄHRDUNG DURCH ENTWÄSSERUNG)	63
TABELLE 20: ANZAHL DER BEWERTETEN BIOTOPE JE SENSITIVITÄTSSTUFE, UNTERGLIEDERT IN DIE BIOTOPKLASSEN IM BR SC.....	65
TABELLE 21: ANZAHL DER BIOTOPE JE ANPASSUNGSKAPAZITÄTSSTUFE, UNTERGLIEDERT IN DIE BIOTOPKLASSEN	67
TABELLE 22: ÜBERSICHT DER VERWENDETEN DATEN FÜR DIE RISIKOABSCHÄTZUNG IM BR SC	67
TABELLE 23: MARISCO-ANWENDUNGEN IN BRANDENBURG.....	74
TABELLE 24: KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DER MACHBARKEIT UND DER WIRKUNG VON STRATEGIEN.....	116
TABELLE 25: EINIGE MEINUNGEN VON BETEILIGTEN ZUM PROZESS DER LANDSCHAFTSRAHMENPLANUNG FÜR DEN BARNIM.	123
TABELLE 26: EINIGE MEINUNGEN ZUM MARISCO-WORKSHOP AUS DEM PLANUNGSTEAM DES PROJEKTS ZUR WIEDERANSIEDLUNG DES AUERHUHNS IN DER NIEDERLAUSITZ.	124

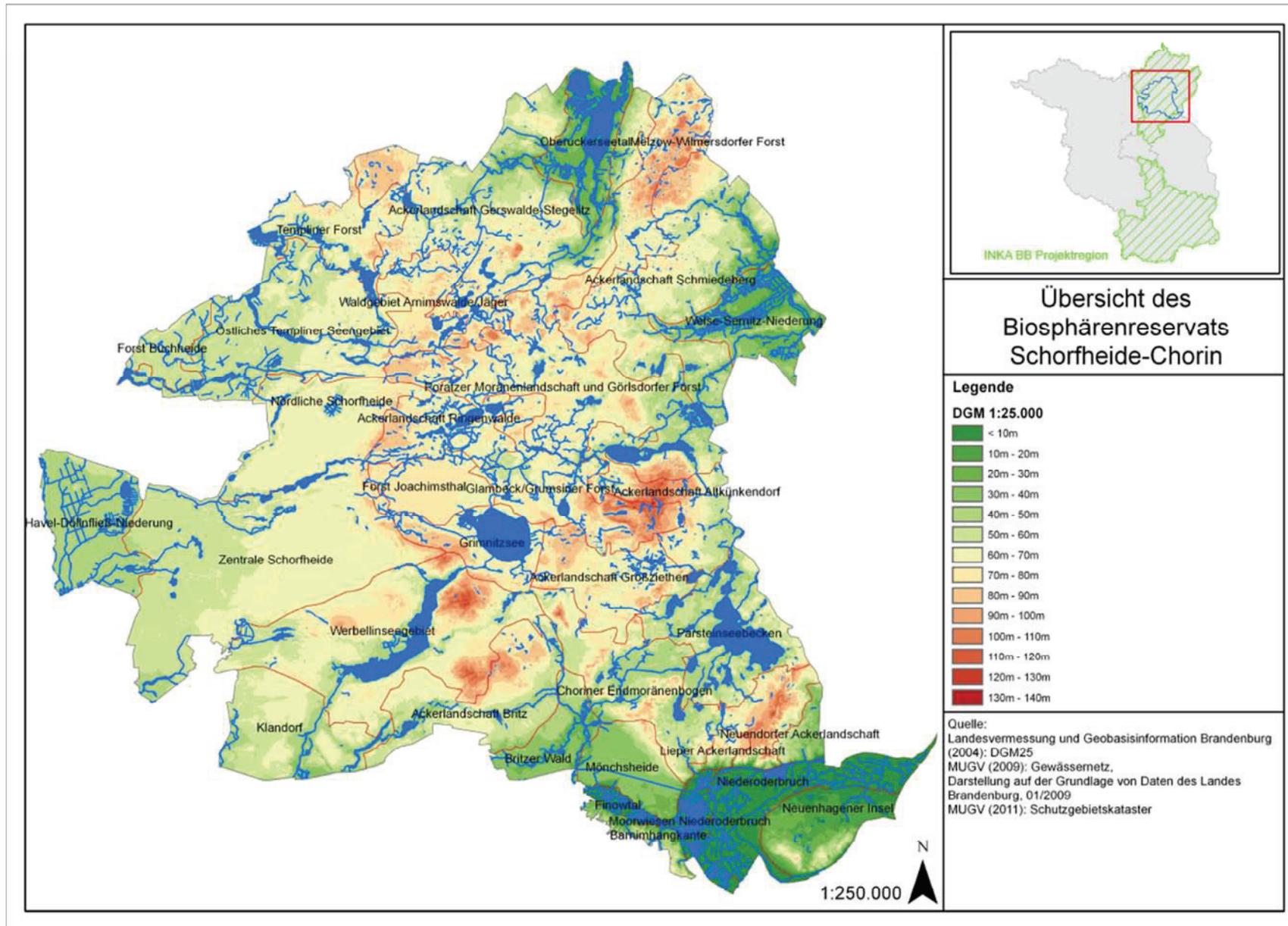
Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: EINORDNUNG DER GELEISTETEN BZW. NOCH ZU LEISTENDEN ARBEITEN DES PROJEKTES IN DIE VERSCHIEDENEN EBENEN NATURSCHUTZFACHLICHEN HANDELNS	7
ABBILDUNG 2: MITTLERE MONATSWERTE DER BODENNAHEN LUFTTEMPERATUR UND DES NIEDERSCHLAGES FÜR DEN 30-JÄHRIGEN REFERENZZEITRAUM 1961-1990 SOWIE DER 30-JÄHRIGEN MESSREIHE 1981-2010 AN DER STATION POTSDAM (QUELLE: DWD 2013B, EIGENE DARSTELLUNG). 19	19
ABBILDUNG 3: MITTLERE MONATSWERTE DER BODENNAHEN LUFTTEMPERATUR UND DES NIEDERSCHLAGES FÜR DEN 30-JÄHRIGEN REFERENZZEITRAUM 1961-1990 SOWIE DER 30-JÄHRIGEN MESSREIHE 1981-2010 AN DER STATION ANGERMÜNDE (QUELLE: DWD 2013B, EIGENE DARSTELLUNG)	19
ABBILDUNG 4: VULNERABILITÄT DER NATURRÄUME IN BEZUG AUF HOCHWASSER UND DÜRRE NACH ZEBISCH ET AL. (2005)	23
ABBILDUNG 5: KONZEPTIONELLER RAHMEN DER VULNERABILITÄTSABSCHÄTZUNG (NACH PARRY ET AL. 2007)	36
ABBILDUNG 6: MANAGEMENT-ZYKLUS DER OFFENEN STANDARDS FÜR DIE NATURSCHUTZPRAXIS (CMP 2013, ÜBERSETZT IN ASCHENBRENNER ET AL. (2012A)	38
ABBILDUNG 7: ÖKOGRAMM AUSGEWÄHLTER BIOTOPTYPEN DER GRAS- UND STAUDENFLUREN (NACH ELLENBERG ET AL. 2010, VERÄNDERT)	47
ABBILDUNG 8: INDIKATOREN DER KOMPONENTEN FÜR DIE VULNERABILITÄTSANALYSE; *FÜR GRUNDWASSERBEEINFLUSSTE STANDORTE (DARSTELLUNG NACH POLSKY ET AL. 2003 IN BLATT ET AL. 2010)	48
ABBILDUNG 9: ÜBERSICHT DER GENUTZTEN (TEIL)INDIKATOREN BEI DER BEWERTUNG DER EXPOSITIONSÄNDERUNG SOWIE DER SENSITIVITÄT DES BODENS FÜR GRUNDWASSERNAHE, STAUWASSERBEEINFLUSSTE UND GRUNDWASSERFERNE (SICKERWASSERBESTIMMTE) BÖDEN IM RAHMEN DER VULNERABILITÄTSABSCHÄTZUNG	49
ABBILDUNG 10: MÖGLICHE ABLEITUNG DER GESAMTVULNERABILITÄT IN ANLEHNUNG AN DAS KONZEPT NACH PARRY ET AL. (2007)	50
