

Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg-Berlin (INKA BB)

Teilprojekt 04: Klimaadaptierte Regionalplanung
in den Regionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald

GIS-Datendokumentation

Autoren: Milena Martinsen, Sven Knothe, Patrick Thur

Projektleitung: Prof. Dr. Uta Steinhardt

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)

Projektpartner: Regionale Planungsstellen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald



Gefördert vom BMBF im Rahmen der Fördermaßnahme KLIMZUG



Inhalt

1	Einführung in das Verbundprojekt INKA BB / Einordnung TP04	7
1.1	Beschreibung des Verbundvorhabens.....	7
1.2	TP04 - Forschungsauftrag und Zielstellung	9
2	Projektregionen und Praxispartner	10
3	Aktuelle und zu erwartende Folgen des Klimawandels für Brandenburg / die Projektregionen.....	12
4	Regionalplanung als Umsetzungsebene für raumplanerische Anpassung.....	14
4.1	Aufgaben der Regionalplanung.....	14
4.2	Aktuelle Situation der Regionalplanung in Brandenburg.....	16
5	Planungskulisse: Strategien mit direktem oder indirektem Anpassungsbezug	17
6	Zwischenfazit	18
7	Erarbeitung von Empfehlungen zur regionalplanerischen Anpassung an die Folgen des Klimawandels in den Regionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald	20
7.1	Methodische Herangehensweise	20
7.2	Einzelne Arbeitsschritte: Methodik und Ergebnisse.....	22
7.2.1	Best Practice-Analyse	22
7.2.2	Regionale Systemzusammenhänge im Klimawandel	22
7.2.3	Empfindlichkeitsanalyse (für ausgewählte Landnutzungssektoren / Handlungsfelder)	23
7.2.3.1	Exkurs: Festlegung regionsspezifischer Handlungs- und Themenfelder zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	24
7.2.3.2	Empfindlichkeit des Landnutzungssektors Forstwirtschaft.....	25
7.2.3.3	Empfindlichkeit des Landnutzungssektors Landwirtschaft.....	37
7.2.3.4	Empfindlichkeit des Landnutzungssektors Wasserwirtschaft.....	55
7.2.4	Ableitung geeigneter regionalplanerischer Instrumente zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.....	62
7.2.5	Regionalplanerische Relevanz sektoraler Anpassungsstrategien	68
7.2.6	Analyse anpassungsrelevanter Wechselwirkungen: Konflikte und Synergien zwischen Handlungsfeldern	68
7.3	Formulierung von anwendungsorientierten Empfehlungen für die Praxis.....	69
7.3.1	Forstwirtschaft	69

7.3.2 Landwirtschaft.....	70
7.3.3 Wasserwirtschaft	70
7.4 Kritische Diskussion der Ergebnisse (7.3) / Chancen und Hemmnisse für die Umsetzung der Anpassungsempfehlungen.....	74
8 Kooperationen, Akteursarbeit und Wissenstransfer	78
9 Fazit und Ausblick.....	83
10 Literatur	85
11 Anhang.....	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Verbundprojekte der KLIMZUG-Fördermaßnahme des BMBF.....	7
Abbildung 1.2 Struktur des Verbundprojekts INKA BB	8
Abbildung 2.1 Planungsregionen Uckermark-Barnim und Lausitz Spreewald)	10
Abbildung 3.1 Gemeinsames Raumordnungskonzept - Energie und Klima – für Berlin und Brandenburg GRK Teil II	13
Abbildung 4.1 Ausschnitt aus der Darstellungsrichtlinie für die Regionalplanung in Brandenburg: Gebietskategorie "Vorranggebiet Freiraum".....	15
Abbildung 7.1 Schematische Darstellung der Forschungsarbeiten in INKA BB / TP04	21
Abbildung 7.2 Grafische Darstellung der betrachteten Komponenten des Systems "Planungsregion"	22
Abbildung 7.3 Übersicht über Handlungs- (grau) und Themenfelder (farbig) der Regionalplanung zur Anpassung an den Klimawandel.....	24
Abbildung 7.4 „Änderung im klimatischen Feuerrisiko unter dem Szenario Sz1	29
Abbildung 7.5 Übersicht über die Analyseschritte zur Ermittlung der Empfindlichkeit im Landnutzungssektor "Forstwirtschaft"	30
Abbildung 7.6 Empfindlichkeit der Wälder und Forste in den Projektregionen gegenüber Trockenheit.....	32
Abbildung 7.7 Empfindlichkeit der Wälder und Forste in den Projektregionen gegenüber Waldbränden	32
Abbildung 7.8 Empfindlichkeit der Wälder und Forste in den Projektregionen gegenüber Insektenkalamitäten	33
Abbildung 7.9 Lage des Exkursionsgebietes	34
Abbildung 7.10: Forstrevier Hohenbucko bei Schlieben (Elbe-Elster): Kiefernreinbestände mit sehr hoher Empfindlichkeit gegenüber Waldbrand und Insektenkalamitäten.	35
Abbildung 7.11 Acker- und Grünlandflächen in den beiden Planungsregionen.....	38
Abbildung 7.12 Methodische Herangehensweise zur Bewertung der potentiellen Empfindlichkeit der Ackerstandorte gegenüber ausgewählten Klimawandel spezifischen Parametern.....	39
Abbildung 7.13 Ableitung der Empfindlichkeit der Landwirtschaftsflächen gegenüber Trockenheit aus den bodenspezifischen Standortparametern.	41
Abbildung 7.14 Methodik zum Thema Staubaufzug.....	43
Abbildung 7.15 Herangehensweise zur Identifizierung klimaempfindlicher/klimarobuster Ackerflächen.....	45
Abbildung 7.16 Feldblockspezifische Angaben zu den Landbaugebieten (LBG) und Ackerzahlen für Acker- und Grünland.....	46
Abbildung 7.17 Bewertung der standörtlichen Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit von Acker- und Grünlandflächen.....	47
Abbildung 7.18 Bewertung der Empfindlichkeit der Ackerflächen gegenüber Winderosion.	48
Abbildung 7.19 Winderosionsgefahr von Ackerflächen im Wirkungsbereich zu Bundesautobahnen/Bundesstraßen	49
Abbildung 7.20 Bewertung der Empfindlichkeit der Acker- und Grünlandflächen gegenüber Wassererosion.....	50
Abbildung 7.21 Überblick zu klimaempfindlichen und klimarobusten Ackerflächen, differenziert nach Bodengüte.	51
Abbildung 7.22 Hochwassergerechte Gewässerabschnitte und Überflutungsflächen	57
Abbildung 7.23 Abgleich Gefahrenkarten (HWRM-RL) und Risikobereich Hochwasser (LEP B-B)	57
Abbildung 7.24 Abgleich Gefahrenkarten und Potentialflächen für Gewässerretention.....	59

Abbildung 7.25 Hochwasser im LK Elbe-Elster (Schraden) an der Schwarzen Elster, Oktober 2010	59
Abbildung 7.26 Potentialflächen für Gebietsretention.....	60
Abbildung 7.27 Senke bei Wartin im Landkreis Uckermark	61
Abbildung 7.28 Empfohlene Gebiete für Gewässerretention	64
Abbildung 7.29 Empfohlene Gebiete für Gebietsretention.....	65
Abbildung 7.30 Ertragreiche und ertragsarme Ackerflächen als Ausweisungsgrundlage für Vorbehaltsgebiete Landwirtschaft.....	66
Abbildung 7.31 Empfindliche Waldflächen mit Erholungsfunktion im LK Uckermark.....	68
Abbildung 7.32 Empfehlungen für Gebietsausweisungen im Landnutzungssektor Forstwirtschaft	71
Abbildung 7.33 Empfehlungen für Gebietsausweisungen im Landnutzungssektor Landwirtschaft	72
Abbildung 7.34 Empfehlungen für Gebietsausweisungen im Landnutzungssektor Wasserwirtschaft	73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1 Projektregionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald im Vergleich	11
Tabelle 5.1 Übersicht zu anpassungsrelevante Strategien und Plänen, dargestellt nach Handlungsebenen.	18
Tabelle 7.1 Übersicht über durchgeführte GIS-gestützte Empfindlichkeitsanalysen in INKA BB TP04.....	24
Tabelle 7.2 Handlungsfelder und Themenfelder einer klimaadaptierten Regionalplanung	25
Tabelle 7.3 Durchgeführte Analysen zur Ermittlung der Empfindlichkeit im Bereich Forst.	25
Tabelle 7.4 Grundwassertiefenstufen für Forste und Wälder).....	27
Tabelle 7.5 Grundwassertiefenstufen der Stamm-Standortsgruppen	27
Tabelle 7.6 Klassifikation der Baumarten entsprechend ihrer Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit	28
Tabelle 7.7 Einstufung ausgewählter Hauptbaumarten gegenüber Insektenkalamitäten.....	29
Tabelle 7.8 Matrix zur Aggregation des Wasserspeichervermögens des Bodens (vertikal) und des Grundwasserflurabstands (horizontal) zur standörtlichen gegenüber Trockenheit.	30
Tabelle 7.9 Matrix zur Aggregation von standörtlicher Empfindlichkeit (vertikal) und der Empfindlichkeit der Bestockung (horizontal) gegenüber Trockenheit.....	30
Tabelle 7.10 Durchgeführte Analysen zur Ermittlung der Empfindlichkeit im Bereich Landwirtschaft.....	38
Tabelle 7.11 Klassifizierung der nutzbaren Feldkapazität zur Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Trockenheit.....	40
Tabelle 7.12 Klassifizierung der nutzbaren Feldkapazität zur Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Trockenheit.....	41
Tabelle 7.13 Klassifizierung des Grundwasserflurabstandes zur Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Trockenheit.....	41
Tabelle 7.14 Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Trockenheit.	41
Tabelle 7.15 Matrix zur Bewertung der Empfindlichkeit gegenüber Austrocknung.	41
Tabelle 7.16 Grundlagendaten und daraus abgeleitete Ergebnisdaten zur Empfindlichkeit gegenüber Winderosion.	43
Tabelle 7.17 Grundlagendaten und daraus abgeleitete Ergebnisdaten zur Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion.....	44
Tabelle 7.18 Vorschläge für planerische Empfehlungen im Bereich Landwirtschaft und deren Indikatoren.....	46
Tabelle 7.19 Retentionsflächen nach Kühn et al.	58
Tabelle 7.20 Empfehlungen für Klimawandel-orientierte Gebietskategorien und -ausweisungen	62

1 Einführung in das Verbundprojekt INKA BB / Einordnung TP04

1.1 Beschreibung des Verbundvorhabens

Der Forschungsverbund INKA BB (Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg-Berlin) ist einer von sieben Projektverbünden in Deutschland, die im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme KLIMZUG (Klimawandel in den Regionen zukunftsfähig gestalten) Maßnahmen zur Anpassung an regionale Herausforderungen aufgrund der zu erwartenden Folgen des Klimawandels entwickelt haben, vgl. Abb. 1.1. Die Forschungsarbeit in INKA BB erfolgte im Zeitraum von Juni 2009 bis April 2014 und war organisatorisch gegliedert in 24



Abbildung 1.1 Verbundprojekte der KLIMZUG-Fördermaßnahme des BMBF (Grafik: BMBF)

Teilprojekte, angesiedelt an Forschungsinstitutionen in Brandenburg und Berlin. Die Koordination des Gesamtverbunds oblag dem ZALF (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. Müncheberg). Auf der Homepage des Verbundprojekts wird das Selbstverständnis von INKA BB wie folgt beschrieben:

„INKA BB - das Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg Berlin - versteht sich als ein Netzwerk aus Wissenschaft und Praxis, das sich den Herausforderungen stellt, die mit dem Klimawandel auf uns zukommen.

Die Region Berlin Brandenburg ist geprägt von zahlreichen Seen und Fließgewässern, gleichzeitig gilt sie als niederschlagsarm. Hinzu kommen die überwiegend sandigen Böden, die nur geringfügig Wasser speichern können. Diese natürlichen Bedingungen machen die Region anfällig für die erwarteten Folgen des Klimawandels. Hauptthemen in INKA BB sind daher Land- und Wassernutzung, aber auch Fragen des Gesundheitsmanagements“ (INKA BB / STARTSEITE).

Das Verbundprojekt INKA BB verfolgt das Ziel, „(...) die Nachhaltigkeit der Land- und Wassernutzung in der Region unter sich ändernden Klimabedingungen zu sichern. Außerdem leistet INKA BB einen Beitrag zum klimaadaptiven Gesundheitsmanagement. INKA BB kennzeichnet eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis. Akteure aus Land- und Forstwirtschaft, Interessenverbänden sowie aus Behörden und öffentlichen Einrichtungen entwickeln innovative Anpassungsstrategien und wenden sie an. (...) Die Entwicklung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel ist das übergeordnete und allen Netzwerkpartnern gemeinsame

Ziel. (...) In INKA BB bildet die transdisziplinäre Entwicklung, Erprobung und Bewertung von Innovationen zur Anpassung an den Klimawandel die Basis für die Erarbeitung von Anpassungsstrategien der beteiligten Akteure“ (INKA BB / ZIELE).

INKA BB ist gegliedert in drei zentrale Handlungsfelder: Netzwerkentwicklung und –sicherung, Landnutzung und Wassermanagement, vgl. Abb. 1.2. „Hierfür existieren Wissenschafts-Praxis-Netzwerke auf mehreren Ebenen:

- In den Teilprojekten arbeiten kleine Gruppen problemorientiert an konkreten Fragestellungen aus der Praxis,
- Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vernetzen sich thematisch in Facharbeitsgruppen, um den Wissensstand und den Erkenntnisfortschritt auszutauschen und Überschneidungen zu vermeiden, und
- das Gesamtnetzwerk organisiert sich in den Handlungsfeldern Landnutzung, Wassermanagement und Netzwerkentwicklung, um übergreifende Fragestellungen zu bearbeiten und Synergien bei der langfristigen Verankerung von Maßnahmen und Strategien zu nutzen“.

(INKA BB / HANDLUNGSFELDER)

Nachstehende Grafik 1.2 verdeutlicht die organisatorische Gliederung des Verbundvorhabens INKA BB:

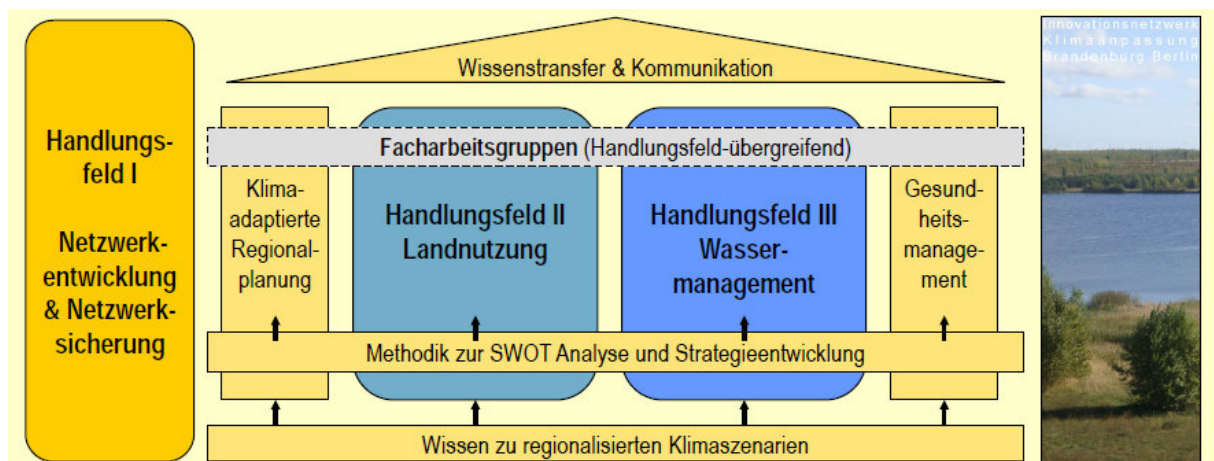


Abbildung 1.2 Struktur des Verbundprojekts INKA BB (Grafik: Steinhardt, 2010)

Weitere Informationen zum Verbundprojekt sind zu finden unter www.inka-bb.de; zur Fördermaßnahme KLIMZUG des BMBF unter www.klimzug.de.

1.2 TP04 - Forschungsauftrag und Zielstellung

Der Klimawandel stellt die Regionalplanung vor neue Herausforderungen: Raum- und Landnutzung stehen neuen bzw. verstärkten Risiken und Problemen gegenüber, deren Lösung auch der Unterstützung durch die Raumplanung bedarf. Damit einhergehende veränderte Ansprüche an die Raumnutzung und neue Konflikte zwischen Landnutzungssektoren insbesondere um knapper werdende Flächen erfordern die rechtzeitige planerische Anpassung an die zu erwartenden Folgen des Klimawandels. Gleichzeitig bestehen nach wie vor große Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlich zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels insbesondere auf regionaler Ebene.

Das INKA BB Teilprojekt 04 „Klimaadaptierte Regionalplanung in den Planungsregionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald“ befasste sich mit diesen Herausforderungen, die sich durch den Klimawandel für die räumliche Planung auf Ebene der Regionalplanung ergeben. Dabei wurden die Folgen, die aufgrund des Klimawandels nach aktuellem Wissensstand zu erwarten sind, hinsichtlich ihrer Relevanz für die Regionalplanung analysiert. Bestehende Instrumente räumlicher Planung wurden im Hinblick auf ihre Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Anpassungsmaßnahmen überprüft; neue Gebietskategorien speziell mit Fokus auf die Herausforderung Klimawandel wurden zur Aufnahme in den Instrumentenkatalog der Regionalplanung empfohlen. Das Forschungsprojekt verfolgte hierbei stets einen integrativen Ansatz unter Berücksichtigung aller Raum- und Landnutzungen in den Projektregionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald.

Die Forschungsarbeiten mündeten letztlich in raumkonkrete Empfehlungen zum planerischen Umgang mit den Folgen des Klimawandels. Dabei wurden nicht nur Fragen der Abstimmung zwischen Fach- und Gesamtplanung integriert sondern auch das Bewusstsein in Politik und Planungspraxis für die Notwendigkeit einer Berücksichtigung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel vertieft. Eine kontinuierliche enge Zusammenarbeit mit den Regionalen Planungsstellen als Praxispartnern sowie einem breiten Kreis regionaler Akteure begleitete über einen Zeitraum von fünf Jahren die Forschungsarbeit (vgl. INKA BB RAHMENPLAN, 2009).

2 Projektregionen und Praxispartner

Die Planungsregion **Uckermark-Barnim** mit einer Fläche von 4.554 km² (15 % der Landesfläche) ist die zweitkleinste Brandenburger Planungsregion. In der Region Uckermark-Barnim leben derzeit ca. 317.000 Einwohner (ca. 12 % der Einwohner Brandenburgs), sie gehört zu den am dünnsten besiedelten Regionen Deutschlands (weniger als 70 EW/km²). Die Region ist vom demographischen Wandel überdurchschnittlich betroffen, bis 2030 wird ein Einwohnerrückgang auf ca. 270.000 prognostiziert, vor allem im Landkreis Uckermark. Die Region ist zu 35,5 % mit Wald bedeckt, mit einer heterogenen Waldverteilung. Der Landkreis Uckermark ist überwiegend landwirtschaftlich geprägt. Auf Grund ihres Gewässer- und Waldreichtums besitzt die Region ein hohes Potenzial für den Naturschutz und den Tourismus. Neben zwei Naturparks befinden sich hier auch das UNESCO-Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin und der Nationalpark Unteres Odertal. Mit Jahresniederschlägen zwischen 450 und 600 mm/Jahr zählt die Planungsregion, vor allem im Bereich der östlichen Uckermark zu den trockensten Gebieten Deutschlands. Durch die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels kann sich die bereits heute erkennbare Konkurrenz um die Ressource Wasser weiter verschärfen. Wasserwirtschaftliche Maßnahmen und Anpassungen der Landnutzung an die veränderten Bedingungen sind daher unabdingbar.