ABBILDUNG 11: BEISPIELHAFT VERÄNDERUNGEN DES GRUNDWASSERSTANDS AN 5 MESSSTELLEN IM BR SC	56
ABBILDUNG 12: FLÄCHENANTEILE DER RISIKOSTUFEN BEI DER BEWERTUNG DER EXPOSITIONSÄNDERUNG IM BR SC	64
ABBILDUNG 13: FLÄCHENANTEILE DER DER BEWERTETEN BODENSENSITIVITÄT IM BR SC	64
ABBILDUNG 14: ANZAHL DER BEWERTETEN BIOTOPE JE SENSITIVITÄTSSTUFE, UNTERGLIEDERT IN DIE BIOTOPKLASSEN IM BR SC	65
ABBILDUNG 15: ANZAHL DER BIOTOPE JE ANPASSUNGSKAPAZITÄTSSTUFE, UNTERGLIEDERT IN DIE BIOTOPKLASSEN	65
ABBILDUNG 16: BEISPIEL DER PROJEKTERGEBNISSE AN EINEM DETAILAUSSCHNITT INNERHALB DER NATURRAUMEINHEIT GLAMBECK/BUCHENWALD GRUMSIN IN DER NÄHE VON ANGERMÜNDE	66
ABBILDUNG 17: MARISCO IST ZYKLISCH ANGELEGT UND DURCHLÄUFT SCHRITTE GRUNDLEGENDER ENTSCHEIDUNGEN (PHASE I), EINER SYSTEMISCHEN SITUATIONSANALYSE UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG VON RISIKEN UND VULNERABILITÄT (PHASE II), DER STRATEGIEBILDUNG (PHASE III) UND DER UMSETZUNG UND DES LERNENS (PHASE IV)	72
ABBILDUNG 18: ÜBERSICHT ÜBER DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET FÜR DEN LANDSCHAFTSRAHMENPLAN BARNIM (AUS ASCHENBRENNER ET AL. 2012B)	78
ABBILDUNG 19: ARBEITSSKIZZE AUF EINER KARTENVORLAGE: MANAGEMENTRAUM FÜR DIE WIEDERANSIEDLUNG DES AUERHUHNS IN DER NIEDERLAUSITZ UND NACHBARREGIONEN; GRAUGRÜN: WALDFLÄCHEN; NUMMERIERTE WALDGEBIETE: SIEHE TEXT	79
ABBILDUNG 20: KONZEPTIONELLES MODELL FÜR DEN LANDSCHAFTSRAHMENPLAN BARNIM	82
FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.	
ABBILDUNG 21: KONZEPTIONELLES MODELL FÜR DIE WIEDERANSIEDLUNG DES AUERHUHNS IN DER NIEDERLAUSITZ.	84
ABBILDUNG 22: SCHUTZOBJEKTE DER BIODIVERSITÄT, ÖKOSYSTEMDIENSTLEISTUNGEN UND SCHUTZOBJEKTE DES MENSCHLICHEN WOHLERGEHENS IM PLANUNGSRAUM FÜR DEN LANDSCHAFTSRAHMENPLAN BARNIM (ASCHENBRENNER 2012, VERÄNDERT NACH ASCHENBRENNER ET AL. 2012B)	87
ABBILDUNG 23: JEDES IDENTIFIZIERTE PROBLEM (STRESSE, BEDROHUNGEN, URSÄCHLICHE FAKTOREN, → SCHRITTE 5.-7.) WIRD DURCH JE EINE FARBIGE MODERATIONSKARTE BZW. EIN FARBIGES FELD REPRÄSENTIERT	92
ABBILDUNG 24: BEISPIEL FÜR RÄUMLICH DIFFERENZIERTE BEWERTUNG EINER BEDROHUNG: RÄUMLICHER INDEX ZU STÖRUNGEN DURCH STRAßEN UND VERKEHR (SPROADI) (FREUDENBERGER ET AL. 2013). HOHE WERTE ZEIGEN HOHE STÖRUNGSBELASTUNG. A: VERKEHRSDICHTE, B: RANDEFFEKTE DURCH ZERSCHNEIDUNG BENACHBARTER ZELLEN, C: ZERSCHNEIDUNGSGRAD, D: GESAMTWERT	100
ABBILDUNG 25: DURCHSCHNITT DER AUSPRÄGUNG VON ZEHN ÖKOLOGISCHEN SCHLÜSSELATTRIBUTEN DES SCHUTZOBJEKTS WALD (VERÄNDERT NACH SAUERMANN ET AL. 2012)	101

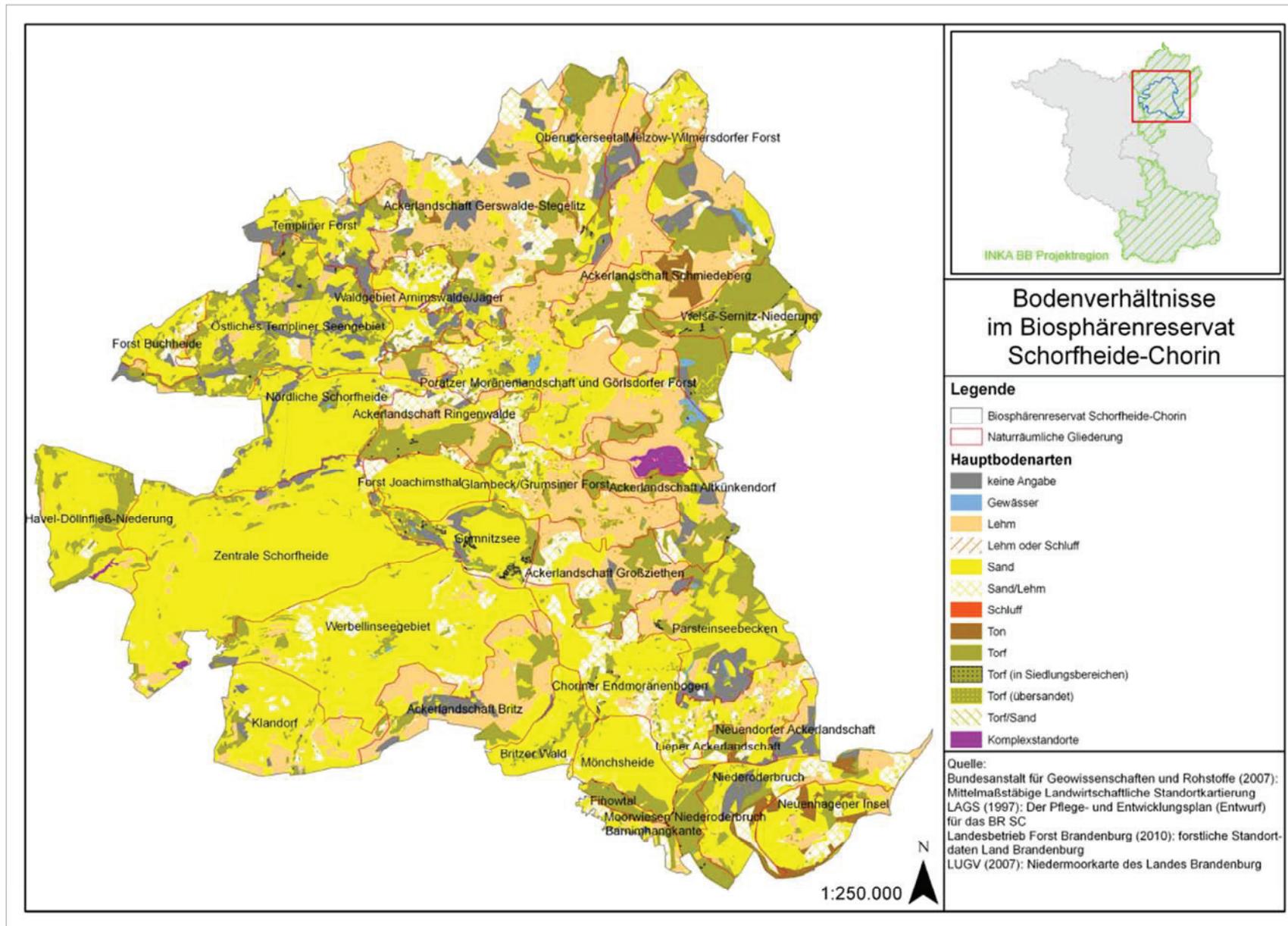
Anhang

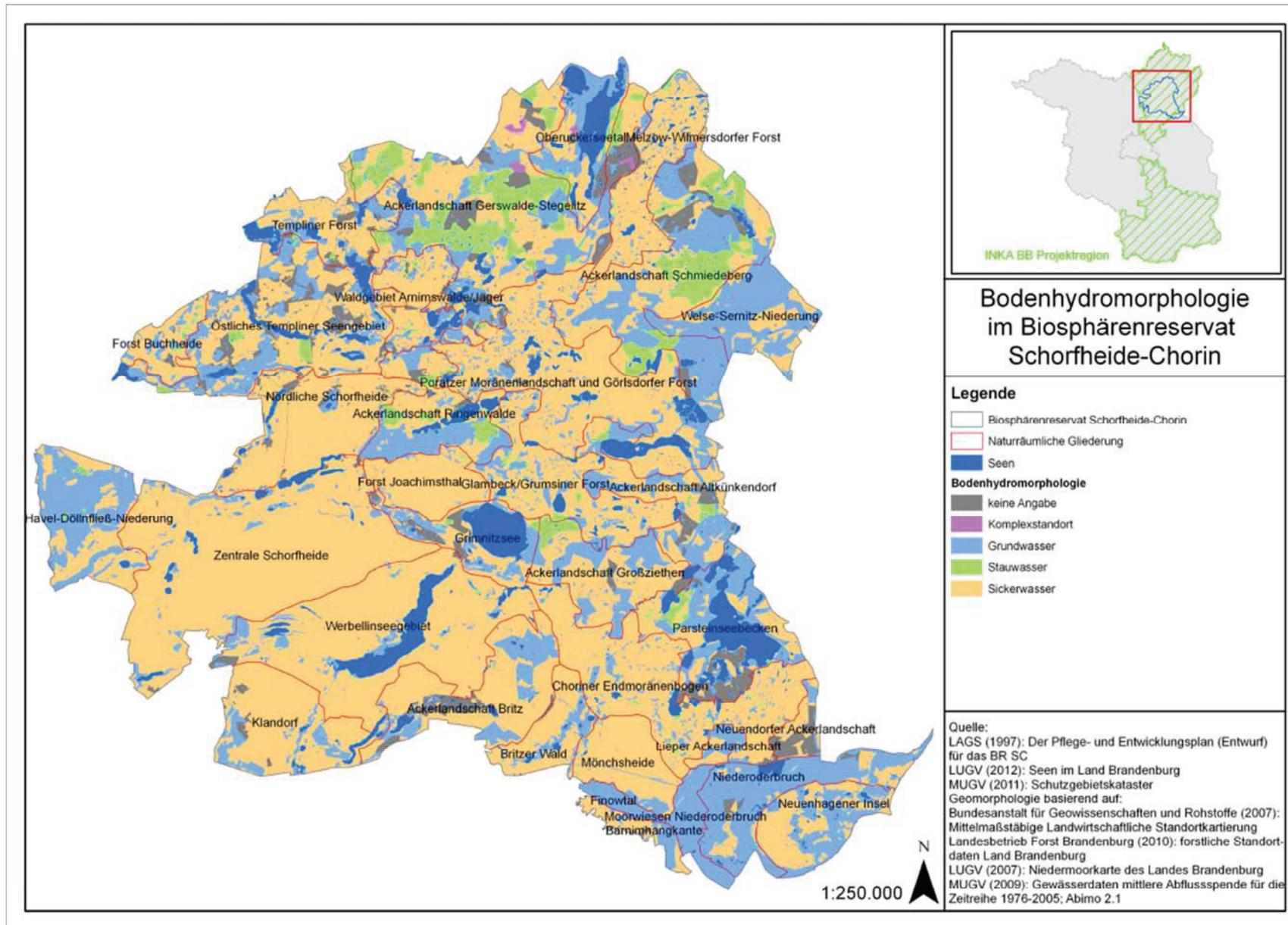
- Karte 1:** Lage des BR SC und der INKA BB Projektregion in Brandenburg
- Karte 2:** Topographische Übersicht (in absoluten Höhen) und Gewässernetz des BR SC
- Karte 3:** Räumliche Verteilung der Hauptbodenarten mit der Übersicht der naturräumlichen Gliederung im BR SC, eigene Auswertung, abgeleitet aus Daten der StoK (LFB 2010), MMK (BGR 2007) und der Niedermoorkarte Brandenburgs (LUGV 2007)
- Karte 4:** Räumliche Verteilung der Bodenhydromorphietypen mit der Übersicht der naturräumlichen Gliederung im BR SC, abgeleitet aus Daten der StoK (LFB 2010), MMK (BGR 2007), der Niedermoorkarte Brandenburgs (LUGV 2007) und Abimo (MUGV 2009a)
- Karte 5:** Übersicht der Landnutzung im BR SC auf Basis der Biotopkartierung (ENTERA 2013)
- Karte 6:** Abstufungen der Projektion der klimatischen Wasserbilanz in der Differenz zwischen dem STAR 2 3K Szenario für den Zeitraum 2031-2060 und dem Referenzzeitraum 1961-1990 (PIK 2010)
- Karte 7:** Jährliche Veränderung der Grundwasserstände im BR SC nach der Auswertung des LUA für 1183 Messstellen in Brandenburg im Zeitraum 1976-2005 (LUA 2009a)
- Karte 8:** Einstufung der nutzbaren Feldkapazität auf Basis der Hauptbodenarten, eigene Auswertung, abgeleitet aus Daten der StoK (LFB 2010), MMK (BGR 2007) und der Niedermoorkarte Brandenburgs (LUGV 2007)
- Karte 9:** Einstufung der kapillaren Aufstiegsrate des Bodenwassers auf grundwassernahen Böden auf Basis der Hauptbodenarten im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, eigene Auswertung, abgeleitet aus Daten der StoK (LFB 2010), MMK (BGR 2007) und der Niedermoorkarte Brandenburgs (LUGV 2007)
- Karte 10:** Räumliche Darstellung der Expositionsgefährdung für die Biotope der Klassen Moore und Sümpfe, Gras- und Staudenfluren und Wälder im BR SC, basierend auf den Teilindikatoren der klimatischen Wasserbilanz und z. T. der Veränderung der Grundwasserstände
- Karte 11:** Räumliche Darstellung der Sensitivität Boden für die Standorte der Biotope Moore und Sümpfe, Gras- und Staudenfluren und Wälder im BR SC, basierend auf den Teilindikatoren der nutzbaren Feldkapazität und z. T. der kapillaren Aufstiegsrate
- Karte 12:** Räumliche Verteilung der Sensitivität Biototyp im BR SC
- Karte 13:** Vergleich der Anpassungskapazität von zwei unterschiedlichen Rotbuchenkomplexen im BR SC, bewertet anhand von Erhaltungszustands- und Biotopausbildungsdaten der Biotopkartierung (ENTERA 2013)
- Karte 14:** Übersicht der Biotope mit der Gefährdung oder Beeinträchtigung durch künstliche Entwässerung auf Grundlage von Daten der Biotopkartierung (ENTERA 2013)