Die Planungsregion **Lausitz-Spreewald** ist mit einer Fläche von rund 7.200 km² die größte Brandenburger Planungsregion (25 % des Landes) und umfasst die Landkreise Dahme-Spreewald, Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz und Spree-Neiße sowie die kreisfreie Stadt Cottbus. Mit 650.000 Einwohnern lebt etwas mehr als ein Viertel der Brandenburger Bevölkerung in der Region (Einwohnerdichte von 91 EW/km², Landesmittel 84 EW/km²). Die Region Lausitz-Spreewald besitzt mit fast 3.000 km² die umfangreichsten Waldflächen des Landes.

Zu den wichtigsten Fließgewässern der Region gehören die Spree, die Elbe, die Neiße, die Dahme sowie die Schwarze Elster. Größere künstliche Gewässer werden in den Bergbaufolgelandschaften in Zukunft durch

Flutung zahlreicher miteinander verbundener Tagebaurestlöcher (Lausitzer Seenkette) entstehen. Neben vier Naturparks ist das durch die UNESCO anerkannte Biosphärenreservat Spreewald mit dem besonders klimasensiblen Feuchtgebiet in seinem Kern von überregionaler Bedeutung. Die Region ist durch subkontinentale Klimaeinflüsse mit heißen und trockenen Sommern geprägt. Insbesondere die Bergbautätigkeit und die Energiewirtschaft in der Region führen seit mehreren Jahrzehnten zur Verschärfung der wasserwirtschaftlichen Problematik. Vor diesem Hintergrund muss gerade mit Blick auf den erwarteten Klimawandel durch

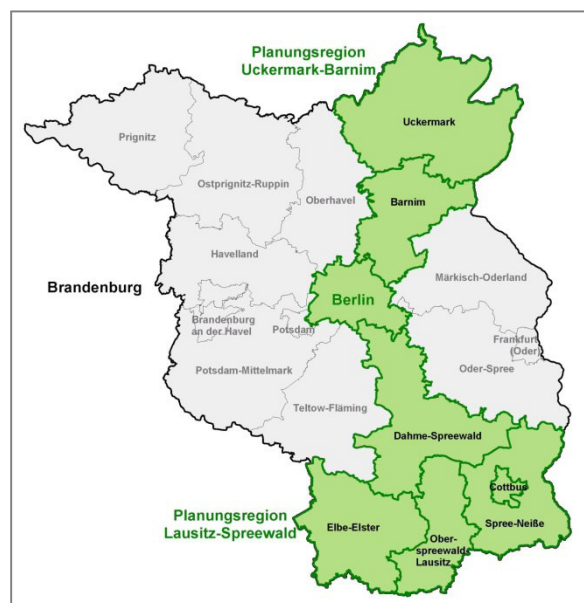


Abbildung 2.1 Planungsregionen Uckermark-Barnim und Lausitz Spreewald als Gegenstand des Forschungsprojekts, gleichzeitig Untersuchungsgebiet des Verbundprojekts INKA BB (Grafik: ZALF, 2010)

wasserwirtschaftliche Maßnahmen und Veränderung der Landnutzung für einen Interessenausgleich zwischen den unterschiedlichen Raumnutzern und der Metropole Berlin gesorgt werden (KNIERIM ET AL., 2009). Abb. 2.1 zeigt die Planungsregionen, die gleichzeitig auch das Untersuchungsgebiet des Gesamtverbunds INKA BB sind, mit ihren jeweils zugehörigen Landkreisen.

Nachfolgend sind die Projektregionen nochmals anhand wesentlicher Daten im Vergleich dargestellt.

Kriterium	Uckermark-Barnim	Lausitz-Spreewald
Fläche in km ²	4.554	7.200
Landkreise	2	4
Kreisfreie Städte	/	1
Einwohner 2013	317.000	632.000
Einwohnerückgang	270.000 (2030)	600.000 (2020)
Anteil Wald an Gesamtfläche	35,5 %	41,7%
Anteil Landwirtschaft an Gesamtfläche	49,5%	41 %
Anteil Oberflächengewässer an Gesamtfläche	5%	>5%
Anteil Großschutzgebiete an Gesamtfläche	51%	30%

Tabelle 2.1 Projektregionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald im Vergleich

Kontaktdaten der Regionalen Planungsstellen als Kooperationspartner des Forschungsprojekts:

Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark-Barnim Regionale Planungsstelle Paul-Wunderlich-Haus Am Markt 1 16225 Eberswalde Tel: 03334/214-1180 Fax: 03334/214-1189 E-Mail: regionalplanung@uckermark-barnim.de Internet: www.uckermark-barnim.de	 Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald Regionale Planungsstelle Gulbener Straße 24 03046 Cottbus Tel.: (0355) 49 49 24 10 Fax: (0355) 49 49 24 18 E-Mail: poststelle@rpgls.brandenburg.de Internet: www.region-lausitz-spreewald.de
--	---

3 Aktuelle und zu erwartende Folgen des Klimawandels für Brandenburg / die Projektregionen

„Die Region Berlin-Brandenburg im Übergangsbereich vom ozeanischen zum kontinentalen Klima ist bei den sich abzeichnenden Klimaänderungen als besonders vulnerabel einzuschätzen. Bereits heute machen sich der Klimawandel und Extremwetterlagen (z.B. Starkregen, Stürme, Dürre-, Hitze-, Frostperioden) deutlich bemerkbar (RAHMSTORFF & SCHELLNHUBER 2006; IPCC 2007). Auf Grund der vergleichsweise geringen Jahresniederschläge (557 mm, Deutschland ca. 789 mm), eines hohen Gewässeranteils (2,3 % der Fläche) und der Dominanz sandiger Böden mit geringer Speicherkapazität ist die Region Brandenburg besonders anfällig gegenüber lang anhaltenden Hitze- und Trockenperioden und damit einhergehender Wasserknappheit“ (KNIERIM ET AL., 2009).

Im Rahmen des Forschungsprojekts INKA BB wurde überwiegend mit den regionalen Klimaszenarien des Modells STAR 2 des PIK (Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung) gearbeitet. Das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) hat darüber hinaus vier regionale Klimamodelle für Brandenburg ausgewertet und hieraus zentrale Trends für eine nach aktuellem Wissensstand wahrscheinliche Entwicklung des Klimas abgeleitet. Aus den Modellen CLM, REMO10, WettReg und STAR2 und in Kombination der einzelnen Szenarien leitet das LUGV folgende Kernaussagen für das 21. Jahrhundert ab:

- Die Tagesmitteltemperaturen des Jahresmittels werden sich bis Mitte des Jahrhunderts um mindestens ein 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.
- Es wird sich die Vegetationszeit um mindestens drei Wochen weiter ausdehnen.
- Die Zahl der Sommertage, heißen Tage, Tage mit Schwüle und tropische Nächten werden teilweise sehr deutlich zunehmen.
- Die Zahl der Eistage und Frosttage werden hingegen abnehmen.

(LUGV, 2011)

In einem nachfolgenden zweiten Modellvergleich unter Berücksichtigung des modifizierten regionalen Klimamodells WettReg2010 ergaben sich ergänzend folgende Aussagen:

- Die Jahresniederschlagsmenge wird eher sinken, keinesfalls jedoch zunehmen.
- Die Vegetationsperiode wird sich voraussichtlich um vier Wochen verlängern.

Betrachtet wurden hierbei zwei Projektionszeiträume: 2031-2060 und 2071-2100. Als Referenzzeitraum zur Ermittlung von Differenzen dienen die Jahre 1971-2000. Als besonders robust gelten die Aussagen zu den Temperaturänderungen; auch die Kenntage gelten als belastbar. Mit den größten Unsicherheiten behaftet sind die Ergebnisse im Bereich der Niederschlagsentwicklungen (LUGV, 2011).

Bei allen bestehenden Unsicherheiten bzgl. der Aussagen der Klimaszenarien müssen sich die Projektregionen deshalb darauf einstellen, dass Wetterextreme wie z.B. Starkregenereignisse und Hitzeperioden zunehmen und bereits bestehende Probleme wie vor allem längere Trockenperioden in den Sommermonaten sich verschärfen. Hitzeperioden werden besonders den städtischen Raum treffen – neben Berlin ist dies vor allem die in der Planungsregion liegende Stadt Cottbus. Die Klimatische Wasserbilanz wird sich in ganz Brandenburg negativ entwickeln - eine besonders starke Verschlechterung der Wasserverfügbarkeit ist in der nordöstlichen Uckermark sowie in Teilen von Lausitz-Spreewald zu erwarten. Hier bleibt allerdings abzuwarten, wie sich die Flutung von Tagebaurestlöchern auswirken wird. Zunehmende Starkniederschläge werden für den Barnim aber auch für die Landkreise Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz und Spree-Neiße erwartet; in letzteren drei Landkreisen wird dies die bestehende Hochwasserproblematik nochmals verschärfen.

Untenstehende Abbildung 3.1 verdeutlicht die für Brandenburg zu erwartenden Klimaänderungen:

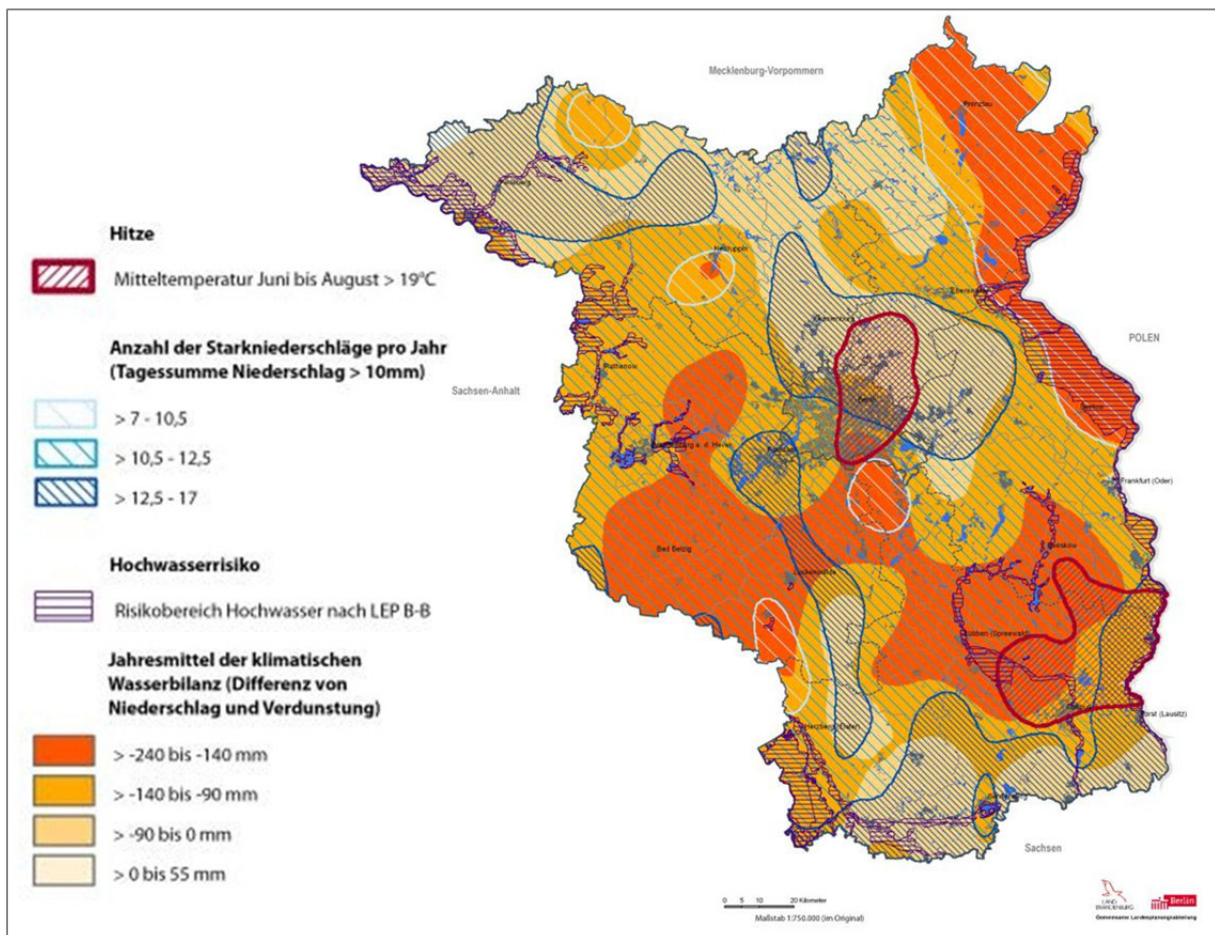


Abbildung 3.1 Gemeinsames Raumordnungskonzept - Energie und Klima – für Berlin und Brandenburg GRK Teil II, 2012. Vom Klimawandel betroffene Gebiete Synthesekarte 2K Szenario / 2011-2040. (Grafik: GL Berlin-Brandenburg)

Weiterführende Informationen zur Auswertung der Klimaszenarien sind auf der Internetpräsenz des LUGV zu finden: <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.296662.de>

4 Regionalplanung als Umsetzungsebene für raumplanerische Anpassung

4.1 Aufgaben der Regionalplanung

„Die Regionalplanung stellt die überörtliche, überfachliche und zusammenfassende Landesplanung im Gebiet einer Region dar, dabei geben die Regionalpläne den Rahmen sowie die Grundsätze und Ziele der Raumordnung vor. Sie sind aus dem gemeinsamen Landesentwicklungsprogramm und dem gemeinsamen Landesentwicklungsplan (LEP B-B) zu entwickeln und vertiefen die Grundsätze und Ziele der Raumordnung. Sie konkretisieren diese für die jeweiligen Regionen zur Sicherung und Entwicklung der natürlichen und wirtschaftlichen Lebensgrundlagen“ (RPG UCKERMARK-BARNIM).

Die Regionalplanung ist somit ein wesentliches Instrument für die Umsetzung der hochstufigen landesplanerischen Festlegungen und soll gegenüber der Landesplanung räumlich konkretere überörtliche und überfachliche Festlegungen treffen, ohne jedoch in die rein örtlich begründeten Entscheidungskompetenzen der Gemeinden einzugreifen. Damit liegt die Regionalplanung im Spannungsfeld zwischen Landesplanung, Fachplanung und kommunaler Bauleitplanung. Sie muss einerseits die Vorgaben der Landesplanung beachten und für die Region konkretisieren, andererseits die Belange der Fachplanung und die Entwicklungsvorstellungen der Gemeinden berücksichtigen, diese nach sorgfältiger Prüfung gegeneinander und untereinander abwägen und das Ergebnis in die Regionalpläne einstellen“ (vgl. GL BERLIN-BRANDENBURG).

Zentrales Planwerk ist der (Integrierte) Regionalplan; er besteht aus textlichen und zeichnerischen Darstellungen, der Maßstab beträgt dabei 1:100.000. Regionalpläne können auch in sachlichen und räumlichen Teilplänen aufgestellt werden. Instrumente des Regionalplanes sind:

- Vorranggebiete gemäß § 7 (4) Nr. 1 ROG: Gebiete, die für bestimmte raumbedeutsame Nutzungen oder Funktionen vorgesehen sind und andere raumbedeutsame Nutzungen in diesen Gebieten ausschließen, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen, Nutzungen oder Zielen der Raumordnung nicht vereinbar sind.
- Vorbehaltsgebiete gemäß § 7 (4) Nr. 2 ROG: Gebiete, in denen bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen bei der Abwägung mit anderen konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht beigemessen werden soll.
- Eignungsgebiete gemäß § 7 (4) Nr. 3 ROG: Gebiete, die für bestimmte raumbedeutsame Maßnahmen geeignet sind, die städtebaulich nach § 35 BauGB zu beurteilen sind und an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen werden“ (RPG UCKERMARK-BARNIM).

Die Regionalplanung in Brandenburg ist gegliedert in fünf Regionale Planungsgemeinschaften, denen als Mitglieder die Kreise und kreisfreien Städte der jeweiligen Region angehören. Regionalversammlungen und Regionalvorstand sind die Organe der Planungsgemeinschaften; die Durchführung der Regionalplanung obliegt den Regionalen Planungsstellen. .