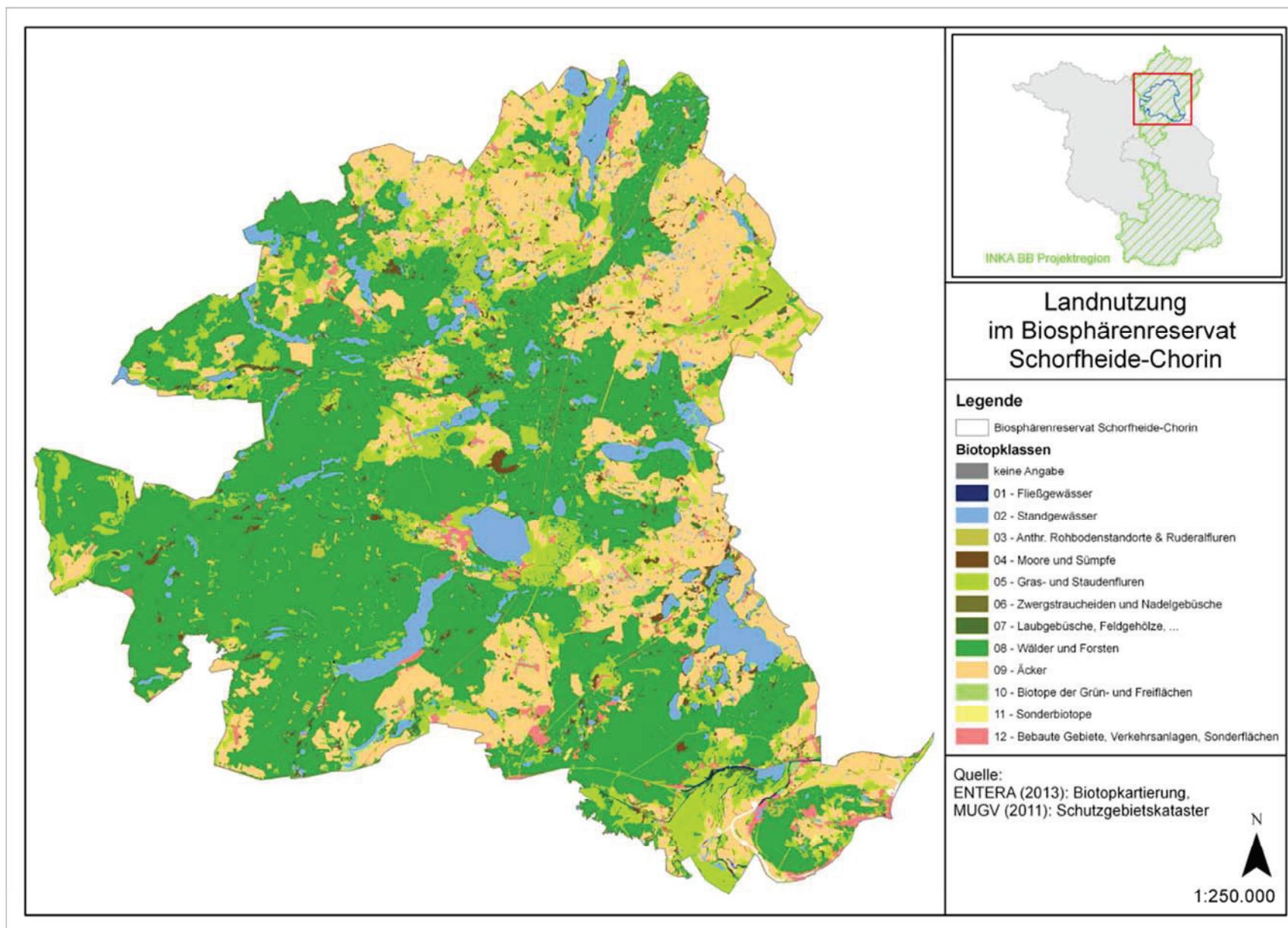




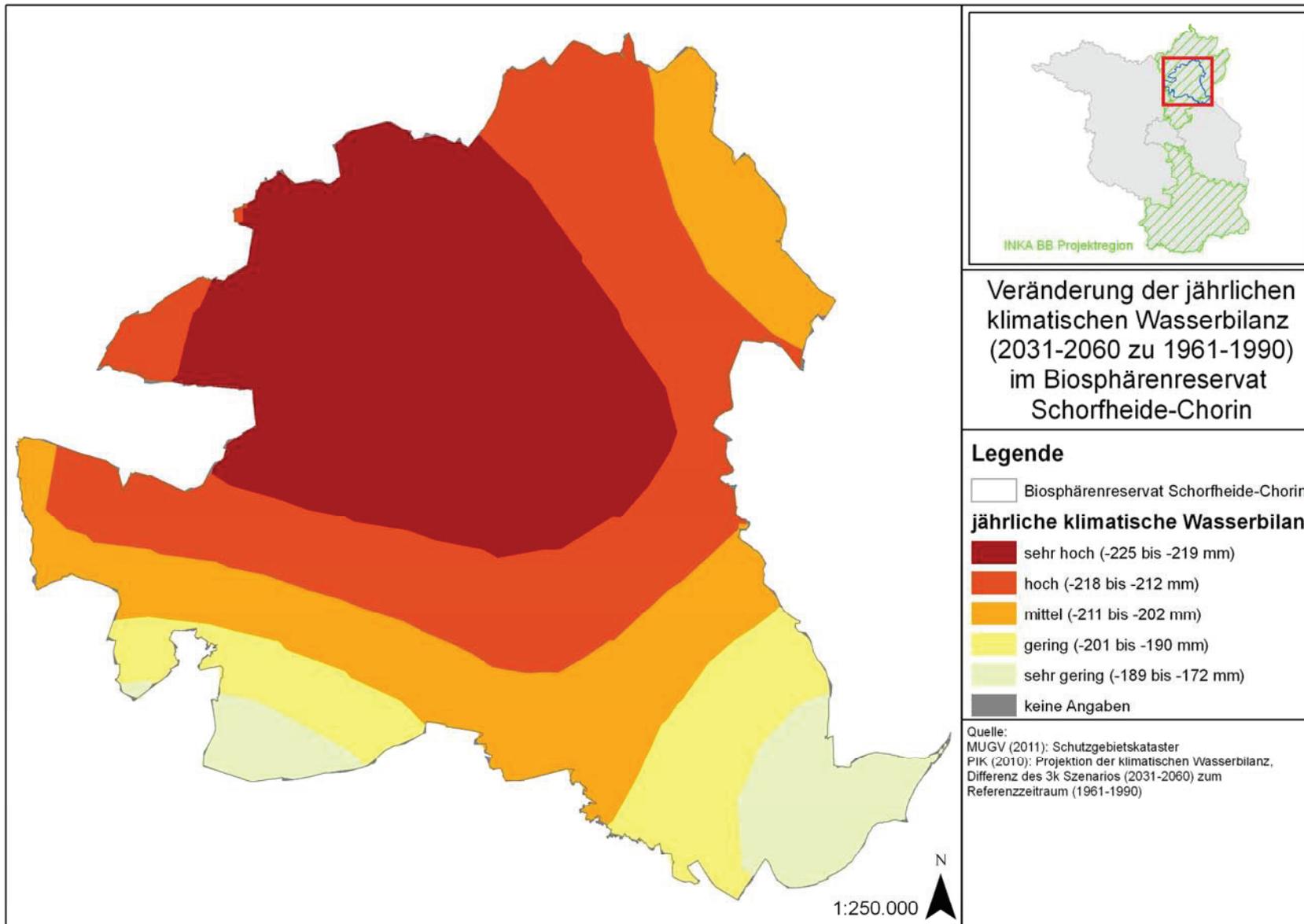
Anhang – Karte 3: Räumliche Verteilung der Hauptbodenarten mit der Übersicht der naturräumlichen Gliederung im BR SC, eigene Auswertung, abgeleitet aus Daten der StoK (LFB 2010), MMK (BGR 2007) und der Niedermoorkarte Brandenburgs (LUGV 2007)

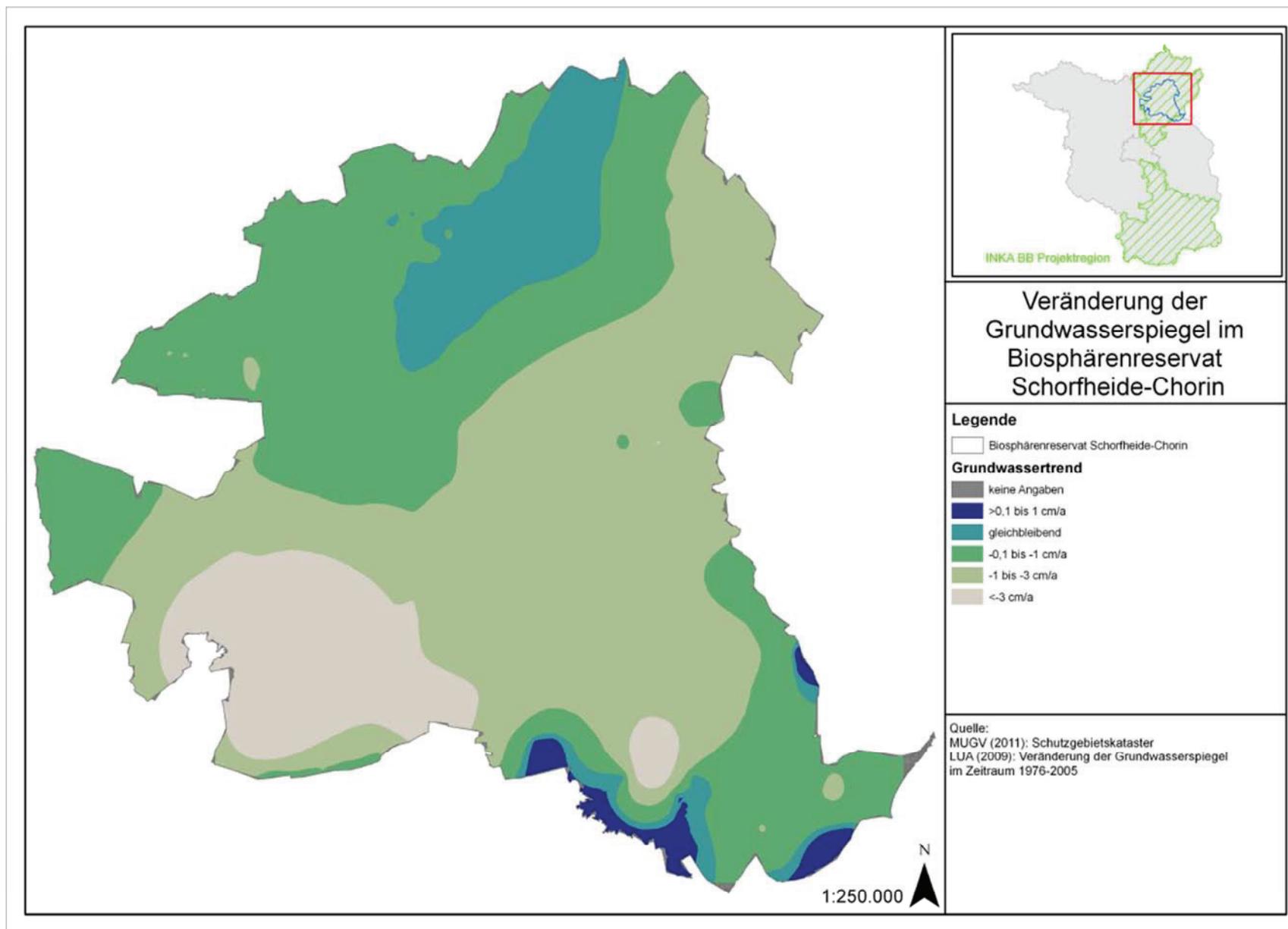


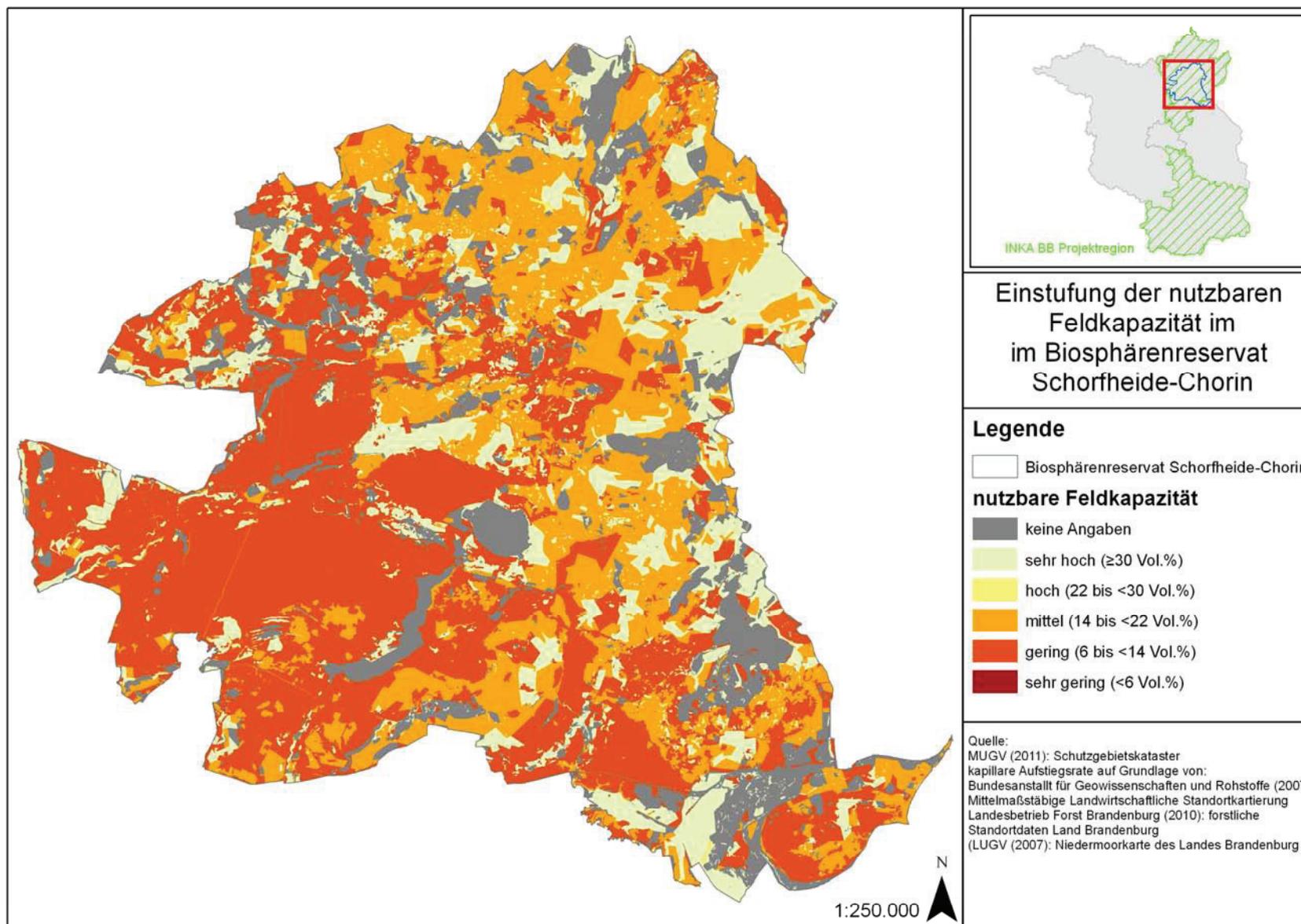




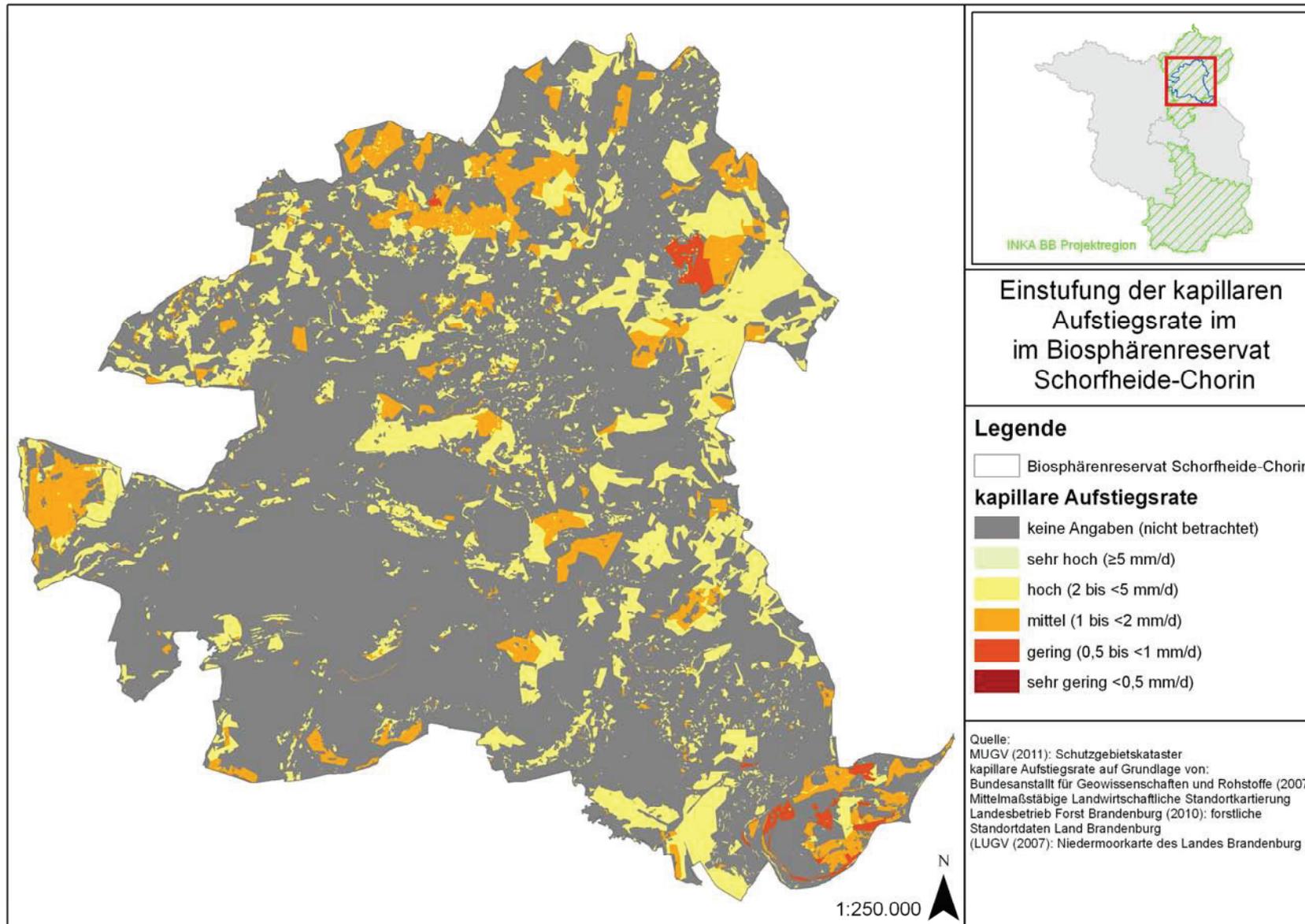
Anhang – Karte 6: Abstufungen der Projektion der klimatischen Wasserbilanz in