Grundlage für die Arbeit der Regionalplanung sind das Gesetz zur Regionalplanung und zur Braunkohlen- und Sanierungsplanung (RegBkPIG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 08. Februar 2012 (GVBL.I/12, [NR. 13]) sowie die Richtlinie des Ministeriums für Infrastruktur und Raumordnung des Landes Brandenburg für die Aufstellung, Fortschreibung, Änderung und Ergänzung von Regionalplänen Vom 3. Juli 2009 (nachfolgend: Darstellungsrichtlinie), s. beiliegende DVD. Die Darstellungsrichtlinie beinhaltet unter anderem den Katalog an Gebietskategorien, die der Regionalplanung für raumkonkrete Ausweisungen zur Verfügung stehen. Im Rahmen des Forschungsprojekts ist vor allem die Gebietskategorie „Vorranggebiet Freiraum“ für die Anpassung an den Klimawandel relevant:

	Vorranggebiet Freiraum	(Z) Gebiet, in dem das funktionell und überregional zusammenhängende Netz besonders bedeutsamer Freiräume zur nachhaltigen Sicherung der Freiraumfunktionen und der besonderen Werte des Naturhaushaltes und der Kulturlandschaft gesichert werden soll; besonderes Ziel ist die Sicherung vor raumbedeutsamen Inanspruchnahmen, die irreversible Schäden hervorrufen	Kriterien: - maßstabsbedingte Konkretisierung des Freiraumverbundes des LEP B-B - Ergänzung durch regional bedeutsame Freiraumflächen und deren Verbindung
---	------------------------	---	--

Abbildung 4.1 Ausschnitt aus der Darstellungsrichtlinie für die Regionalplanung in Brandenburg: Gebietskategorie "Vorranggebiet Freiraum"(Quelle: MIL 2009)

Sie umfasst sämtliche Landnutzungsbereiche, die sich außerhalb der Raumnutzungen Rohstoffe, Energie, Siedlung, Infrastruktur und Hochwasserschutz bewegen. Wesentliche Landnutzungssektoren wie Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Naturschutz und auch Tourismus / Erholung werden also pauschal mittels einer allgemeingültigen Plankategorie planerisch erfasst, ohne dass der fachliche Hintergrund der Gebietsausweisung „Freiraum“ erkennbar ist. Sektorenspezifische Regelungen sind auf Ebene der Regionalplanung in diesen Bereichen derzeit nicht möglich; gerade sie jedoch wären der eigentliche Ansatzpunkt einer klimaadaptierten Regionalplanung. Der Blick in andere Planungsregionen Deutschlands hat gezeigt, dass dort überwiegend und erfolgreich mit einem wesentlich detaillierteren Instrumentenkatalog gearbeitet werden kann; sektorenspezifische Gebietskategorien zu Land- und Forstwirtschaft sind meist seit Langem selbstverständlich. Folgende Übersicht (nach Tautz, RPG Uckermark-Barnim) verdeutlicht nochmals die Notwendigkeit einer differenzierteren Freiraumsicherung:

Warum sollte die Regionalplanung den Freiraumverbund des LEP B-B und den sonstigen Freiraum durch monofunktionale Festsetzungen konkretisieren?	Was passiert wenn keine monofunktionalen Festsetzungen ausgewiesen werden?
Handeln	vs. „laufen lassen“
• Übersichtlichkeit in Regionalplänen sowie Bezug zur tatsächlichen Landnutzung herstellen • mehr Transparenz und damit verbunden Akzeptanz	• Grundanforderungen an die Begründetheit raumordnerischer Festlegungen nicht gegeben
• Notwendige vorausschauende (proaktive) Sicherung bedeutsamer / wertvoller Nutzungsstandorte	• Beliebigkeit eines undifferenzierten Freiraums • fehlende Verlässlichkeit für Landnutzer sowie • ausbleibende Sicherung von Nachhaltigkeit
• Konkurrenzen zwischen Raumnutzungen innerhalb des Freiraums lösen	• Verlagerung von Problemen auf die Kommunen und damit Verlust der notwendigen überörtlichen Perspektive

4.2 Aktuelle Situation der Regionalplanung in Brandenburg

Die Situation der Regionalplanung in Brandenburg und damit auch in den Projektregionen wird von Nagel et al. (2013) wie folgt beschrieben: „Im Land Brandenburg existiert (...) (bislang) in keiner der fünf Planungsregionen ein rechtlich wirksamer integrierter Regionalplan. Auch die Summe aller existierenden sachlichen Teilpläne (vorrangig zur Windenergienutzung und Rohstoffsicherung) entspricht nicht dem geforderten integrierten Ansatz. Im Hinblick auf aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Anpassung an den Klimawandel oder Energiewende, muss gefragt werden, welche Instrumente, Strukturen und Konzepte der Regionalplanung zur Verfügung stehen, um nachhaltig Raumfunktionen zu sichern. Die Struktur der Raumordnung der Länder Berlin und Brandenburg und die Organisation der Regionalplanung in den fünf Planungsregionen bietet Chancen zur Nutzung dieser Ebene der Raumordnung zur Verankerung nachhaltiger Landnutzung bzw. zur Entwicklung eines nachhaltiges Wasser- und Landmanagement (...). Dabei kommt der Sicherung von Raumfunktionen ein größerer Stellenwert zu als dem Erhalt von Raumstrukturen (...)“ (NAGEL ET AL., 2013, ZUSAMMENFASSUNG).

Grundproblem der Regionalplanung in Brandenburg ist, dass sie „(...) in einem mehrfachen Abhängigkeitsverhältnis steht. Zum einem wird diese durch die Gemeinsame Landesplanungsabteilung finanziert, kontrolliert und deren Produkte genehmigt. Zum anderen ist das beschließende Organ, die Regionalversammlung, dominiert durch kommunale Vertreter, deren Interessen oftmals lokalpolitisch geprägt sind. Darüber hinaus sind vorrangig Kommunen mit großen Einwohnerzahlen Mitglied in der Regionalversammlung und nicht Kommunen mit großer Flächenausdehnung. Es ist jedoch essentiell, dass großflächige raumordnerische Festsetzungen auch von den Kommunen mitgetragen werden, die diese Flächen zur Verfügung stellen. Die Regionalplanung wird somit nicht nur durch politische und organisatorische Strukturen gelenkt, sondern kann ihre Steuerungs- und Entwicklungsfunktion nicht neutral erfüllen“ (NAGEL ET AL., 2013, 33).

In der Öffentlichkeit und bei regionalen Akteuren wird die Regionalplanung häufig nicht mit ihren Potentialen und in ihrer Bedeutung für die langfristige Lösung von Konflikten in Raum- und Landnutzung wahrgenommen, sondern „(...) als bürokratisches Hindernis für die Durchsetzung kurzfristiger politischer Projekte (gesehen). (...) Hier bedarf es geeigneter Kommunikationsstrategien, um den relevanten Akteuren die Chancen und Notwendigkeiten regionalplanerischer Steuerung gerade im Kontext des Klimawandels aufzuzeigen. Im Zusammenhang mit aktuellen Entwicklungen in der Raumordnung in Brandenburg – die Planungsstellen werden durch die Gemeinsame Landesplanungsabteilung zur Erarbeitung integrierter Regionalpläne aufgefordert – bietet sich die unmittelbare Chance, die im Verbund INKA BB erarbeiteten Ansätze zur Integration von Aspekten des Klimawandels in diese Entwürfe einzuspeisen. Dabei liefert das Forschungsprojekt auch die Grundlagen für den begleitenden Diskurs“ (STEINHARDT ET AL., 2014).

5 Planungskulisse: Strategien mit direktem oder indirektem Anpassungsbezug

Vor- und nachgeordnete Planungen sowie Strategien finden bei der Erstellung Integrierter Regionalpläne Berücksichtigung bzw. fließen unmittelbar in diese ein. Hierzu gehören einerseits die Raumplanung auf Landesebene – die Vorgaben des Landesentwicklungsplans werden nachrichtlich übernommen bzw. konkretisiert – aber auch die Fachplanungen der Landkreise wie z.B. die Landschaftsrahmenpläne. Tabelle 5.1 stellt übersichtsartig die für eine klimaadaptierte Regionalplanung relevantesten Strategien und Plangrundlagen dar:

Ebene	Bezeichnung Strategie / Plan / Programm	Inhalt	Stand	Quelle
Übergeordnete Pläne und Programme				
EU	EU-Kommission: EU-Weißbuch „Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen“	▪ strategischer Ansatz für gezielte Anpassungsmaßnahmen ▪ Grundlage für Finanzierungsprogramme ▪ Grundlage für die Entwicklung eines EU-weiten Internetportals zum Thema Anpassung („Climate-ADAPT“)	2009	http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:DE:PDF
	EU-Kommission: „Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“	▪ Förderung von Maßnahmen der EU-Staaten ▪ Grundlage für Entscheidungsfindung ▪ EU-Maßnahmen zur Klimasicherung: Förderung der Anpassung in vulnerablen Sektoren	2013	http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0216:FIN:DE:PDF
Bund	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Deutsche „Anpassungsstrategie an den Klimawandel“	▪ Rahmen für Klimaanpassung in Deutschland ▪ Vorstellung des Beitrags des Bundes zur Anpassung ▪ Orientierung für Akteure ▪ Handlungsrahmen Risikovorbeugung	2008	www.bmub.bund.de/N42783/
	BMUB: "Aktionsplan Anpassung" zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Vorstellung von Aktivitäten des Bundes in strategischen Säulen: ▪ Wissen bereitstellen, Informieren, Befähigen ▪ Rahmensetzung durch den Bund ▪ Aktivitäten in direkter Bundesverantwortung ▪ Internationale Verantwortung	2011	www.bmub.bund.de/N47641/
Land Brandenburg	Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg: Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg	Landesweite Aussagen zu ▪ Siedlungsentwicklung ▪ Verkehrs- und Infrastrukturentwicklung ▪ Kulturlandschafts- und Freiraumentwicklung Maßstab 1:250.000	2009	http://gl.berlin-brandenburg.de/landesentwicklungsplanung/lepbb.html
	Land Brandenburg / Min. für Ländliche Entwicklung, Gesundheit und Verbraucherschutz: Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	Allgemeine und sektorenspezifische Maßnahmen zum Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel: ▪ Landespolitische Maßnahmen und Initiativen zum Klimaschutz ▪ Landespolitische Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	2008	http://www.mugv.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/mk_klima.pdf

Ebene	Bezeichnung Strategie / Plan / Programm	Inhalt	Stand	Quelle
Regional- und Fachplanungen				
Regionalpläne	Sachliche Teilpläne	Uckermark-Barnim: Sachlicher Teilplan "Windnutzung, Rohstoffsicherung und -gewinnung"	2013 (im Entwurf)	http://uckermark-barnim.de/regionalplan.html
		Lausitz-Spreewald: Sachlicher Teilregionalplan "Gewinnung und Sicherung oberflächennaher Rohstoffe",	1998	http://lausitz-spreewald.de/rp/de/startseite.html
		Lausitz-Spreewald: Sachlicher Teilregionalplan „Windenergienutzung“	2014 (im Entwurf)	
	Vorarbeiten, Planentwürfe für Integrierte Regionalpläne	Uckermark-Barnim: Integrierter Regionalplan in Vorbereitung seit 2013		
		Lausitz-Spreewald: Integrierter Regionalplan (Entwurf); seit 2013 in erneuerter Diskussion	1999	http://lausitz-spreewald.de/rp/de/startseite.html
Fachplanungen (Auswahl)	Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg: Landschaftsprogramm Brandenburg	Leitlinien, Entwicklungsziele, schutzgutbezogene Zielkonzepte und Ziele für die naturräumlichen Regionen Brandenburgs; Themen: Boden, wasser, Klima, Luft, Landschaftsbild, Erholung Maßstab 1:300.000	2001, Fortschreibung erfolgt in 2014	http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.322337.de
	Landschaftsrahmenpläne (gemäß der §§ 9 und 10 BNatSchG),	Überörtliche Ziele, Maßnahmen und Erfordernisse des Naturschutzes; nachhaltige Sicherung der Biodiversität und der nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter. Aufstellung durch Landkreise / kreisfreie Städte	verschieden	http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.322418.de (dort: Links zu den LRP der Landkreise)
	Forstliche Rahmenplanung	Langfristige Entwicklung der Forste unter Berücksichtigung raumplanerischer Erfordernisse	2008	http://www.bravors.brandenburg.de/sixcms/detail.php?gsid=land_bb_bravors_01.c.43365.de
	Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	Bestandsaufnahme bezüglich der Merkmale und Belastungen von Flussgebiets- und Wasserkörpern; Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme	fortlaufend	http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.300916.de
	Europäische Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL)	Bewertung des Hochwasserrisikos unter Ausweisung von Gefahren- und Risikokarten	2007 bis 2015	http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.300917.de

Tabelle 5.1 Übersicht zu anpassungsrelevante Strategien und Plänen, dargestellt nach Handlungsebenen.

Im Zuge der Forschungsarbeiten haben die o.g. Pläne und Strategien soweit wie möglich Beachtung bzw. Eingang in die formulierten Anpassungsempfehlungen gefunden. Eine unmittelbare Einbindung in die Erstellung der Kartenwerke ist jedoch mangels verfügbarer GIS-Daten v.a. aufgrund des Alters etlicher Planwerke leider nur in wenigen Fällen möglich gewesen.

6 Zwischenfazit

Mit der Regionalplanung steht eine raumordnerische Ebene zur Verfügung, die in ihrer Stellung zwischen Kommunal- und Landesplanung besonders geeignet ist, den Herausforderungen des Klimawandels mithilfe geeigneter Anpassungsmaßnahmen zu begegnen. Sie ist wegen ihrer überörtlichen und überfachlichen Arbeitsweise besonders geeignet, Herausforderungen, Risiken und Konflikte, die im Zuge des Klimawandels zu erwarten sind, zu erkennen und einer nachhaltigen raumplanerischen Lösung zuzuführen. „Dabei geht es letztlich auch darum, mit Blick auf die Unsicherheiten der Klimaszenarien eine zukünftig ausreichende Flexibilität der

Raumplanung für heute noch nicht absehbare Anpassungsmaßnahmen zu erhalten. Dies ist v.a. über eine entsprechende Flächensicherung zu erreichen“ (vgl. STEPHANI-PELSEL ET AL. 2014) (STEINHARDT ET AL., 2014). Die Regionalplanung ist wie keine andere Planungsebene geeignet, Fachplanungen und regional orientierte Strategien untereinander sowie mit übergeordneten Planungen zu verknüpfen und die jeweiligen sektoral agierenden Akteure und Entscheidungsträger untereinander einzubinden. Bedeutsam ist dies insbesondere im Rahmen einer multifunktional angelegten, vorsorgenden Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

Die Regionalplanung in Brandenburg befindet sich jedoch – im Gegensatz zu ihrer grundsätzlichen Eignung für eine raumordnerische Anpassung an den Klimawandel – wie oben dargestellt in einer Situation, die eine zügige Umsetzung der in diesem Forschungsvorhaben formulierten Anpassungsempfehlungen schwierig erscheinen lässt. Noch bietet die Darstellungsrichtlinie nicht die erforderliche Rechtsgrundlage in Form geeigneter sektorenspezifischer Gebietskategorien; auf dem Weg dorthin gilt es zunächst noch einige politische Hürden zu überwinden. Insbesondere bedarf es einer verstärkten Unterstützung der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen seitens der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Brandenburg-Berlin als Genehmigungsbehörde. Gleichzeitig bietet die bevorstehende Aufstellung der Integrierten Regionalpläne in den Projektregionen ein (wohl einmaliges) Gelegenheitsfenster, um die Anpassung an den Klimawandel von Beginn an in die Raum- und Regionalplanung zu integrieren. Dies sollte sowohl von den Regionalversammlungen als auch der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung unterstützt werden.

Die Unsicherheit der Klimaszenarien steht dabei einer raumplanerischen Anpassung an den Klimawandel nicht entgegen: Die Grundtendenz aller seitens des LUGV analysierten Szenarien lässt unstrittige Trends erkennen, an denen sich Anpassungsmaßnahmen orientieren können und sollten: Trockenheit wird in den Sommermonaten ein zunehmendes Problem darstellen und die Situation im Landschaftswasserhaushalt verschärfen; zunehmen werden auch Hitzeperioden. Gleichzeitig ist vermehrt mit kurzfristigen Starkniederschlägen und einer insgesamt steigenden Niederschlagsmenge in den Wintermonaten zu rechnen, was die bereits vorhandene Hochwasserproblematik vergrößert. Die zu erwartenden Auswirkungen auf die Raum- und Landnutzung erfordern eine rechtzeitige planerische Vorsorge auch seitens der Regionalplanung.

Dieser neuen Herausforderung der Anpassung an den Klimawandel und der Lösung damit verbundener Landnutzungskonflikte kann die Regionalplanung jedoch nur dann ausreichend gerecht werden, wenn auch das zur Verfügung stehende Instrumentarium in Form der Darstellungsrichtlinie den bevorstehenden Aufgaben angepasst bzw. die Anwendung Klimawandel-spezifischer Gebietskategorien in den einzelnen Planungsregionen ermöglicht wird.. An dieser Stelle ist es besonders wichtig, dass Regionalplanung, Gemeinsame Landesplanungsabteilung und Politik an einem Strang ziehen und die notwendigen Voraussetzungen schaffen.

7 Erarbeitung von Empfehlungen zur regionalplanerischen Anpassung an die Folgen des Klimawandels in den Planungsregionen

7.1 Methodische Herangehensweise

Die Handlungsempfehlungen für die Planungspraxis fußen im Wesentlichen auf den folgenden Arbeitsschritten:

- GIS-gestützte Analyse der Empfindlichkeit der aktuellen Raum- und Landnutzung gegenüber den Folgen des Klimawandels,
- Festlegung konkreter Themenfelder zur regionalplanerischen Anpassung an den Klimawandel,
- Entwicklung regionalplanerischer Anpassungsinstrumente
- Identifizierung Klimawandel-relevanter Wechselwirkungen zwischen den Sektoren
- Anwendung der Anpassungsinstrumente auf die Projektregionen in Form raumkonkreter Empfehlungen.

Flankiert wurden die vorgenannten Hauptarbeitsschritte von

- einer Best-Practice-Analyse zum Stand der Anpassung an den Klimawandel in ausgewählten Planungsregionen Deutschlands und des europäischen Auslands
- einer Analyse regionaler Systemzusammenhänge im Klimawandel
- der Analyse regionalplanerisch relevanter sektoraler Anpassungsstrategien im Forschungsverbund INKA BB
- der Erarbeitung von Raumentwicklungsszenarien
- einer Analyse bestehender Planwerke auf ihren Stand zur Anpassung an den Klimawandel.

Die Forschungsarbeiten erfolgten ausgehend von einer umfassenden Analyse der planerischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der regionalen Systemzusammenhänge für eine klimaadaptierte Regionalplanung. Ergänzt wurde diese durch eine Betrachtung bereits bestehender Anpassungsmaßnahmen in anderen Planungsregionen Deutschlands, die in Bezug auf die Folgen des Klimawandels vergleichbaren Herausforderungen gegenüberstehen wie die Projektregionen des Forschungsvorhabens (Best-Practice-Analyse). Dabei wurde der Fokus insbesondere auf bewährte / neu entwickelte Gebietskategorien zur Ausweisung anpassungsrelevanter Flächen gerichtet. Aufbauend auf dieser Analyse wurde die Empfindlichkeit der Realnutzung (aktuelle Raum- und Landnutzung) in den Projektregionen gegenüber den Folgen des Klimawandels untersucht. Diese GIS-gestützte Analyse stellte einen wesentlichen Schwerpunkt in der Forschungsarbeit dar und war wesentliche Grundlage für die spätere Formulierung raumkonkreter Anpassungsempfehlungen. Die Empfindlichkeitsanalyse fand ihren Abschluss in der Herausarbeitung klimawandel-relevanter Wechselwirkungen (Konflikte und Synergien) in der Raum- und Landnutzung. Ergänzend fanden gemeinsam mit Akteuren aus den Projektregionen Workshops statt, innerhalb derer Szenarien für die mögliche künftige Entwicklung der Planungsregionen formuliert wurden. Zudem wurden sektoral angelegte Arbeitsschritte anderer Teilprojekte aus INKA BB auf ihre regionalplanerische Relevanz hin abgefragt und analysiert.

Auf Grundlage der vorgenannten Arbeitsschritte wurden gemeinsam mit den Regionalen Planungsstellen als Projektpartner Handlungs- und Themenfelder für eine klimaadaptierte Regionalplanung festgelegt – dies sind diejenigen Landnutzungsbereiche, innerhalb derer Anpassungsmaßnahmen besonders dringlich erscheinen und gleichzeitig der Regelung durch die Regionalplanung zugänglich sind. Für diese Bereiche erfolgte dann auch die Festlegung einschlägiger Anpassungsinstrumente in Form regionalplanerischer Gebietskategorien (Vorrang- und Vorbehaltsgebiete) sowie deren Anwendung und Umsetzung durch raumkonkrete Empfehlungen für (spätere) Klimawandel-angepasste integrierte Regionalpläne in den Projektregionen. Abbildung 7.1 verdeutlicht nochmals die Abfolge der einzelnen Hauptarbeitsschritte.

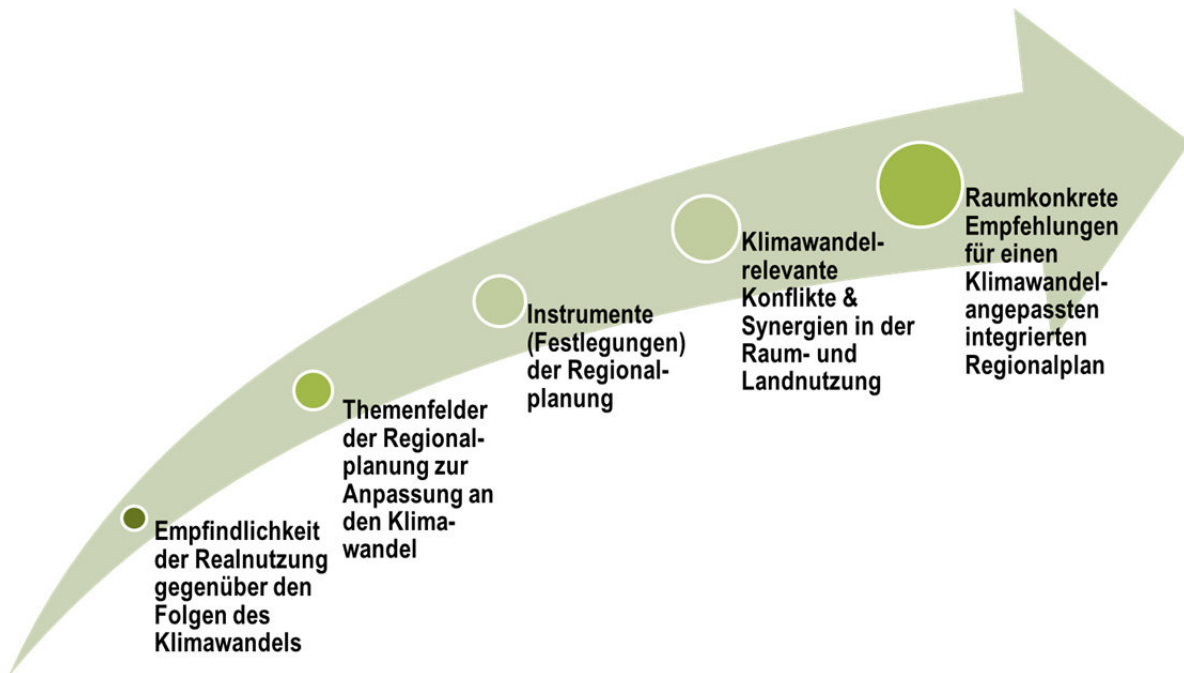


Abbildung 7.1 Schematische Darstellung der Forschungsarbeiten in INKA BB / TP04 (Hauptarbeitsschritte) (Grafik: Steinhardt, 2010)

Letztlich ermöglichte die Analyse der Systemzusammenhänge nicht nur einen Überblick über bestehende klimawandel-relevante Strukturen sondern lieferte auch eine umfangreiche Übersicht über bestehende anpassungsrelevante Planungen und Normen. Die Analyseergebnisse sind aufgrund ihres Umfangs auf beigelegter DVD unter dem Stichwort „Regionale Systemzusammenhänge im Klimawandel“ zu finden.

7.2.3 Empfindlichkeitsanalyse (für ausgewählte Landnutzungssektoren / Handlungsfelder)

Die Empfindlichkeitsanalyse basiert in Inhalt und Umfang auf Literaturrecherchen und Expertengesprächen. Die in Anlehnung an BMVBS (2008) identifizierten Handlungsfelder der Regionalplanung wurden durch die Festlegung konkreter Untersuchungsgegenstände untersetzt. Die Analyse erfolgte GIS-gestützt für die gesamte Fläche beider Projektregionen. Die Ermittlung der tatsächlichen Empfindlichkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels ermöglichte die anschließende Auswahl regionalplanerisch relevanter Themenfelder, aus denen sich die Schwerpunkte regionalplanerischer Anpassung an den Klimawandel ergeben. Die Festlegung dieser Themenfelder erfolgte in Fachgesprächen mit den Regionalen Planungsstellen als Kooperationspartner. Für jedes Themenfeld wurden besonders anpassungsrelevante „Hot Spots“ identifiziert. Deren Synthese bildet die Grundlage für die Integration der Anpassung an den Klimawandel in zukünftige integrierte Regionalpläne. Auf eine „klassische“ Vulnerabilitätsanalyse wurde bewusst verzichtet; untersucht wurde allein die Empfindlichkeit der Raum- und Landnutzung.

In nachstehender Tabelle 7.1 sind sämtliche Untersuchungen aufgeführt, die im Rahmen der Empfindlichkeitsanalyse durchgeführt wurden. Letztlich zur weiteren Arbeit in Richtung raumkonkreter Anpassungsempfehlungen verwendet wurden dann nur diejenigen Analysen, die aus Sicht der Regionalplanung auch einen tatsächlichen regionalplanerischen Handlungsbedarf aufweisen; sie spiegeln sich in den Themenfeldern wider, hierzu s. 7.2.3.1.

Landnutzungssektor	Gegenstand der Analyse (WAS ist empfindlich?)	Gegenstand der Analyse (Empfindlichkeit GEGENÜBER ...)
Wasserwirtschaft	Grundwasserdargebot	Empfindlichkeit der Grundwasserneubildung gegenüber Temperaturanstieg und Niederschlagsrückgang
	Oberflächengewässer (Fließgewässer und Seen)	Empfindlichkeit der Oberflächengewässer gegenüber Temperaturanstieg und Niederschlagsrückgang
	Schutzgüter an Gewässerabschnitten, die sich in wassersensiblen Bereichen befinden	Hochwasser
	Oberflächengewässer	Starkregen (Stoffeinträge)
Landwirtschaft	Landwirtschaftliche genutzte Böden (Feldblöcke: Acker- u. Grünland)	Standörtliche Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit/Austrocknung
	Landwirtschaftliche genutzte Böden (Feldblöcke: nur Ackerland)	Winderosion
	Landwirtschaftliche genutzte Böden (Feldblöcke: Acker- u. Grünland)	Wassererosion
Tourismus	relevante Tourismusgebiete und touristische Schwerpunkte → Badegewässer	Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz, Temperatur
	relevante Tourismusgebiete und touristische Schwerpunkte → Hauptwasserwanderrouen und Wasserwanderreviere	Trockenheit (höhere Verdunstung + geringere Niederschläge) = sinkende Wasserqualität und Wasserquantität
	relevante Tourismusgebiete und touristische Schwerpunkte → Waldbereiche mit Erholungsfunktion	Trockenheit und Kalamitäten / Waldbrand
	Touristische Infrastrukturen → Fernradwege	Temperaturveränderungen (Hitzetage)
Energie- und Rohstoffe	PV-Freiflächenanlagen	Zunahme an Trockenphasen und von Wind (Winderosion)
	Energiestandorte (PV-Freiflächen,	Wassererosion, Starkregen, Grundwasseranstieg

Landnutzungssektor	Gegenstand der Analyse (WAS ist empfindlich?)	Gegenstand der Analyse (Empfindlichkeit GEGENÜBER ...)
	Windkraftanlagen)	
	regional bedeutsame Kraftwerke (thermische und Wasserkraftwerke)	Temperaturveränderungen (Trockenperioden)
Forstwirtschaft	Forststandorte	Trockenheit (Wasserspeichervermögen des Bodens)
	Forststandorte	Trockenheit (Grundwasserverfügbarkeit)
	Haupt-Baumarten (Forst-Abteilung)	Trockenheit
	Haupt-Baumarten (Forst-Abteilung)	Kalamitäten
	Haupt-Baumarten (Forst-Abteilung)	Waldbrand
	Haupt-Baumarten (Forst-Abteilung)	Sturm
Infrastruktur und Siedlung	Siedlungen	Hitze
	Siedlungen	Hochwasser
	Verkehrstrassen	Hochwasser
	Bahnlinien	Waldbrand
	Autobahnen und Bundesstraßen	Staubanflug durch Winderosion

Tabelle 7.1 Übersicht über durchgeführte GIS-gestützte Empfindlichkeitsanalysen in INKA BB TP04. Fettdruck: Analysen, die auf Empfehlung der Regionalplanung in Form von Themenfeldern zur Festlegung von Anpassungsempfehlungen weiter bearbeitet wurden (regionalplanerisch relevante Themenfelder)

7.2.3.1 Exkurs: Festlegung regionsspezifischer Handlungs- und Themenfelder zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Nach Abschluss der in Tabelle 7.1 aufgeführten Analysen zur Empfindlichkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels erfolgte gemeinsam mit den Regionalen Planungsstellen eine Fokussierung auf ausgewählte

Themenfelder für die weitere Bearbeitung in Richtung regionalplanerischer Empfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel. Innerhalb dieser Themenfelder sieht die Regionalplanung einen tatsächlichen Regelungsbedarf sowie auch die Möglichkeit,

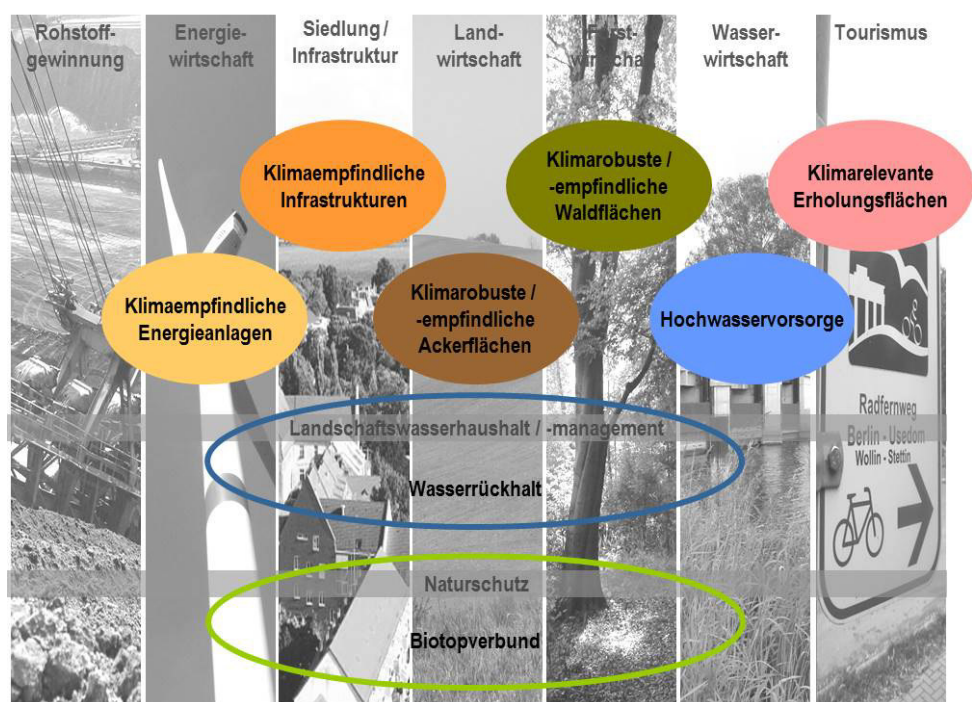


Abbildung 7.3 Übersicht über Handlungs- (grau) und Themenfelder (farbig) der Regionalplanung zur Anpassung an den Klimawandel (Grafik: Steinhardt/Henze, 2010)

raumplanerisch zu handeln. Die ausgewählten Themenfelder sind in nebenstehender Grafik und nachfolgender Tabelle dargestellt. Das Themenfeld Naturschutz / Biotopverbund wurde jedoch letztlich seitens der Regionalplanung als nicht relevant erachtet; hier liegt aus Sicht der Planung der Handlungsbedarf bei den Unteren Naturschutzbehörden im Rahmen der Aufstellung der Landschaftsrahmenpläne.

Sektor	Themenfeld	Anlass / Handlungsbedarf
Forstwirtschaft	klimarobuste/ klimaempfindliche Waldflächen	Klimawandelbedingt verstärkte Beeinträchtigungen von Waldflächen durch Trockenheit, Waldbrand und Kalamitäten Notwendige Sicherung klimarobuster Waldbestände
Landwirtschaft	klimarobuste/ klimaempfindliche Landwirtschaftsflächen	Klimawandelbedingt verstärkte Beeinträchtigungen von Ackerflächen durch Wind- und Wassererosion sowie Trockenheit Nutzungskonkurrenz bzgl. (ertragreicher) Ackerflächen
Infrastruktur (in Kombination mit Landwirtschaft)	Klimaempfindliche Infrastrukturen	Klimawandelbedingt verstärkt unfallgefährdete Abschnitte von Autobahnen / Bundesstraßen aufgrund Staubanflug durch Winderosion auf Ackerflächen in Trockenzeiten
Wasserwirtschaft	Hochwasservorsorge	Klimawandelbedingt verstärkte Hochwassergefährdung für bestimmte Schutzgüter aus den Bereichen menschliche Gesundheit, Wirtschaft, Infrastruktur
Wasserwirtschaft	Wasserrückhalt	Kompensation klimawandelbedingt verstärkter Extremereignissen (Trockenheit, Starkregen); Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts vor dem Hintergrund zunehmender Trockenheit
Naturschutz	Biotopverbund	Erhalt von Ausbreitungsmöglichkeiten für Tier- und Pflanzenarten aufgrund klimawandelbedingter Habitatverschiebungen

Tabelle 7.2 Handlungsfelder und Themenfelder einer klimaadaptierten Regionalplanung in den Projektregionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald

Entsprechend vorstehender Tabelle 7.2 werden die weiteren detaillierten Ausführungen zur Empfindlichkeitsanalyse auch ausschließlich für die ausgewählten Themenfelder vorgenommen.

7.2.3.2 Empfindlichkeit des Landnutzungssektors Forstwirtschaft

Methodik

Der Landnutzungssektor Forstwirtschaft wurde in erster Linie unter dem Aspekt zukünftig abnehmender Wasserverfügbarkeit sowie zunehmender Hitzeereignisse betrachtet. Ziel der Anpassung an den Klimawandel ist es in der Forstwirtschaft, aktuell besonders Klimawandel-stabile (sog. klimaplastische) Waldbestände zu erhalten und solche Waldgebiete umzubauen, die derzeit ein erhöhtes Risiko aufweisen, durch den Klimawandel geschädigt zu werden (vgl. JENSSEN, 2009). Dementsprechend wurden die Waldgebiete der Projektregionen auf ihre Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit sowie deren mittelbare Folgen wie z.B. Kalamitäten oder Waldbrände hin untersucht. Untersuchungsgegenstand waren einerseits die aktuelle Bestockung, andererseits die forstlichen Standorte. Aus beiden wurde soweit möglich eine gemeinsame Empfindlichkeit generiert, so dass eine „Gesamtaussage“ möglich wurde. Folgende Parameter wurden in die Analyse einbezogen:

Untersuchungsgegenstand	Klimawandel-Folge	Betrachteter Parameter
Forststandort	Trockenheit	Wasserspeichervermögen des Bodens
Forststandort	Trockenheit	Grundwasserflurabstand
Bestockung	Trockenheit	Empfindlichkeit ausgewählter Hauptbaumarten gegenüber Trockenheit
Bestockung	Kalamitäten	Empfindlichkeit ausgewählter Hauptbaumarten gegenüber Kalamitäten
Bestockung	Waldbrand	Empfindlichkeit ausgewählter Hauptbaumarten gegenüber Waldbrand

Tabelle 7.3 Durchgeführte Analysen zur Ermittlung der Empfindlichkeit im Bereich Forst.

Auf Seiten der Bestockung wurden ausschließlich die jeweiligen Hauptbaumarten einer Abteilung in die Analyse einbezogen; eine weitergehende Analyse die auch Nebenbaumarten, Mischungsverhältnisse etc. berücksichtigt

hätte wäre zwar wichtig gewesen, innerhalb dieses regionalplanerisch orientierten Forschungsprojekts jedoch inhaltlich zu umfangreich geraten.

Folgende Daten wurden für die Analysen verwendet:

- Forstbasisdaten - Datenspeicher Wald 1 (DSW 1); Forstgrundkarte (FGK); Forstübersichtskarte (FEUK), Forstliche Standortkartierung (STOK) / LFE, Stand: 2010
- CIR-Biotoptypen - und Landnutzungskartierung / MUGV, Stand: 1998
- GIS Datensätze, hergestellt unter Verwendung von digitalen Daten der Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1: 300 000 (BÜK 300) / LBGR, Stand: 2004, 2012

Methodische Vorgehensweise im Einzelnen:

Standörtliche Analyse

Die forstlichen Standorte wurden unter zwei Aspekten betrachtet: dem Wasserspeichervermögen des Bodens einerseits und dem Grundwasserflurabstand andererseits. Anhand dieser Analyse können Aussagen dazu getroffen werden, wie empfindlich bzw. robust die einzelnen Standorte gegenüber Trockenheitsereignissen sind. Der Wasserbedarf der Bestockung wird zunächst über die obere Bodenschicht bis zu einer Tiefe von ca. 50 cm gedeckt; hier befindet sich der überwiegende Teil der wasserziehenden Wurzeln. Dementsprechend bedeutsam ist die Kapazität dieser Bodenschichten, Niederschlagswasser über einen möglichst langen Zeitraum zu speichern und den Bäumen zur Verfügung zu stellen. Gerade auf den häufig sandigen Böden Brandenburgs ist die Wasserspeicherkapazität jedoch eher problematisch (JENSSEN, 2009; KOPP & SCHWANECKE 1994). Die Ermittlung des Wasserspeichervermögens des Bodens erfolgte anhand der Daten aus der Bodenübersichtskarte (BÜK) im Maßstab 1:300.000 und ist wie folgt klassifiziert:

- Sehr geringes Wasserspeichervermögen: < 6 Vol%
- Geringes Wasserspeichervermögen: < 14 Vol%
- Mittleres Wasserspeichervermögen: < 22 Vol%

Werte außerhalb dieses Bereichs kommen an den Forststandorten in den Untersuchungsregionen nicht vor.

Der Grundwasserflurabstand ist insofern für die Wasserversorgung der Bestockung entscheidend, als dass in besonders trockenen, niederschlagsarmen Phasen, in denen der Wasserbedarf nicht aus den oberen Bodenschichten und damit unmittelbar dem dort gebundenen Niederschlagswasser gedeckt werden kann, ein „Rückgriff“ auf die Grundwasservorkommen erfolgt. Dies ist umso einfacher und erfolgreicher möglich, je geringer der Grundwasserflurabstand am betroffenen Forststandort ist (vgl. AUCH KOPP & SCHWANECKE, 1994).