der Differenz zwischen dem STAR 2 3K Szenario für den Zeitraum 2031-2060 und dem Referenzzeitraum 1961-1990 (PIK 2010)





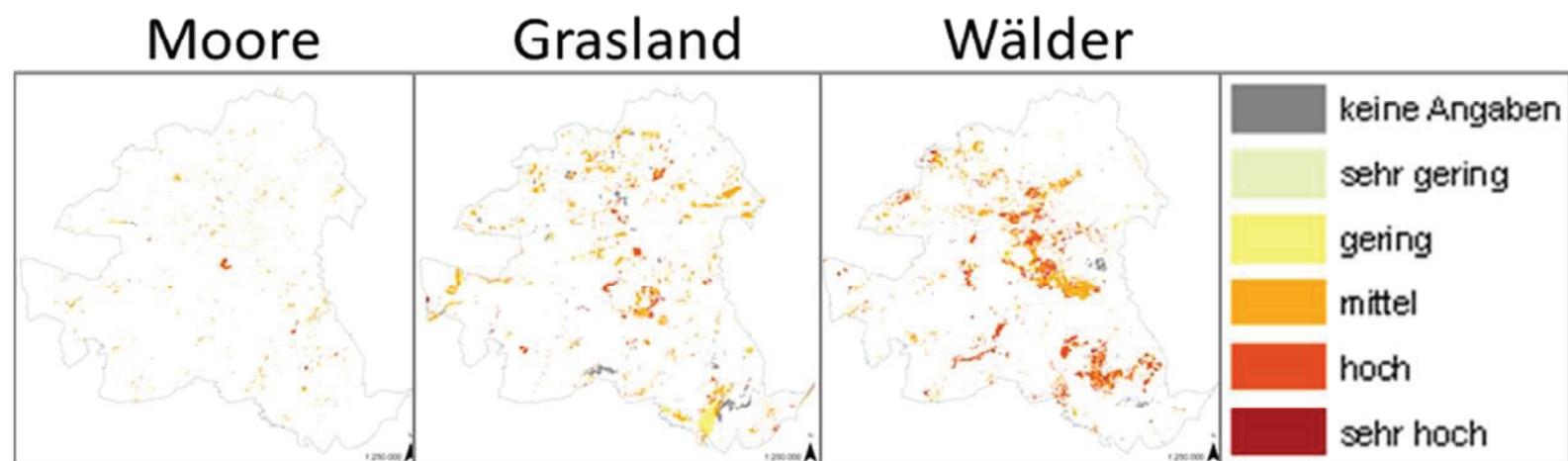
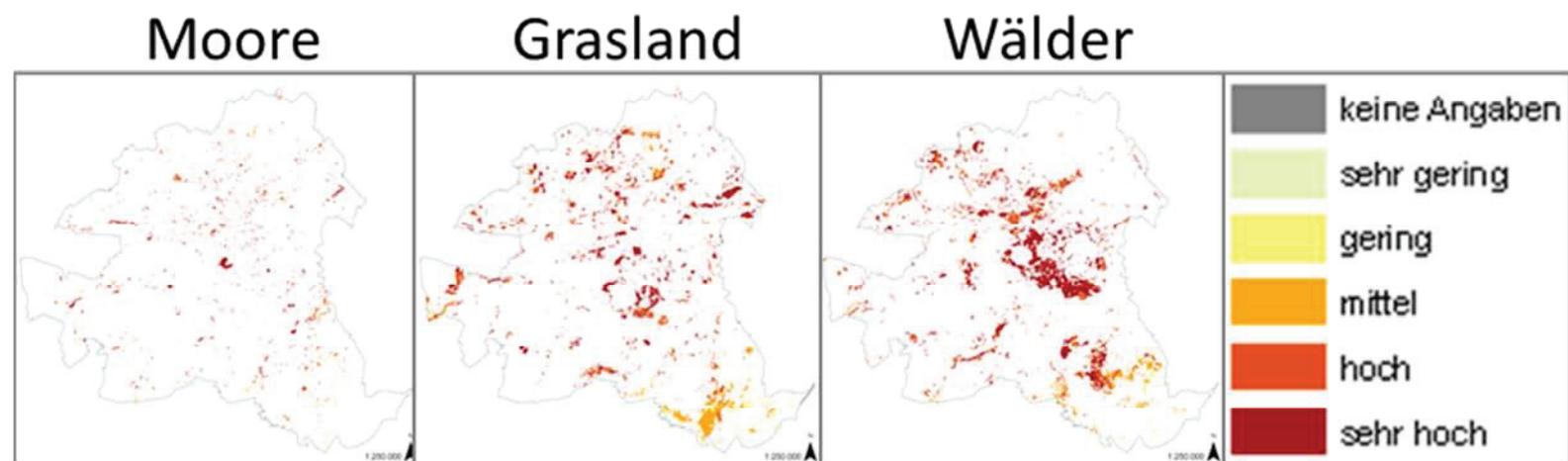