Die forstliche Standortkartierung liefert keine unmittelbaren Aussagen zum Grundwasserflurabstand. Anhand der Feuchtestufen (Stammstandortsformengruppen) lassen sich die einzelnen Forststandorte jedoch auch bzgl. ihres Grundwasserflurabstands klassifizieren. RUSS & RIECK, (2011) haben eine Methodik entwickelt, um die einzelnen Stammstandortsformengruppen den Grundwassertiefenstufen zuzuordnen. Diese Klassifikation wurde auch in vorliegender Empfindlichkeitsanalyse angewendet. In nachstehenden Tabellen 7.4 und 7.5 finden sich sowohl die Grundwassertiefenstufen als auch deren Verknüpfung mit den Stammstandortsformengruppen:

Stufe	Grundwasserflurabstand
1	oberhalb Flur
2	um 0,10m (0...0,2)
3	um 0,35m (> 0,2...0,5)
4	um 0,75m (0,5...1,0)
5	um 1,40m (>1,0...1,8)
6	um 2,40m (>1,8...3,0)
7	fehlendes oder unterhalb 3,0m einsetzendes Grundwasser

Tabelle 7.4 Grundwassertiefenstufen für Forste und Wälder der SEA 95 und SEA 74 (RUSS et al., 2011)

Grundwassertiefenstufen der Stamm-Standortsgruppen										
	Stamm-Feuchtestufe		Grundwasserstufe nach Kopp / Schwanecke (1994)	GW-Klassifikation nach SEA 95 / Russ et al. (2011)		Stamm-Nährkraftstufe				
				Stufe	Abstand in Meter	Reich	Kräftig	Mittel	Ziemlich arm	Arm
Unvernässte Standorte (Terrestrische StO)	trocken	T3	ohne	7	> 3m oder fehlend	R3	K3	M3	Z3	A3
	mäßig frisch	T2	ohne / höchstens halbzeitig grundwasserbeeinflusst bzw. kurzzeitig grundwassernah	7	> 3m oder fehlend	R2	K2	M2	Z2	A2
	frisch	T1	langzeitig grundwasserbeeinflusst	5	um 1,4m (>1,0m-1,8m)	R1	K1	M1	Z1	A1
Standorte mit Wechselfeuchte	wechselfrisch	W2	kurzzeitig grundwasserbeeinflusst	7	> 3m oder fehlend	WR2	WK2	WM2	WZ2	/
Mineralische Naßstandorte	feucht	N2	langzeitig grundwasserbestimmt bzw. halbzeitig grundwasserbeherrscht	4	um 0,75m (>0,5m-1m)	NR2	NK2	NM2	NZ2	NA2
	naß (mineralisch)	N1	langzeitig grundwasserbeherrscht	3	um 0,35m (>0,2m-0,5m)	NR1	NK1	NM1	NZ1	NA1
Organische Naßstandorte	Brücher (naß-organisch)	O3	langzeitig sumpfig	3	um 0,35m (>0,2m-0,5m)	OR3	OK3	OM3	OZ3	OA3
	Sümpfe (sehr naß)	O2	langzeitig sumpfig	2	um 0,1m (0m-0,2m)	OK2	OK2	OM2	OZ2	OA2

Tabelle 7.5 Grundwassertiefenstufen der Stamm-Standortsgruppen (nach Russ et al., 2011 und Kopp et al., 1994))

Analyse der Bestockung

Die Analyse der Bestockung konzentrierte sich auf ausgewählte Hauptbaumarten. Sie wurde für die Parameter Trockenheit, Kalamitäten und Waldbrand durchgeführt. Die Klassifikation für die einzelnen Parameter wurde aus der Literatur entnommen; hieran orientierte sich auch die Auswahl der betrachteten Hauptbaumarten.

Trockenheit

Trockenheit vor allem in den Fröhjahrs- und Sommermonaten stellt bereits aktuell eine Belastung für die Waldbestände Brandenburgs dar; die Problematik wird sich durch abnehmende Niederschläge im Sommerhalbjahr sowie zunehmende Hitzeperioden in den kommenden Jahrzehnten weiter verschärfen. Neben unmittelbaren Folgen wie unzureichender Wasserversorgung der Bestockung stellen auch mittelbare Folgen lang andauernder Trockenphasen wie z.B. Waldbrände, die Begünstigung von Insektenkalamitäten (großflächige Schädigungen von Waldbeständen durch Insektenfraß) zunehmend ein Problem für die Forstwirtschaft dar. Neben wirtschaftlichen und ökologischen Schäden haben diese Folgen des Klimawandels u.a. auch Auswirkung auf die Erholungsnutzung der Wälder und Forsten, die gerade mit zunehmenden Hitzeperioden immer bedeutender wird. Ziel der Analyse war die Ausweisung besonders trockenheitsgefährdeter aber auch -robuster Waldgebiete in den Projektregionen; dadurch wurde die Grundlage geschaffen für nachfolgende Empfehlungen zur Ausweisung von Gebieten zum Schutz robuster oder aber zum Umbau besonders empfindlicher Wälder und Forste. Unter dem Aspekt zunehmender Trockenheit wurden die nachfolgend in Tabelle 7.6 aufgeführten Hauptbaumarten analysiert. Hierbei wurde auf die von ROLOFF & GRUNDMANN (2008) entwickelte Klassifikation zurückgegriffen. Die Klassifikation von ROLOFF & GRUNDMANN (2008) erfolgt zwar gemäß der Trockenheitsresistenz der betrachteten Baumarten; zur Verwendung in INKA BB TP04 konnte sie jedoch unproblematisch im Umkehrschluss eingesetzt werden – die Baumarten also, die eine sehr hohe Trockenheitsresistenz nach ROLOFF & GRUNDMANN. (2008) aufweisen, werden in der hier dargestellten Analyse demnach mit einer sehr geringen Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit ausgewiesen.

Baumart Deu.	Baumart Lat.	Empfindlichkeit	Baumart Deu.	Baumart Lat.	Empfindlichkeit
Feld-Ahorn	Acer campestre	sehr gering	Ulmen	Ulmus spec.	
Sand-Birke / Gemeine Birke	Betula pendula		Grau-Erle / Weiß- Erle	Alnus incana	
Hainbuche	Carpinus Betulus		Rotbuche	Fagus sylvatica	
Schwarzkiefer	Pinus nigra		Gemeine Esche	Fraxinus excelsior	
Weymouthkiefer	Pinus strobus		Douglasie	Pseudotsuga menziesii	
Gemeine Kiefer	Pinus sylvestris		Weiß-Tanne	Abies alba	
Traubeneiche	Quercus petraea		Schwarz-Erle	Alnus glutinosa	
Gemeine Robinie	Robinia pseudoacacia		Schwarz-Pappel	Populus nigra	
Winterlinde	Tilia cordata		Silber-Weide	Salix alba	
Bergahorn	Acer pseudoplatanus		Gemeine Fichte	Picea abies	
Europäische Lärche	Larix decidua	gering			
Europäischer Wildapfel	Malus sylvestris				
Roteiche	Quercus rubra				
Stieleiche	Quercus robur				
Eberesche	Sorbus aucuparia				
Sommerlinde	Tilia platyphyllos				

Tabelle 7.6 Klassifikation der Baumarten entsprechend ihrer Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit (nach Roloff & Grundmann, 2008)

Datengrundlage für die Analyse war die CIR-Luftbildkartierung für Brandenburg aus dem Jahr 1998; sie gestattete im Gegensatz zum Datenspeicher Wald 1 eine flächendeckende Untersuchung der Bestockung.

Insektenkalamitäten

Großflächige Schädigungen von Waldbeständen werden häufig von pflanzenfressenden Insekten verursacht. Massenhafte Vermehrungen dieser Insekten werden nicht nur durch monokulturelle Waldbestände sondern auch durch klimatische Faktoren wie vor allem Hitze und Trockenheit begünstigt. Einerseits bieten Hitze und Trockenheit den Insekten verbesserte Bedingungen für massenhafte Vermehrungen, andererseits fallen die Schäden in Waldbeständen, die durch Trockenheit und Hitzestress bereits geschwächt sind, meist deutlich größer aus. Insektenbedingte Kalamitäten stellen in Wald und Forst also eine mittelbare Folge des Klimawandels dar. Neun heimische Baumarten wurden deshalb, sofern sie in den untersuchten Forsten als Hauptbaumart vorkommen, hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber Insektenkalamitäten analysiert. Die Klassifikation erfolgte entsprechend der für die Vulnerabilitätsanalyse in der Planungsregion Oberlausitz-Niederschlesien verwendeten (SCHMIDT ET AL. 2011, DORT: VERÄNDERT NACH: ALTENKIRCH ET AL. 2002 UND BRUNS 2008 IN DICK 2009) und ist in nachfolgender Tabelle 7.7 dargestellt:

Gehölzart	Empfindlichkeit gegenüber Insektenkalamitäten
Gemeine Fichte (<i>Picea abies</i>)	sehr hoch
Gemeine Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>)	mittel
Europäische Lärche (<i>Larix decidua</i>)	gering
Eiche (<i>Quercus spec.</i>)	mittel
Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)	keine
Gemeine Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	gering
Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	gering
Pappel (<i>Populus spec.</i>)	gering
Birke (<i>Betula pendula</i>)	gering

Tabelle 7.7 Einstufung ausgewählter Hauptbaumarten gegenüber Insektenkalamitäten (nach: Schmidt et al. 2011, dort: verändert nach: Altenkirch et al. 2002 und Bruns 2008 in Dick 2009)

Waldbrand

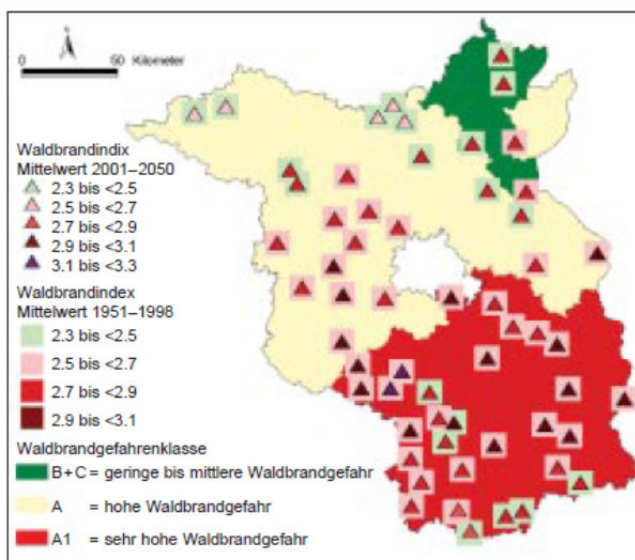


Abbildung 7.4 „Änderung im klimatischen Feuerrisiko unter dem Szenario Sz1 (wahrscheinlichste Klimaänderungsszenario) für 2001 bis 2050 berechnet an 59 Klimastationen. Basis: tatsächliche Anzahl an Bränden pro Jahr.“ (Grafik: Badeck et al., 2004)

Mit Klimawandel-bedingt zunehmenden Trockenheits- und Hitzeperioden steigt auch die ohnehin im Sommerhalbjahr bereits hohe Waldbrandgefährdung in Brandenburg an. Befördert wird dieses Risiko durch großflächige Nadelreinbestände mit großflächigen Vorkommen vor allem in der Projektregion Lausitz-Spreewald; vgl. hierzu auch die Ausführungen von BADECK ET AL. (2004) und Abb. 7.4. In vorliegender Analyse wurde deshalb davon ausgegangen, dass diese Forsten grundsätzlich ein hohes bis sehr hohes Risiko gegenüber Waldbränden aufweisen. Dementsprechend werden sie im Rahmen der Ergebnisse des Forschungsprojekts als besonders

gefährdete Gebiete ausgewiesen mit der Empfehlung, auf diesen Flächen Maßnahmen des Waldumbaus hin zu einem erhöhten Anteil an Laubbaumarten vorzunehmen.

Aggregation

Die Ergebnisse aus den Einzelanalysen zu den Forststandorten (Trockenheitsrisiko mit Bezug auf Wasserspeicherkapazität des Bodens sowie Grundwasserflurabstand) und der Bestockung (Trockenheitsrisiko) wurden zusammengeführt, um für die Forste / Wälder in ihrer Gesamtheit eine Aussage treffen zu können. Diese Verschneidung der Analyseergebnisse erfolgte anhand zweier Matrizen:

In einem ersten Schritt wurden die Wasserspeicherkapazität des Bodens und der Grundwasserflurabstand miteinander verschnitten. Ergebnis ist die Gesamt- Empfindlichkeit der Forststandorte gegenüber Trockenheit.

W'Speicher / GW-Flurabstand	0 – 0,2 m	>0,2 – 0,5m	>0,5 - 1,0m	>1,0 – 1,8m	>3 oder fehlend
Mittel <22 Vol%	gering	gering	mittel	mittel	mittel
gering <14 Vol%	gering	gering	hoch	hoch	hoch
sehr gering < 6 Vol%	mittel	mittel	hoch	hoch	hoch

Tabelle 7.8 Matrix zur Aggregation des Wasserspeichervermögens des Bodens (vertikal) und des Grundwasserflurabstands (horizontal) zur standörtlichen gegenüber Trockenheit.

Im zweiten Schritt wurde die Gesamt-Empfindlichkeit der Forst-Standorte gegenüber Trockenheit mit der Trockenheitsempfindlichkeit der Bestockung verschnitten:

Trockenheit Standort / Trockenheit Baumarten	gering	mittel	hoch
sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering - gering
gering	sehr gering - gering	gering	gering - mäßig
mäßig	gering - mäßig	mäßig	mäßig - hoch
hoch	mäßig -hoch	hoch	hoch

Tabelle 7.9 Matrix zur Aggregation von standörtlicher Empfindlichkeit (vertikal) und der Empfindlichkeit der Bestockung (horizontal) gegenüber Trockenheit

Im Ergebnis lässt sich für die Gesamtheit aller Forste und Wälder, für die Daten im GIS verfügbar waren, eine Aussage zur Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit treffen.

Nachfolgend in Abb. 7.5 nochmals überblicksartig die gesamte Vorgehensweise zur Analyse des Sektors Forstwirtschaft im Überblick:

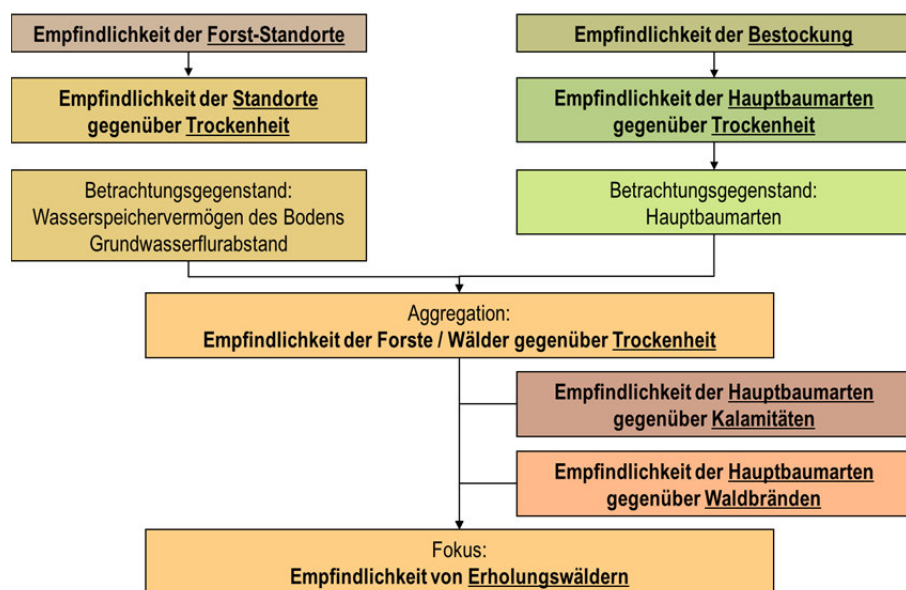


Abbildung 7.5 Übersicht über die Analyseschritte zur Ermittlung der Empfindlichkeit im Landnutzungssektor "Forstwirtschaft"

Betrachtung von Forsten mit Erholungsfunktion

Nochmals besonders fokussiert wurden Forste / Wälder mit Erholungsfunktion. Diese Waldgebiete wurden seitens der Regionalen Planungsstellen als besonders Klimawandel-relevant erachtet, da sie bei zunehmenden Hitzeperioden für die Naherholung an Bedeutung gewinnen werden. Der Erhalt dieser Waldflächen, sofern sie bereits robust gegenüber den Folgen des Klimawandels sind bzw. aktiver Waldumbau in empfindlichen Gebieten sollen dazu beitragen, die ihnen formell zugewiesene Erholungsfunktion auch langfristig erfüllen zu können.

Ergebnisse

Folgende Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse im Bereich Forste und Wälder können festgehalten werden:

Trockenheit

Uckermark-Barnim: Die Forststandorte sind überwiegend hoch empfindlich gegenüber Trockenheit. Sie weisen in weiten Teilen sowohl eine geringe Wasserspeicherkapazität des Bodens als auch einen hohen Grundwasserflurabstand auf. Die wenigen Standorte mit geringer Empfindlichkeit sind ganz überwiegend Moor-, Bruch- oder Auenwälder. Dementsprechend finden sich auch die gegenüber Trockenheit hoch empfindlichen Baumarten an ebendiesen Standorten. Eine mittlere Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit weisen vor allem solche Forste und Wälder auf, deren Hauptbaumart die Rotbuche ist. Über eine geringe bis sehr geringe Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit verfügen vor allem Eichen- und Kiefer-dominierte Standorte. Die sehr geringe Empfindlichkeit der Kiefer geht jedoch einher mit negativen Auswirkungen von Kiefernreinbeständen auf den Grundwasserhaushalt durch ihre ganzjährige Verdunstungswirkung als Nadelbaum. In der Aggregation von standort- und bestockungsbezogener Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit erhält die überwiegende Zahl der Forstflächen eine mittlere Empfindlichkeit, gefolgt von etlichen hoch empfindlichen Flächen – letztere sind solche Flächen, die sowohl eine mäßig bis hoch empfindliche Bestockung und gleichzeitig einen hoch empfindlichen Standort aufweisen.

Lausitz-Spreewald: Die standörtliche Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit ist ganz überwiegend hoch; dies korrespondiert mit den sehr sandigen Böden der Region; eine räumlich relevante Ausnahme macht hier vor allem der Spreewald. Dem steht wiederum eine überwiegend sehr geringe Empfindlichkeit der Bestockung gegenüber Trockenheit entgegen – dies aufgrund der fast flächendeckenden Hauptbaumart Kiefer. Doch auch für die Kiefer wird Trockenheit zu einem zunehmenden Problem, wenn sie wie nachfolgend anhand eines konkreten Standorts beschrieben auf sehr schwachen, extrem trockenen Standorten als Monokultur steht – unmittelbar und vor allem mittelbar durch zunehmende hohe Waldbrand- und Kalamitätenrisiken. Eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit weist bzgl. der Bestockung wiederum der Spreewald mit seinen an feuchte Standorte gebundenen Baumarten auf. Die Aggregation von standorts- und bestockungsbezogener Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit führt erwartungsgemäß zu einer fast flächendeckenden mittleren Empfindlichkeit; dies sollte jedoch nicht über die teils gravierenden mittelbaren und unmittelbaren Trockenheitsprobleme in der Region hinwegtäuschen. Vgl. hierzu nachstehende Abbildung 7.6:

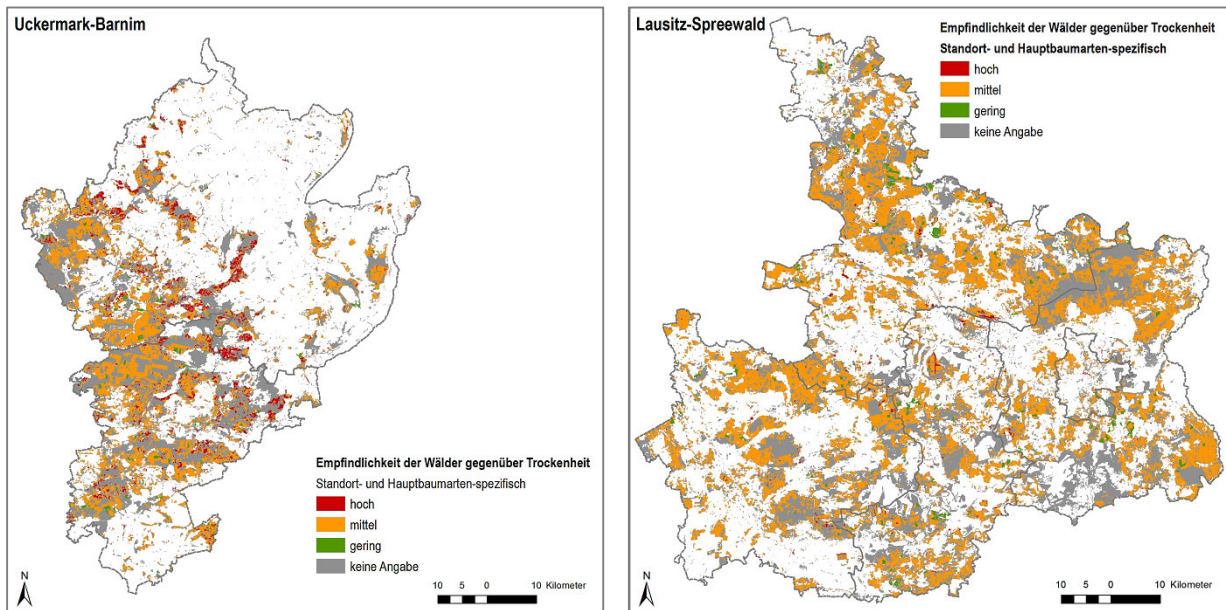


Abbildung 7.6 Empfindlichkeit der Wälder und Forste in den Projektregionen gegenüber Trockenheit

Waldbrand

Uckermark-Barnim: Sämtliche Kiefernreinbestände wurden als hoch empfindlich gegenüber Waldbränden eingestuft. Diese Flächen korrespondieren vielfach mit trockenheitsempfindlichen Standorten und machen einen Großteil der Forstflächen in Uckermark-Barnim aus. Hieran lässt sich gleichzeitig gut die Notwendigkeit eines Waldumbaus in Richtung klimastabiler Mischwälder nachvollziehen. Vgl. hierzu Abb. 7.7.

Lausitz-Spreewald: Die absolute Dominanz der Kiefer, häufig als Monokultur, führt zu einem fast flächendeckend hohen Waldbrandrisiko; dies wird durch die der Abb. 7.7 zugrundeliegenden Analysen und die nachfolgend geschilderten Aussagen aus der Forstpraxis bestätigt.

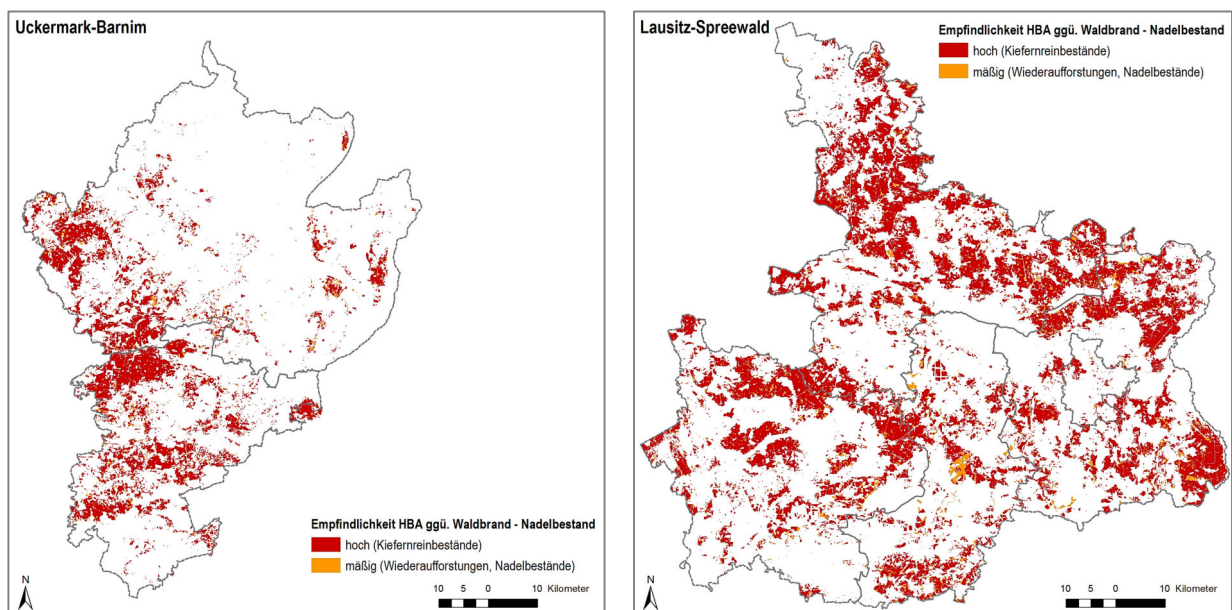


Abbildung 7.7 Empfindlichkeit der Wälder und Forste in den Projektregionen gegenüber Waldbränden

Insektenkalamitäten:

Uckermark-Barnim: Die überwiegende Zahl der Forstflächen ist bzgl. ihrer Hauptbaumarten (Kiefer, Eiche) mäßig empfindlich gegenüber Insektenkalamitäten; in der Praxis wird diese Empfindlichkeit jedoch nochmals erhöht durch das vielfache Vorkommen von Kiefernreinbeständen. Gering bis sehr gering empfindlich gegenüber Schadinsekten sind Laubwälder bzw. Laubmischwälder mit Laubbäumen als Hauptbaumart; besonders die Buchenwälder der Region weisen hier ein geringes Risiko auf. Vgl. hierzu Abb. 7.8.

Lausitz-Spreewald: Fast flächendeckend ist in der Region Lausitz-Spreewald eine mäßige Empfindlichkeit gegenüber Insektenkalamitäten festzustellen – auch dies wieder aufgrund der absoluten Dominanz der Kiefer. Jedoch gilt auch hier wiederum, dass der hohe Anteil an Kiefernreinbeständen das Risiko von Insektenkalamitäten deutlich steigert, dies wird durch die enormen Fraßschäden durch die Nonne in den vergangenen Jahren immer wieder bestätigt. Vgl. hierzu Abb. 7.8.

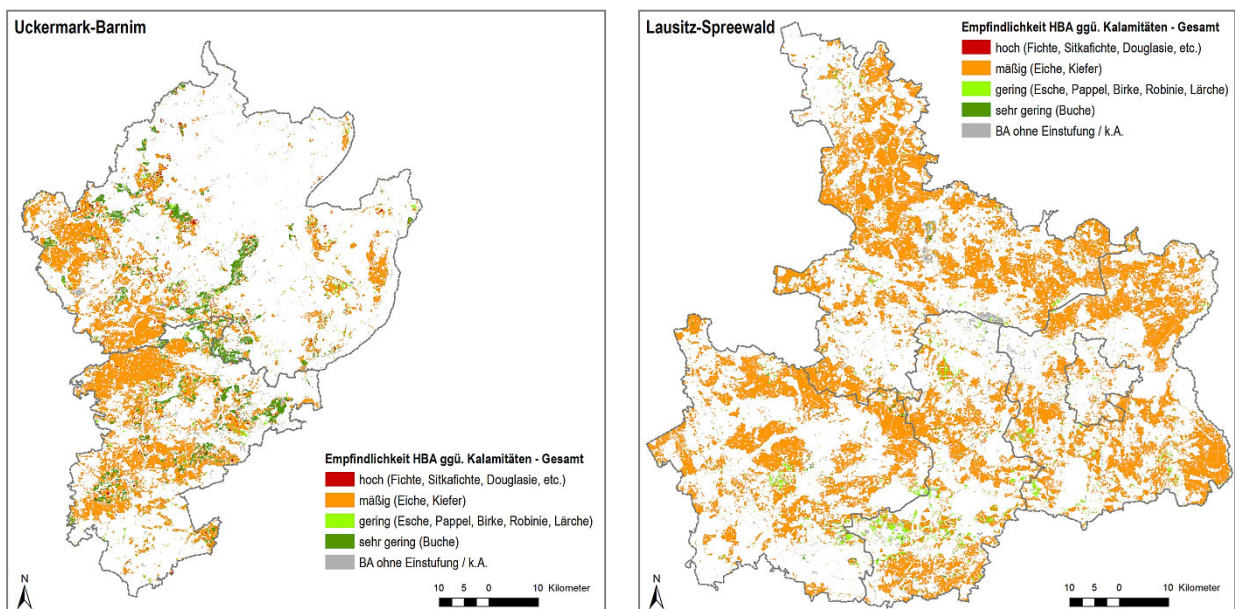


Abbildung 7.8 Empfindlichkeit der Wälder und Forste in den Projektregionen gegenüber Insektenkalamitäten

Beispiel

Zur genaueren Darstellung der Analyseergebnisse wird nachfolgend exemplarisch auf eine im Rahmen einer Fachexkursion im Juli 2012 näher betrachtete Forstfläche in der Planungsregion Lausitz-Spreewald eingegangen: Es handelt sich hierbei um Teile des Forstreviers Hohenbucko in der Naundorfer Heide bei Schlieben, Landkreis Elbe-Elster, s. Abb. 7.9.. Die besuchte Fläche liegt im Mittel auf 140m ü. NN auf Sanddünen. Sämtliche betrachtete Standorte weisen dementsprechend ein sehr geringes Wasserspeichervermögen und einen hohen Grundwasserflurabstand auf; es handelt sich vor allem um A2-Standorte ohne Wasserrückhalt. Auch reichhaltige Niederschläge versickern innerhalb einer ½ Stunde vollständig. 50% der Niederschläge verbleiben ohnehin im Kronenbereich. Die absolut dominierende Hauptbaumart ist die Kiefer, es überwiegen Kiefernreinbestände. Die Kiefernbestände wurden überwiegend vor

ca. 130 Jahren aus autochthonem, magerem Saatgut begründet; 40-jährige Kiefern auf denselben Flächen, die aus kräftigem Saatgut begründet wurden, sind heute genauso groß. Die Kiefer wurde auf mageren Standorten als Hauptwirtschaftsbaum gepflanzt und bietet gutes Sägeholz. Aktuell wird das Holz vor allem als Energieholz sowie in der Holzplattenherstellung verwendet. Die vor Ort in den letzten Jahrzehnten eingebrachte Roteiche dient als Parkettholz; sie verträgt die örtlichen mageren, trockenen Standorte besser als die heimische Traubeneiche. Es finden sich zudem einzelne Gruppen bzw. Horste von Eichen, die durch Naturverjüngung entstanden sind; der aktive Unterbau von Laubholz unter Kiefer gestaltet sich schwierig und teuer, da in den ersten 10-15 Jahren gezielt ausreichend Lichteinfall gewährleistet werden muss.

Der Standort stellte sich am Exkursionstag (23. Juli 2012) als extrem heißer, trockener und staubiger Ort dar. Auch inmitten der Forstbestände fand sich nicht die für Waldgebiete übliche Frische. Dementsprechend stellen Waldbrände in diesem Bereich eines der Hauptprobleme dar; die Flächen sind in die Waldbrandgefahrenklasse 1 eingestuft. Trockenheit, Baumart, Nadelstreu und Blitzschlag sind die Waldbrände begünstigenden Faktoren.

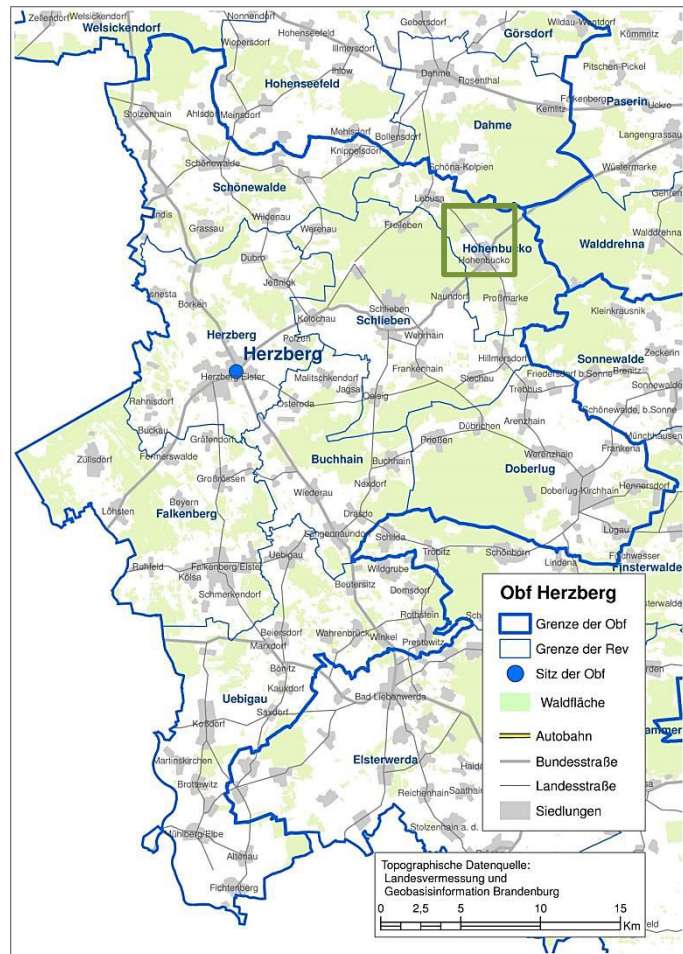


Abbildung 7.9 Lage des Exkursionsgebietes (grünes Quadrat): LK Elbe-Elster, Forstrevier Hohenbucko (Karte: Landesbetrieb Forst Brandenburg)

Verändert haben sich in den letzten Jahren vor allem die Ursachen für Waldbrände: Bergbau und Militär spielen kaum noch eine Rolle, Blitzschlag bildet die Hauptursache. Roteichen, die in Kiefernbestände eingebracht wurden, mindern die Brandgefahr erheblich, da sie die Bodenvegetation reduzieren; aus diesem Grund wurden Roteichen-Riegel zwischen den Kiefern angelegt.

Weitere Probleme des betrachteten Forststandorts sind Sturmschäden sowie Insektenkalamitäten; beide werden durch die Standortverhältnisse und die monokulturelle Bestockung stark begünstigt. Aktuell verursacht die massenhafte Vermehrung der Nonne starke Fraßschäden an den Kiefernbeständen; rd. 20 ha waren zum Zeitpunkt des Vor-Ort-Termins geschädigt und werden eine zweite Massenvermehrung der Nonne nicht überstehen. Auf derart schwachen Standorten wie in der Naundorfer Heide sind solche Massenvermehrungen durchaus normal; aufgrund des trockenen Waldinnenklimas haben die Raupen kaum Gegenspieler, begünstigend wirkt zudem der schwache Zustand der Bestockung. Hohe Bestände an Muffelwild verhindern weitgehend ein Aufwachsen der Naturverjüngung; über lange Zeit waren vor Ort Rudel mit bis zu 150 Tieren unterwegs.

Der Klimawandel wird die aktuell vorgefundene Problematik nochmals deutlich verschärfen und Maßnahmen des Waldumbaus aufgrund des sich verschlechternden Zustands der aktuellen Bestockung immer aufwändiger und teurer werden lassen.

Kritisch wird auch der Umgang örtlicher Privatwaldbesitzer mit ihren Flächen gesehen: Altbestände werden ausgeschlachtet, indem Langholz bis an den Rand des gesetzlich Zulässigen Volumens entnommen wird; es verbleiben schwache Restbestände, die wiederum besonders anfällig gegenüber Sturm und Insekten sind. Diese Entwicklung wurde jedoch erst dadurch ermöglicht, dass Landeswald ohne Bewirtschaftungsbedingungen an Private veräußert wurde.

Nachfolgende Aufnahmen verdeutlichen nochmals die problematische Situation am beschriebenen Forststandort:



Abbildung 7.10: Forstrevier Hohenbucko bei Schlieben (Elbe-Elster): Kiefernreinbestände mit sehr hoher Empfindlichkeit gegenüber Waldbrand und Insektenkalamitäten. Links: Restbestand nach Entnahme des Langholzes; hohe Brandgefahr durch trockenes Gras als Unterwuchs. Mitte: Hohe Brandgefahr durch Nadelstreu. Rechts: Durch Massenvermehrung der Nonne (Nadelfraß) geschädigter Kiefernbestand. Fotos: Thur

Fazit

Die Empfindlichkeitsanalysen bestätigen die für Brandenburgs Wälder und Forste prognostizierten Entwicklungen – Trockenheit, Waldbrände und Kalamitäten werden zunehmend zum Risiko. Damit einher geht die Gefahr, dass Wälder und Forste ihnen eigene bzw. zugewiesene Funktionen nicht mehr oder nur noch eingeschränkt erfüllen können – neben der Holzerzeugung die Erholungsfunktion genauso wie ihre Bedeutung als Lebensraum und als Entstehungsgebiete für Frisch- und Kaltluft. Gerade im Zuge des Klimawandels und den erwarteten zunehmenden Hitzeperioden gewinnen Wälder und Forste an Bedeutung. Gleichzeitig steigt der Nutzungsdruck auf sie – neben der Gewinnung von Energieholz zur klimaschonenden Energiegewinnung strebt z.B. auch die Windkraftbranche in den Wald, da die Standorte im Offenland knapper werden.

Als vordringliches Problem stellt sich in den Projektregionen fast flächendeckend die Trockenheitsempfindlichkeit der Wälder und Forste dar. Die standörtlichen Gegebenheiten – überwiegend geringe Wasserspeicherkapazität bei gleichzeitig meist hohem Grundwasserflurabstand – bilden in Kombination mit den für die Region typischen geringen Niederschlagsmengen bereits eine für die Forstwirtschaft schwierige Ausgangssituation, die durch den Klimawandel weiter verschärft wird. Als problematisch erweist sich in beiden Projektregionen insbesondere der hohe Anteil an Kiefernreinbeständen; erst deren flächenhaftes Vorkommen schafft besondere Risiken, die durch zunehmende Trocken- und Hitzeperioden verschärft werden – die Gefahr von Waldbränden und großflächige Schädigungen durch Insektenfraß. Dies gilt insbesondere für die Region Lausitz-Spreewald mit ihren extrem armen Standorten und dem sehr hohen Anteil an Kiefernmonokulturen; in Uckermark-Barnim existieren im Vergleich recht große Bestände, die entweder Misch- oder reine Laubwälder mit Eichen oder Buchen als Hauptbaumart aufweisen. Diese zu erhalten sollte deshalb genauso wie der flächenhafte Umbau von Kiefernreinbeständen durch das Einbringen von Laubbäumen vordringliches Ziel der Forstwirtschaft sein. Die Fachexkursionen des Forschungsprojekts haben gezeigt, dass dies in der Forstwirtschaft auch bereits erkannt und praktiziert wird; aufgrund des Alters der verwendeten Datensätze und der notwendigen Konzentration auf Hauptbaumarten konnte jedoch nicht jede bereits realisierte Maßnahme des Waldumbaus auch in der Analyse berücksichtigt werden.