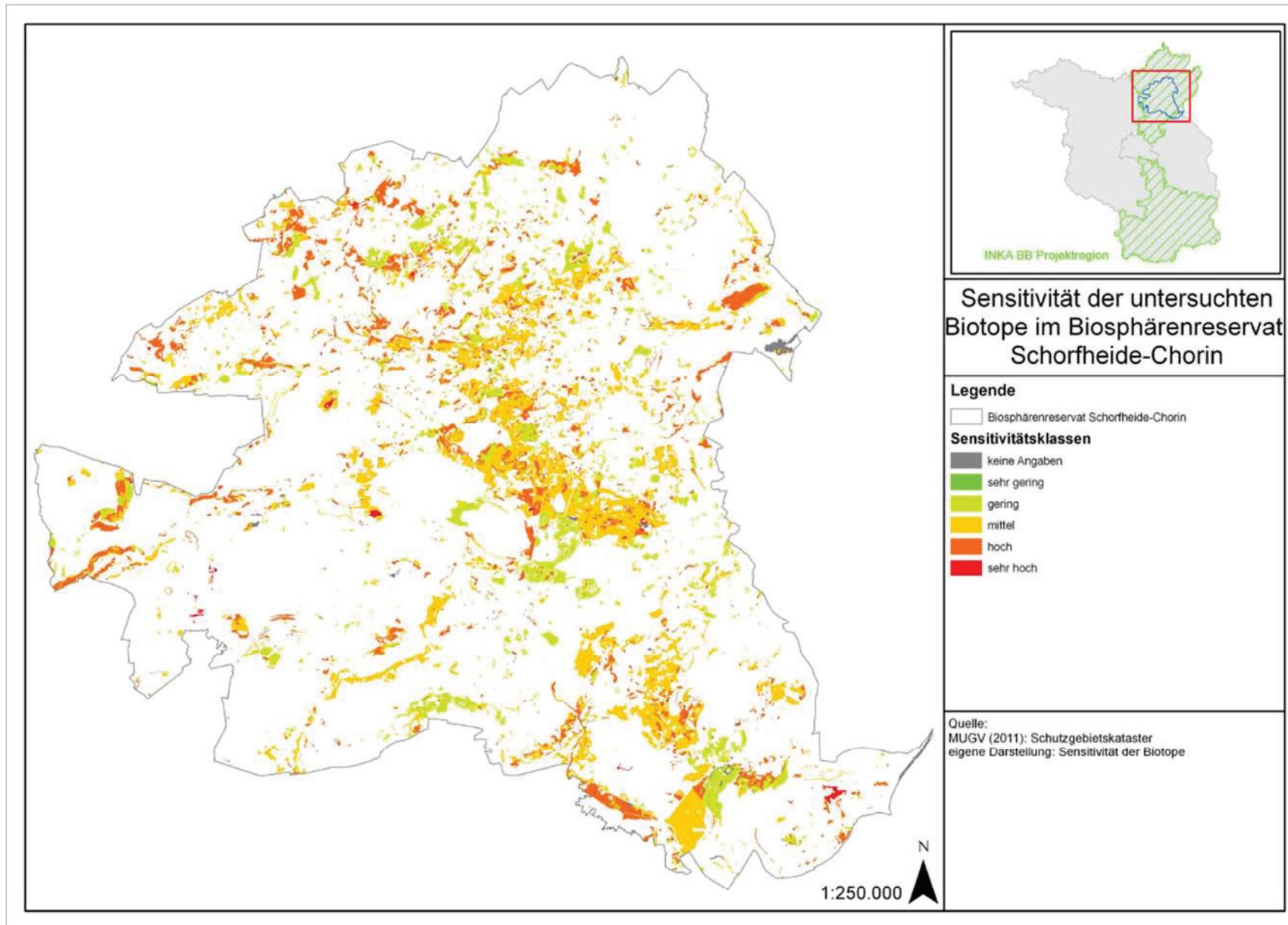
Anhang – Karte 9: Einstufung der kapillaren Aufstiegsrate des Bodenwassers auf grundwassernahen Böden auf Basis der Hauptbodenarten im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, eigene Auswertung, abgeleitet aus Daten der StoK (LFB 2010), MMK (BGR 2007) und der Niedermoorkarte Brandenburgs (LUGV 2007)



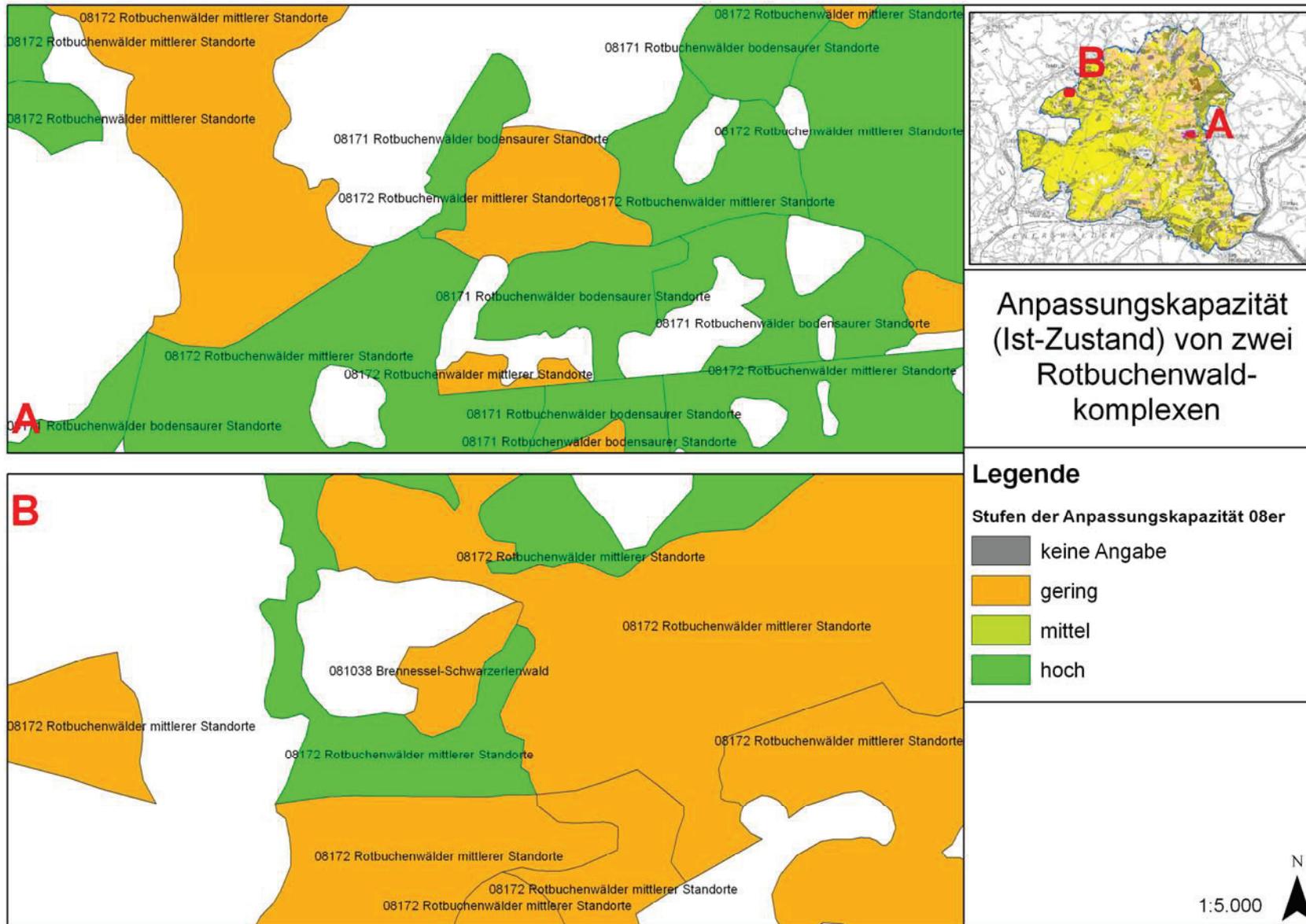
Anhang – Karte 10 (oben): Räumliche Darstellung der Expositionsgefährdung für die Biotope der Klassen Moore und Sümpfe, Gras- und Staudenfluren und Wälder im BR SC, basierend auf den Teilindikatoren der klimatischen Wasserbilanz und z.°T. der Veränderung der Grundwasserstände