7.2.3.3 Empfindlichkeit des Landnutzungssektors Landwirtschaft

Das Land Brandenburg ist bereits heute mit einer kritischen klimatischen Wasserbilanz konfrontiert. So herrscht im überwiegenden Teil des Landes Brandenburg, im Gegensatz zu der Mehrzahl der übrigen Bundesländer, im Jahresdurchschnitt eine negative klimatische Wasserbilanz (LUA, 2003), die sich in Folge des Klimawandels weiter verschärfen wird (vgl. Kap. 3). Daher wird sich auch der Landnutzungssektor Landwirtschaft in Zukunft mit einem zunehmend angespannten Wasserhaushalt auseinandersetzen müssen. In erster Linie wurde er daher unter folgenden Aspekten betrachtet, die zu einer Veränderung der Anfälligkeiten der Landwirtschaft führen:

- i) Zukünftig abnehmende Wasserverfügbarkeit sowie zunehmende Hitzeereignisse und Dürrephasen (**Austrocknungsgefährdung** landwirtschaftlich genutzter Flächen),
- ii) Zunahme von Stürmen in Kombination mit einer steigenden Austrocknungsgefährdung (Erhöhung der Exposition von Landwirtschaftsflächen gegenüber **Winderosion**) und
- iii) tendenziell häufigere Starkniederschlagsereignisse (Erhöhung der Exposition von Landwirtschaftsflächen gegenüber **Wassererosion**).

Als Reaktion auf diese tatsächlichen oder erwarteten klimatischen bzw. klimabedingten Umweltveränderungen sind Veränderungen natürlicher Systeme im Sinne einer Anpassung an die Klimawirkungen sinnvoll, die Schaden mindern oder günstige Gelegenheiten nutzen (vgl. IPCC, 2007). Ziel der Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist es, im Handlungsfeld der Landwirtschaft besonders Klimawandel-stabile (sog. klimarobuste) und zugleich ertragreiche Landwirtschaftsflächen zu erhalten bzw. zu sichern und auf solche Flächen hinzuweisen, die derzeit ein erhöhtes potientiell Risiko gegenüber den Folgen des Klimawandels aufweisen und damit zu „sanieren“ und ggf. aus der landwirtschaftlichen Nutzung zu nehmen sind (vgl. Kap. 7.3.2). Dementsprechend wurden die Landwirtschaftsflächen der beiden Projektregionen auf ihre potentielle Empfindlichkeit (Sensitivität) gegenüber Trockenheit, Wind- und Wassererosion sowie deren begleitende Folgen, wie z.B. Staubanfluggefährdung an (über)regional bedeutsamen Verkehrsstrassen, hin untersucht. Die Analyse wurde auf Ebene der Feldblöcke des Digitalen Feldblockkatasters durchgeführt – welches alle erfassten landwirtschaftlich genutzten Feldblöcke des Landes Brandenburg enthält und periodisch aktualisiert wird. Ein Feldblock ist eine zusammenhängende landwirtschaftlich genutzte Fläche, die einen oder mehrere Schläge (kleinste landwirtschaftliche Bewirtschaftungseinheit) enthält und dauerhafte Außengrenzen hat (MIL, 2014).

Untersuchungsgegenstand der Empfindlichkeitsanalysen waren zunächst diejenigen Feldblöcke des Digitalen Feldblockkatasters, die anhand ihrer Bodennutzung die Parameter Grünland sowie Ackerland aufwiesen (mit Ausnahme der Analyse zur Winderosionsgefährdung, wo nur Ackerland aufgrund der generellen Robustheit des Grünlands untersucht wurde). Die Kulisse der Acker- und Grünlandflächen ist in Abb. 7.11 dargestellt.

Nach Abschluss der Empfindlichkeitsanalysen stand für die Entwicklung der regionalplanerischen Empfehlungen (s. u. sowie Kap. 7.3.2) nunmehr die Ackerland-Kulisse im Fokus der Betrachtung. Dies hat v.a. den Grund, dass (Dauer-) Grünlandbereiche gegenüber den untersuchten Klimawandel-spezifischen Parametern weitestgehend robust sind und gleichzeitig ihr Umbruch oder ihre Umwandlung in Ackerland seit 2011 durch die Agrar-DirektZahlVO im Rahmen von Cross Compliance weitestgehend einschränkt ist. Dieses Erhaltungsgebot gilt

insbesondere für besonders wertvolle Dauergrünlandflächen, die in Überschwemmungsgebieten, gesetzlich geschützten Biotopen und Naturschutzgebieten liegen.

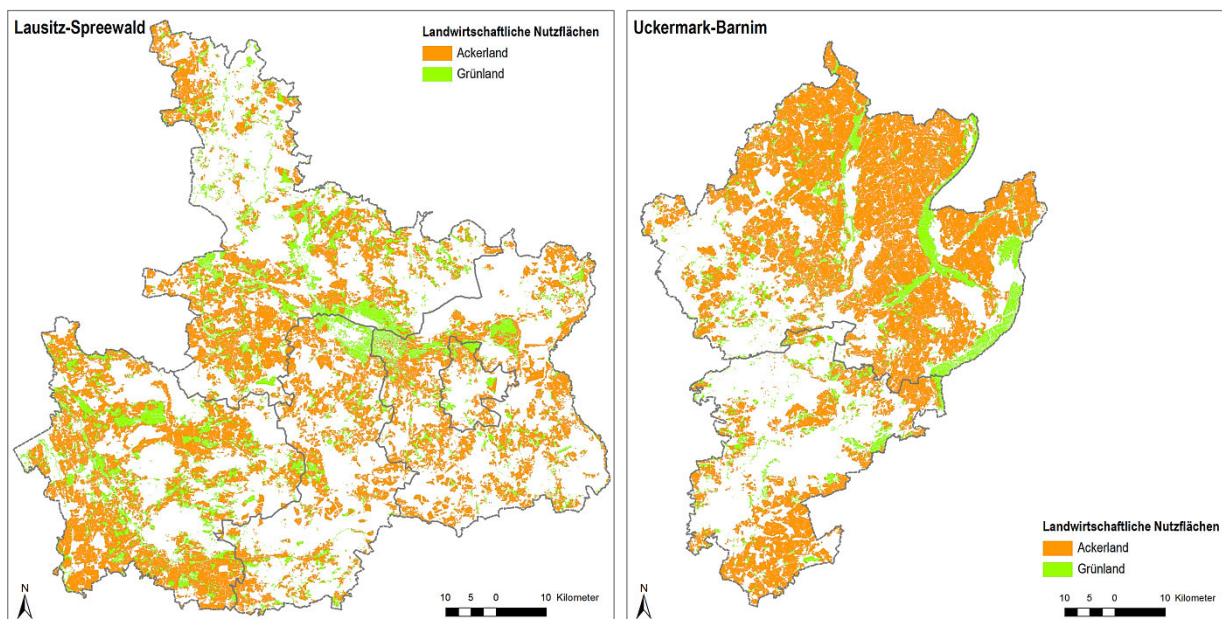


Abbildung 7.11 Acker- und Grünlandflächen in den beiden Planungsregionen. (Quelle: Digitale Feldblöcke; MIL, 2011)

Folgende Parameter, Klimawandelwirkfolgen und Untersuchungsgegenstände wurden in den Analysen im Handlungsfeld Landwirtschaft einbezogen:

Untersuchungsgegenstand	Klimawandel-Folgen	Betrachteter Parameter
Standort (Feldblock); Acker- und Grünland	Trockenheit, Hitze, Verringerung des sommerlichen Wasserdargebots	Wasserspeichervermögen des Bodens – Nutzbare Feldkapazität (nFK)
Standort (Feldblock); Acker- und Grünland	Trockenheit, Hitze, Verringerung des sommerlichen Wasserdargebots	Grundwasserflurabstand (GWFA) – Grund- und Stauwasserverhältnisse
Standort (Feldblock); Acker- und Grünland	Trockenheit, Hitze, Verringerung des sommerlichen Wasserdargebots	Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit – Aggregation der nFK und des GWFA
Standort (Feldblock); Ackerland	Trockenheit, Stürme	Empfindlichkeit gegenüber Winderosion – Allgemein (Gesamtkulisse)
Standort (Feldblock); Ackerland	Trockenheit, Stürme	Empfindlichkeit gegenüber Winderosion – Staubaustragsflächen in Straßennähe
Standort (Feldblock); Acker- und Grünland	Starkniederschlagsereignisse	Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion – Allgemein (Gesamtkulisse)

Tabelle 7.10 Durchgeführte Analysen zur Ermittlung der Empfindlichkeit im Bereich Landwirtschaft.

Eine Untersuchung der nutzungsbedingten Sensitivität, z.B. anhand besonders wasserzehrender oder erosionsfördernder Fruchtarten, konnte innerhalb dieses regionalplanerisch orientierten Forschungsprojekts nicht realisiert werden und wäre überdies zeitlich zu umfangreich gewesen. Darüber hinaus lassen sich Anbaumethoden, Fruchtarten und -folgen – im Gegensatz zum Produktionsfaktor Boden – relativ kurzfristig anpassen. Somit lag der Fokus in diesem Projekt auf der naturräumlich bzw. standörtlich bedingten Empfindlichkeit von Landwirtschaftsflächen gegenüber den Folgen des Klimawandels. Der Übersicht halber ist die methodische Herangehensweise in Abb. 7.12 aufgezeigt.

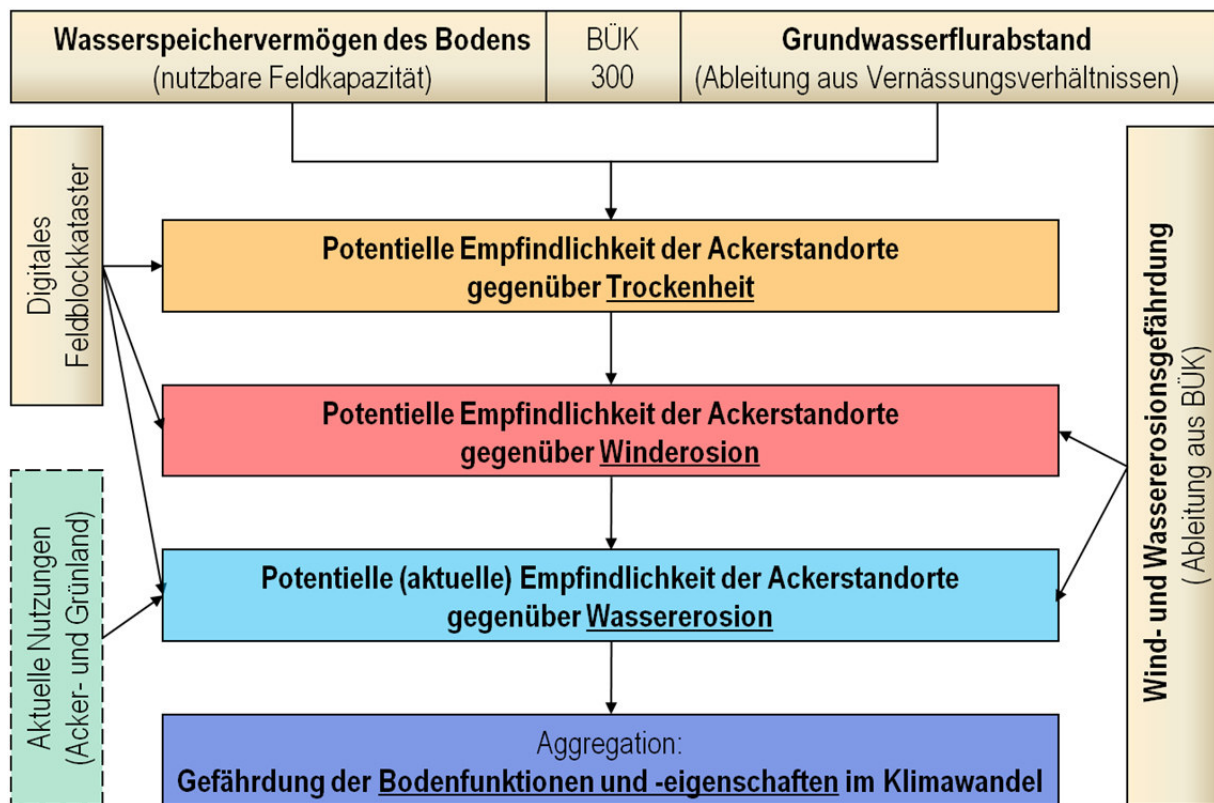


Abbildung 7.12 Methodische Herangehensweise zur Bewertung der potentiellen Empfindlichkeit der Ackerstandorte gegenüber ausgewählten Klimawandel spezifischen Parametern.

Folgende Daten wurden für die Analysen verwendet:

- GIS Datensätze, hergestellt unter Verwendung von digitalen Daten der Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1: 300 000 (BÜK 300) / LBGR, Stand: 2004, 2012
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS), Basis-DLM / LGB, Stand: 2012
- Digitales Feldblockkataster (DFBK) / MIL, Stand: 2011
- Forstbasisdaten - Datenspeicher Wald 1 (DSW 1) / LFE, Stand: 2010
- Landbauggebiete - Ackerzahlen (LBG) / ZALF, MLUV (GEMDAT), Stand: 2013, 2006

Standörtliche Analyse der Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit

Landwirtschaftliche Kulturen sind auf Standorten, die besonders gefährdet gegenüber einer Austrocknung sind, durch sinkende Niederschläge und eine Zunahme von Dürreperioden im Klimawandel besonders betroffen (s. RPV LW, 2011). Die Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber (zunehmenden) Trockenphasen (v.a. der Verringerung des sommerlichen Wasserdargebots) erfolgte daher in Abhängigkeit von i) ihrem Bodenwasserspeichervermögen (nutzbare Feldkapazität) sowie ii) ihrem Grundwasserflurabstand. Hintergrund dafür ist die im Klimawandel immer wichtiger werdende Pflanzenwasserverfügbarkeit, welche einerseits durch Niederschlagswasser und das Wasserrückhaltevermögen im Boden, andererseits durch den Zugang der Kulturpflanzen zu Grundwasser bestimmt wird. In Bezug auf § 2 BBodSchG erfüllt der Boden verschiedene Funktionen: die Lebensraum-, Regelungs- und Archivfunktion. So gehört zur Bestimmung der Regelungsfunktion im Wasserhaushalt nach LFUBW (2005) u.a.

die nutzbare Feldkapazität als Steuerungsfaktor, der auch zur Bewertung von Empfindlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels herangezogen werden kann. In diesem Sinne stellt er einen geeigneten Indikator für die Speicherfähigkeit dar, d.h. für die Möglichkeit zur Rückhaltung von Wasser gegen die Schwerkraft im Porensystem des Bodens. Zur Beurteilung von landwirtschaftlichen Standorten hinsichtlich ihrer Pflanzenwasserverfügbarkeit ist die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe) heranzuziehen, da sie die entscheidende Eigenschaft des Bodens für die Wasserversorgung (bzgl. Niederschlagswasser) von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen ist. Darüber hinaus kommt der Bodenwasserspeicherkapazität durch die kritische klimatische Wasserbilanz in Brandenburg noch eine höhere Bedeutung zu. D.h. prinzipiell, je höher das Bodenwasserspeichervermögen und „besser“ die klimatische Wasserbilanz desto geringer die standörtliche Sensitivität gegenüber Trockenperioden, da mehr Niederschlagswasser im Boden zurückgehalten und dadurch innerhalb dieser Trockenperioden der Vegetation zur Verfügung gestellt werden kann.

Die Zusammenfassung bzw. Aggregation der Klassen bzw. Wertebereiche zur nutzbaren Feldkapazität (nFK) fand anhand der aus der BÜK 300 abgeleiteten GIS-Karte „Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (mit org. Auflage)“ unter Vernachlässigung der Heterogenität der Raumeinheiten statt (vgl. Tab. 7.11).

Klassifizierung (BÜK 300-abgeleitete Karte)	Klasse (Neu)	Bezeichnung (Neu)	Wert (Neu)
sehr gering (<6 Vol.%)	1	gering	< 6 Vol.-%
sehr gering (<6 Vol.%), z.T. gering (<14 Vol.%)			
sehr gering (<6 Vol.%), z.T. mittel (<22 Vol.%)			
sehr gering (<6 Vol.%), z.T. keine Daten			
gering (<14 Vol.%)	2	mittel	6 - 13 Vol.-%
gering (<14 Vol.%), z.T. sehr gering (<6 Vol.%)			
gering (<14 Vol.%), z.T. mittel (<22 Vol.%)			
gering (<14 Vol.%), z.T. hoch (<30 Vol.%)			
gering (<14 Vol.%), z.T. sehr hoch (>30 Vol.%)			
gering (<14 Vol.%), z.T. keine Daten			
mittel (<22 Vol.%)	3	hoch	14 - 21 Vol.-%
mittel (<22 Vol.%), z.T. gering (<14 Vol.%)			
mittel (<22 Vol.%), z.T. hoch (<30 Vol.%)			
mittel (<22 Vol.%), z.T. sehr hoch (>30 Vol.%)			

Tabelle 7.11 Klassifizierung der nutzbaren Feldkapazität zur Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Trockenheit (abgeleitet aus BÜK 300, LBGR 2012).

Die ursprünglichen Klassen wurden aufgrund der brandenburgischen Bodenverhältnisse modifiziert (s. Tab. 7.13). Die Angaben zum Grundwasserflurabstand (GWFA, s. Tab. 7.13) sind aus den bodensystematischen Einstufungen der Böden aus der Karte „Grund- und Stauwasserverhältnisse“ im Boden abgeleitet, die wiederum unter Verwendung von Daten der BÜK 300 mit Flächenbodenformen hergestellt wurde. Dies geschah unter der Annahme, dass die Böden durch die Tiefe des Auftretens ihrer diagnostischen Horizonte den mittleren Grundwasserstand anzeigen.

Anschließend wurden die Angaben zur nutzbaren Feldkapazität und zum Grundwasserflurabstand GIS-technisch verschnitten (vgl. Tab. 7.14, 7.15; Abb. 7.13).

Klasse	Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (mit org. Auflage) in Vol.-%	Bezeichnung
I	> 6	gering
II	6 – 13	mittel
III	14 - 21	hoch

Tabelle 7.12 Klassifizierung der nutzbaren Feldkapazität zur Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Trockenheit (abgeleitet aus BÜK 300, LBGR 2012).

Klasse	Grundwasserflurabstand in cm	Bezeichnung
I	> 80	hoch
II	40-80	mittel
III	< 40	gering

Tabelle 7.13 Klassifizierung des Grundwasserflurabstandes zur Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Trockenheit (abgeleitet aus BÜK 300, LBGR 2004).

Grundwasserflurabstand	Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (mit org. Auflage)	Sensitivität der Böden gegenüber Austrocknung
Klasse III	Klasse I , II Klasse III	mittel (2)
		gering (1)
Klasse II	Klasse I Klasse II Klasse III	hoch (3)
		mittel (2)
		gering (1)
Klasse I	Klasse I Klasse II Klasse III	sehr hoch (4)
		hoch (3)
		gering (1)

Tabelle 7.14 Beurteilung der standörtlichen Sensitivität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Trockenheit in Abhängigkeit von der nutzbaren Feldkapazität und des Grundwasserflurabstandes. Quellen: BÜK 300, LBGR 2012, 2004.