Anhang – Karte 11 (unten): Räumliche Darstellung der Sensitivität Boden für die Standorte der Biotope Moore und Sümpfe, Gras- und Staudenfluren und Wälder im BR SC, basierend auf den Teilindikatoren der nutzbaren Feldkapazität und z.°T. der kapillaren Aufstiegsrate

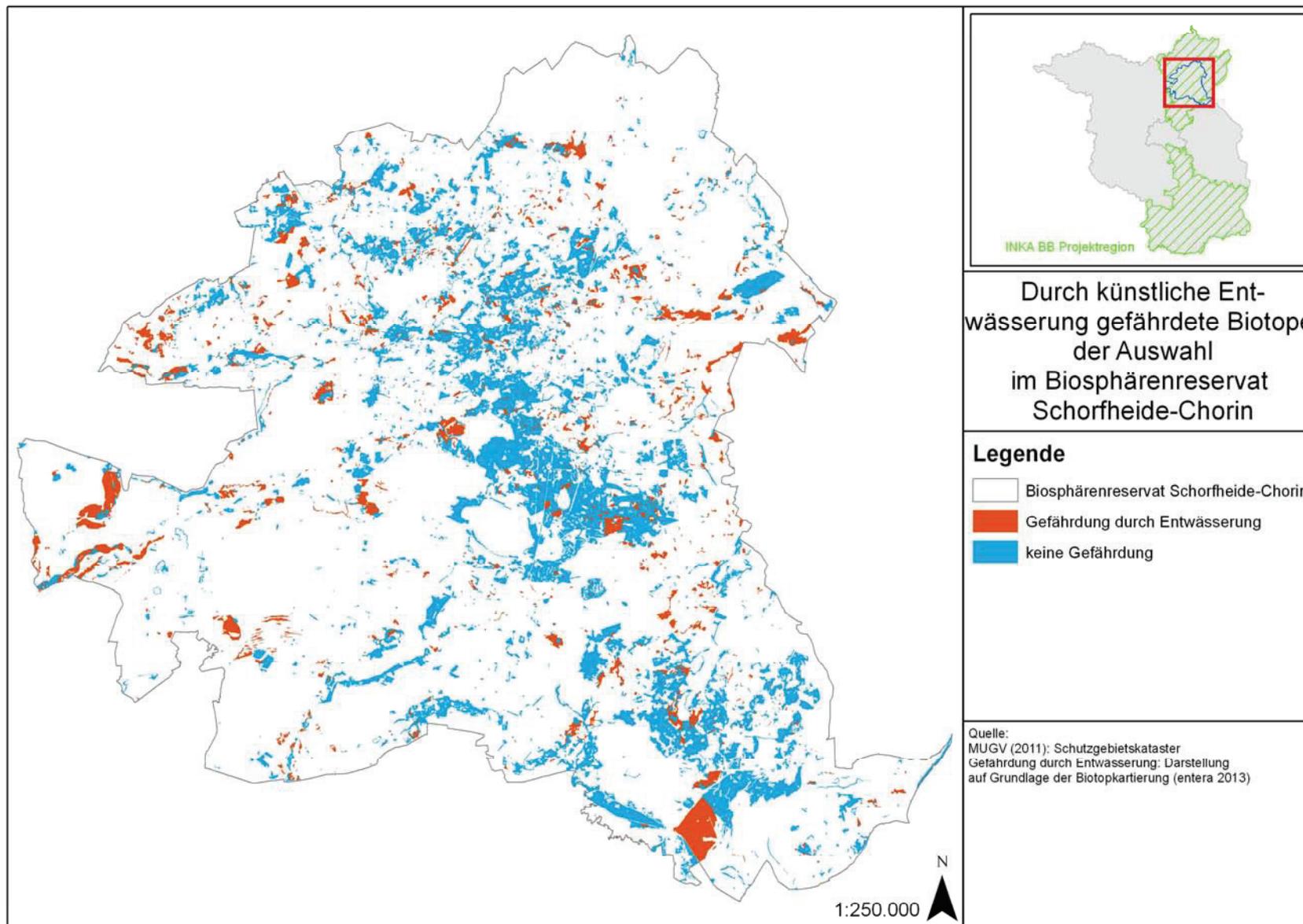




Anhang – Karte 13: Vergleich der Anpassungskapazität von zwei unterschiedlichen Rotbuchenkomplexen im BR SC, bewertet anhand von Erhaltungszustands- und Biotopausbildungsdaten der Biotopkartierung (ENTERA 2013)



Anhang – Karte 14: Übersicht der Biotope mit der Gefährdung oder Beeinträchtigung durch künstliche Entwässerung auf Grundlage von Daten der Biotopkartierung (ENTERA 2013)



Bildnachweise

S. 6-7	Pierre Ibisch	April 2012
S. 9, oben	Pierre Ibisch	Oktober 2008
S. 9, unten	Pierre Ibisch	Juni 2010
S. 10-11	Pierre Ibisch	April 2012
S. 12-13	Pierre Ibisch	Juni 2011
S. 14	Nadine Nusko	Juli 2013
S. 16	Nadine Nusko	Juni 2008
S. 27	Nadine Nusko	Juli 2013
S. 28	Thomas Lüdicke	Mai 2008
S. 29	Holger Rößling	April 2011
S. 31	Pierre L. Ibisch	Juni 2011
S. 41	Pierre L. Ibisch	November 2011
S. 42	Thomas Lüdicke	Juni 2008
S. 72, links	Pierre Ibisch	September 2011
S. 72, rechts	Pierre Ibisch	Februar 2012
S. 75	Stefan Kreft	Februar 2013
S. 76	Pierre Ibisch	September 2012
S. 77	Pierre Ibisch	September 2012
S. 80, oben links	Pierre Ibisch	September 2010
S. 80, oben rechts	Pierre Ibisch	September 2011
S. 80, Mitte links	Pierre Ibisch	Oktober 2007
S. 80, Mitte rechts	Pierre Ibisch	Juni 2011
S. 80, unten links	Pierre Ibisch	Mai 2011
S. 80, unten rechts	Jürgen Peters	Mai 2012
S. 81	Pierre Ibisch	April 2013
S. 86, oben links	Pierre Ibisch	Juni 2007
S. 86, oben rechts	Pierre Ibisch	November 2003
S. 86, unten links	Pierre Ibisch	April 2010
S. 86, unten rechts	Stefan Kreft	September 2013
S. 88	Lena Strixner	Februar 2013
S. 89	Pierre Ibisch	Mai 2011
S. 90	Pierre Ibisch	März 2008
S. 91	Pierre Ibisch	September 2012
S. 92	Pierre Ibisch	Juni 2010
S. 96, oben links	Pierre Ibisch	November 2011
S. 96, oben rechts	Pierre Ibisch	November 2011

S. 96, unten	Lena Strixner	Februar 2013
S. 98	Jürgen Peters	März 2013
S. 99	Lena Strixner	Februar 2013
S. 102	Jürgen Peters	März 2013
S. 105	Pierre Ibisch	Juni 2010
S. 106	Stefan Kreft	Februar 2013
S. 108	Lena Strixner	Februar 2013
S. 110	Lena Strixner	Februar 2013
S. 112	Stefan Kreft	Juni 2013
S. 114	Pierre Ibisch	Juni 2013
S. 127	Stefan Kreft	Juni 2013
S. 118	Stefan Kreft	Februar 2013
S. 119	Pierre Ibisch	Juli 2005
S. 120	Pierre Ibisch	Mai 2012
S. 122	Stefan Kreft	Februar 2013
S. 124	Stefan Kreft	Februar 2013
S. 125	Pierre Ibisch	Juni 2013

Die kartografischen Linienmotive (Deckel) basieren auf:

- Forstliche Standortkartierung Brandenburg (LFB 2010)
- Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (BGR 2007)
- Niedermoorkarte des Landes Brandenburg (LUGV 2007)
- Gewässerdaten mittlere Abflusspende für die Zeitreihe 1976-2005; Abimo 2.1 (MUGV 2009a)