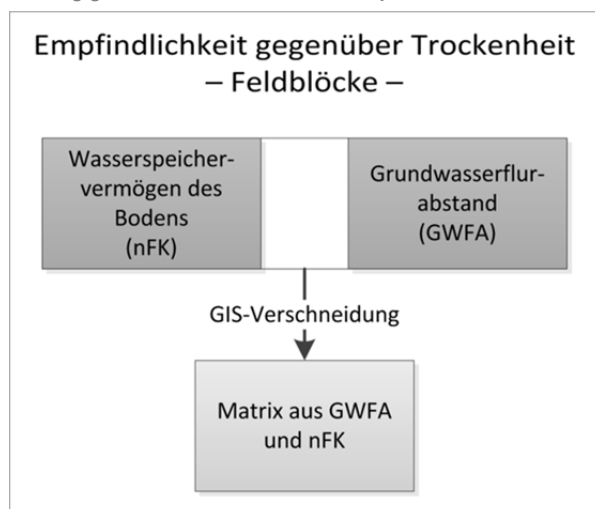


Abbildung 7.13 Ableitung der Empfindlichkeit der Landwirtschaftsflächen gegenüber Trockenheit aus den bodenspezifischen Standortparametern.

GW- Flurabstand	I (> 80 cm)	Sehr hoch (4)	Hoch (3)	Gering (1)
	II (40-80 cm)	Hoch (3)	Mittel (2)	
	III (< 40 cm)	Mittel (2)		
	Klassen der nFK (WeAuf)	I - (< 6 Vol.-%)	II - (6 -13 Vol.-%)	III - (14 -21 Vol.-%)

Tabelle 7.15 Matrix zur Bewertung der Empfindlichkeit gegenüber Austrocknung. [I, II, III: Klassen; GW = Grundwasser; nFK (WeAuf) = Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum]. (Quellen: LBGR 2012, 2004)

Grundsätzlich gilt: je höher das Bodenwasserspeichervermögen und je geringer der Grundwasserflurabstand ist, desto geringer ist die Empfindlichkeit der Böden gegenüber einer Austrocknungsgefährdung bzw. Trockenheit. Dabei erfährt der Parameter der „nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum“ eine höhere Gewichtung gegenüber dem „Grundwasserflurabstand“ (vgl. Abb. 7.13), nicht zuletzt durch die besondere Bedeutung des bodenspezifischen Wasserspeichervermögens für die Pflanzenwasserverfügbarkeit aufgrund der überwiegend

negativen klimatischen Wasserbilanz in Brandenburg. Damit haben die Bodeneigenschaften ein etwas größeres Gewicht bei der Bewertung der Empfindlichkeit als die Lage des bodennahen Grundwasserspiegels.

Standörtliche Analyse der Empfindlichkeit gegenüber Wind- und Wassererosion

Im Folgenden wird die Ableitung der Empfindlichkeiten der Landwirtschaftsflächen gegenüber Wind- und Wassererosion in Kurzform erläutert, da hier im Gegensatz zur Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit keine grundsätzlich neuen Datensätze im GIS generiert wurden, sondern auf einen Datensatz zurückgegriffen werden konnte, der unter Verwendung von digitalen Daten der BÜK 300 mit Flächenbodenformen hergestellt wurde.

Empfindlichkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen (Ackerland) gegenüber Winderosion

Die Gefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden durch Winderosion ist insbesondere abhängig von den Windgeschwindigkeiten, der Hydromorphie, dem Grad der Bodenbedeckung und -bearbeitung sowie der Fruchtartenauswahl und der Fruchtfolge. Brandenburg ist im Klimawandel aufgrund der zunehmenden Trockenheit sowie der weiten ebenen Flächen bzw. der weitestgehend geringen Reliefenergie sehr windanfällig; etwa 30 bis 40 % der Ackerflächen sind bereits heute durch Winderosion gefährdet (vgl. RICHTER & GENTZEN, 2011).

Die hier durchgeführte Bestimmung der Empfindlichkeit gegenüber Winderosion fand anhand des von der BÜK 300 abgeleiteten GIS-Kartensatzes „Winderosion - Erosion durch Wind“ statt (durch „Reinterpretation“ der Klassen bzw. Wertebereiche). Dieser basiert auf verschiedenen Vektor- und Rasterdatenquellen (Rasteraufbereitung des DGM25 und in Teilen des DGM5) und wurde im Auftrag des LBGR (Dezernat Bodengeologie) erzeugt. Aus diesem Datensatz wurde letztendlich die Karte „Erodierbarkeit des Oberbodens“ zur weiteren Analyse verwendet (vgl. Tab. 7.16). Anhand dieser wurde schließlich, in Verschneidung mit den Digitalen Feldblöcken, die Bewertung der Empfindlichkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen (Ackerland) vorgenommen.

Ausgangsdaten	Neuer GIS-Daten-Layer/Methode	
<i>Bewertung der Erodierbarkeit des Oberbodens</i> (BÜK 300 – abgeleitete Karte, LBGR, 2012)	<i>- Empfindlichkeit gegenüber Winderosion</i> Bewertung der Winderosionsgefährdung nach Verknüpfungsregel 5.23 (vgl. Methodendokumentation Bodenkunde, Hennings, 2011, 2004 und Koschitzki et al. 2008);) aus der Bodenart und den Klassen des Gehaltes an organischer Substanz bzw. Humus (Bodensubstrat-spezifische Betrachtung) (die Klassen 0,1,2 wurden für spätere Analysen aus Gründen der Vergleichbarkeit zu Klasse 1 [sehr gering/gering] zusammengefasst)	Generierung eines neuen Indikators „Empf_Winderos“ (durch Ableitung aus dem Item „GEF_BODEN“, d.h. der Klassen zur Erosionsgefährdung des Oberbodens) mit folgenden Angaben zur Empfindlichkeit gegenüber Winderosion: keine 0 sehr gering 1 gering 2 mittel 3 hoch 4 sehr hoch 5

Ausgangsdaten	Neuer GIS-Daten-Layer/Methode	
<i>Bewertung der Erodierbarkeit des Oberbodens</i> (BÜK 300 – abgeleitete Karte, LBGR, 2012) <i>Empfindlichkeit gegenüber Winderosion</i> (s.o.)	- <i>Winderosionsgefahr Ackerflächen an Bundesstraßen/Bundesautobahnen – Bandbreite</i> Teilmenge des neuen GIS-Layers: <i>Empfindlichkeit gegenüber Winderosion</i> alle relevanten Ackerflächen, klassifiziert nach ihrer Winderosionsgefahr (Staubaustragsgefährdung) an Bundesstraßen/Bundesautobahnen im: 1. Abstand von max. 45 m zur B (Lagebezogene Auswahl) und 2. Puffer von 1000 m um Straßenachse (Wirkungsbereich der Ackerflächen) Generierung eines neuen Indikators „Wi_KI“ (durch Ableitung aus dem Item „GEF_BODEN“, d.h. der Klassen zur Erosionsgefährdung des Oberbodens) mit folgenden Angaben zur Empfindlichkeit gegenüber Winderosion: sehr gering/gering 1 mittel 2 hoch 3 sehr hoch 4	- <i>Winderosionsgefährdete Ackerflächen an Bundesstraßen/Bundesautobahnen - sehr hohe Winderosionsgefahr</i> Teilmenge des GIS-Layers: <i>Winderosionsgefahr Ackerflächen an Bundesstraßen/ Bundesautobahnen – Bandbreite</i> Unmittelbare Staubgefährdung durch Ackerflächen, d.h. alle Ackerflächen mit sehr hoher Winderosionsgefahr, die unmittelbar an Straße liegen (innerhalb eines 45 m Puffers entlang der Bundesstraßen) UND die nicht durch Waldflächen, die durch ihre Lage zwischen Autobahn und erosionsgefährdeter Ackerfläche als Windbremse fungieren, abgeschildert sind)
<i>Forstübersichtskarte</i> (LFE: Stand 2010)	- <i>Wälder mit besonderer Schutzfunktion - Wind-Staubschutz</i> Teilmenge aus der Forstübersichtskarte	Identifizierung von Wäldern/Forsten mit besonderer Schutzfunktion – als Wind- und Staubschutzstreifen, da sie entlang der Bundesautobahn und Bundesstraßen unmittelbar an diese Verkehrsstrassen angrenzen (im Puffer von jeweils 1000m beidseitig der Trassenmitte)
<i>Digitale Feldblöcke - Land Brandenburg</i> (DFBK, MIL, 2011)	- <i>Landwirtschaftliche Nutzflächen</i> (nur Ackerflächen)	Ausweisung der <u>ackerbaulich</u> genutzten Feldblöcke (Grünland ist i.d.R. keiner Winderosion ausgesetzt)

Tabelle 7.16 Grundlagendaten und daraus abgeleitete Ergebnisdaten zur Empfindlichkeit gegenüber Winderosion.

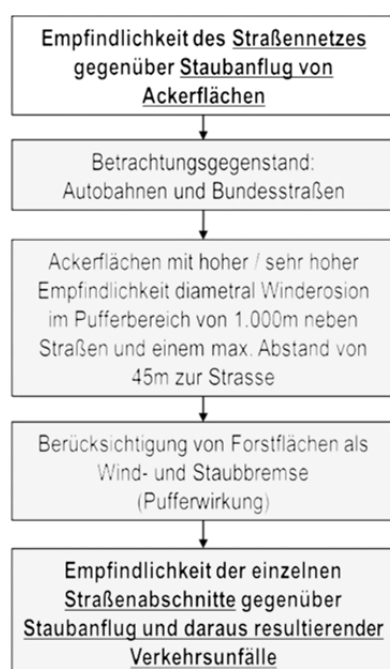


Abbildung 7.14 Methodik zum Thema Staubanflug

Ein weiteres regionalplanerisch relevantes Thema ist die *Gefährdung hochfrequentierter Straßen durch Staub* aus angrenzenden winderosionsgefährdeten Flächen der Landwirtschaft. Dies kann in episodischen Abständen auf benachbarten Straßenabschnitten zu einer erhöhten Unfall- und Lebensgefahr für Verkehrsteilnehmer führen. Das gilt insbesondere in den Monaten, in denen die Ackerflächen weitestgehend vegetationsfrei und nicht durch angrenzende Erosionsschutzhecken o.ä. geprägt sind. Die zunehmende Frühjahrstrockenheit, die bereits heute in den Regionen zu verzeichnen ist, zukünftig abnehmende Niederschläge im Sommerhalbjahr sowie häufiger auftretende Hitzeperioden werden dieses Risiko in den nächsten Jahrzehnten sogar noch verstärken.

Zur Identifizierung solcher risikobehafteter Flächen sind in einem ersten Schritt die Feldblöcke des Acker- und Grünlandes extrahiert worden, die sich aufgrund ihrer Lage in der Nähe von überregional bedeutsamen Verkehrsstrassen befinden (innerhalb eines Puffers von 1.000 m). Dies

geschah mit Hilfe der o.g. GIS-Karte zur „Empfindlichkeit gegenüber Winderosion“, welche wiederum auf der GIS-Karte „Erodierbarkeit des Oberbodens“ beruht. Unter Berücksichtigung ihrer *unmittelbaren* Lage zu den Verkehrstrassen, ihrer Winderosionsgefährdung als auch puffernder Waldflächen (vgl. Tab. 7.16, Abb. 7.14) sind in einem zweiten Schritt Flächen identifiziert worden, von denen eine potentielle Gefahr durch winderosionsbedingten Staubaustrag für Bundesautobahnen und Bundesstraßen ausgehen könnte. Diese Kulisse bildet die Grundlage für das sog. „Sanierungsgebiet Agrarlandschaft - Gefährdungspotential Staubaustrag“, welches als weitere Empfehlung der Raumordnung in die Ergebnisse dieses Projektes eingeflossen ist (vgl. Kap. 7.3; Karten im Anhang).

Empfindlichkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen (Acker- und Grünland) gegenüber Wassererosion

Insbesondere Starkregen führt zu einem erhöhten Bodenabtrag, welcher gemäß den Klimawandel-Szenarien in Zukunft sowohl qualitativ als auch quantitativ zunehmen wird. Der Bodenabtrag fällt jedoch standortbedingt unterschiedlich stark aus und wird v.a. durch das Relief, die Intensität und Menge des Niederschlags sowie von der Bodenart geprägt (vgl. SCHWERTMANN ET AL., 1990; FELDHAUS ET AL., 2010; WURBS & STEININGER, 2011). Zur Ableitung der potentiellen Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion wurde der von der BÜK 300 abgeleitete GIS- Kartensatzes „Wassererosion - Erosion und Abtrag durch Wasser“ verwendet, wobei auch hier eine die „Neuinterpretation“ der Klassen bzw. Wertebereiche stattfand. Dieser basiert wiederum auf verschiedenen Vektor- und Rasterdatenquellen (Rasteraufbereitung des DGM25 und in Teilen des DGM5), die im Auftrag des LBGR (Dezernat Bodengeologie) erzeugt wurden. Aus diesem Datensatz wurde letztendlich die Karte: „Natürlicher Bodenabtrag (t/ha/a) in den Feldblöcken (ohne Akkumulationsbereiche)“ zur weiteren Analyse verwendet (vgl. Tab. 7.17). „Der Bodenabtrag bezieht sich auf den naturbedingten Bodenabtrag (t/ha/Jahr) unter Berücksichtigung von Relief-, Niederschlags- und Bodeneigenschaften und wurde für jede, innerhalb eines Feldblockes gelegene Rasterzelle (25x25m), durch Verknüpfung der ABAG-Faktoren K, R und LS ermittelt“ (KOSCHITZKI ET AL. 2008, vgl. AUCH DIN, 2005).

Ausgangsdaten	Neuer GIS-Daten-Layer/Methode	
<i>Bewertung Feldblöcke nach natürlicher Erosionsgefährdung durch Wasser (ohne Akkumulationsbereiche) (BÜK 300 – abgeleitete Karte, LBGR, 2012)</i>	- <i>Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion</i> Einstufung der Empfindlichkeit von Acker- und Grünlandflächen gegenüber Wassererosion, d.h. des natürlichen Bodenabtrags durch Wasser (t/ha/a) in den Feldblöcken (ohne Akkumulationsbereiche), standortabhängige Erosionsgefährdung Aggregation auf Feldblockebene; Bewertung erfolgte durch Anwendung des Vergleichs-Index (Deumlich et al. 2006).	Generierung eines neuen Indikators „Empf_Wassereros“ (durch Reklassifizierung des Items „A_Mean“, d.h. dem durchschnittlichen Bodenabtrag pro Feldblock in t/ha/a) mit folgenden Angaben zur Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion: keine (0 t/ha/a) gering (0,01-2,5 t/ha/a) mittel (>2,51 bis 5 t/ha/a) hoch (5-20 t/ha/a)
<i>Digitale Feldblöcke - Land Brandenburg (DFBK, MIL)</i>	- <i>Landwirtschaftliche Nutzflächen (Acker- und Grünland)</i>	Ausweisung der durch Acker- und Grünland genutzten Feldblöcke

Tabelle 7.17 Grundlagendaten und daraus abgeleitete Ergebnisdaten zur Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion.

Eine Verschneidung mit den Digitalen Feldblöcken war zur Bewertung der Empfindlichkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen (Acker- und Grünland) nicht notwendig, da eine Aggregation bereits auf Feldblockebene stattfand (hier Mittelwert pro Feldblock). Dadurch konnten also bereits Bereiche mit besonders hohem Erosionsgefährdungspotential räumlich abgegrenzt werden.

Aggregation der Empfindlichkeitsanalysen

Die Ergebnisse aus den Einzelbetrachtungen zu den Empfindlichkeiten der landwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber Trockenheit, Wind- und Wassererosion wurden im Anschluss GIS-technisch zusammengeführt, um für die *Ackerflächen* eine Gesamtaussage hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit und darüber hinaus auch zu ihrer Robustheit gegenüber den Folgen des Klimawandels treffen zu können.

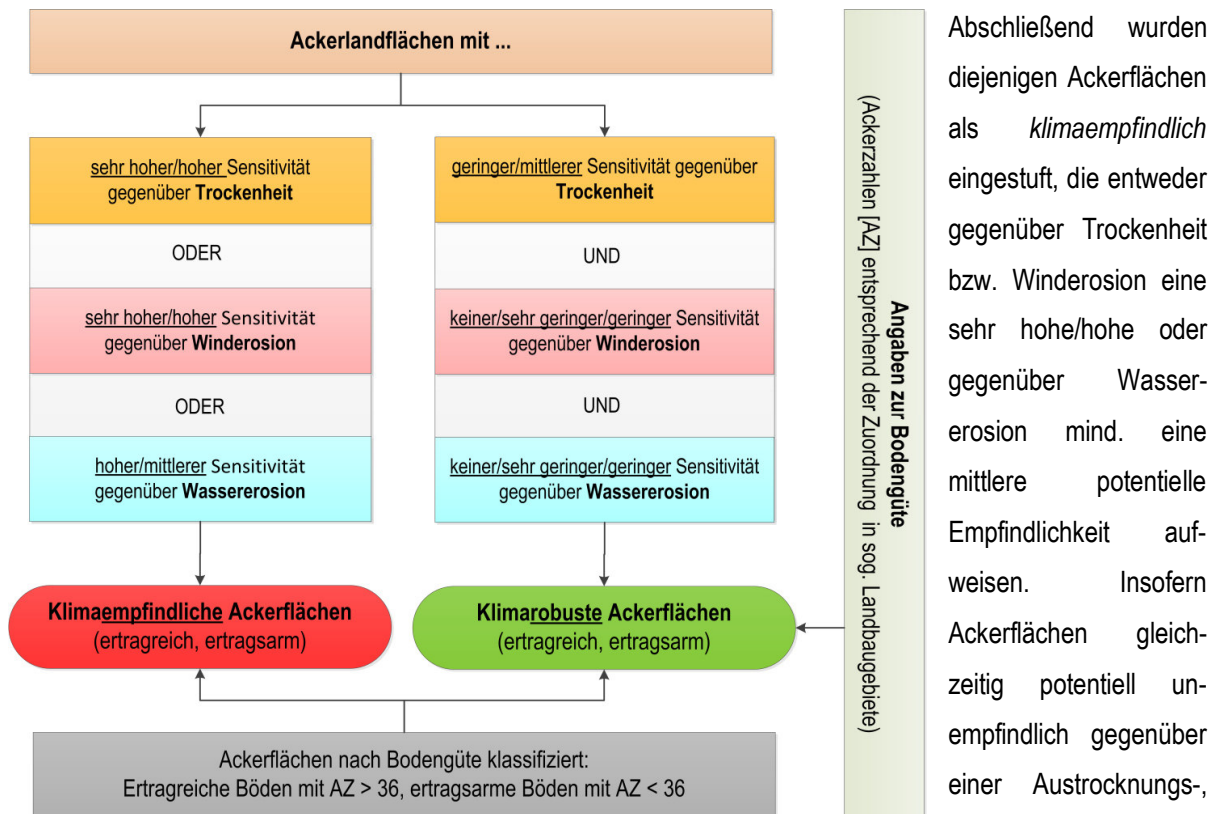


Abbildung 7.15 Herangehensweise zur Identifizierung klimaempfindlicher/klimarobuster Ackerflächen [AZ=Ackerzahl].

Winderosionsgefährdung sind wurden sie als *klimarobust* eingestuft (vgl. Abb. 7.15). Darüber hinaus sind sie nochmals in ertragsarme und ertragreiche Standorte unterteilt worden; worauf im Folgenden näher eingegangen wird.

Empfindliches bzw. robustes Ackerland, differenziert nach ihrer Bodengüte

In Vorbereitung auf die Empfehlungen für die regionalplanerische Praxis (Kap. 7.3.2) wurde zusätzlich zu den bisherigen Untersuchungen der Indikator *Bodengüte* (Angaben zur Ackerwertzahl) herangezogen. Dies war insbesondere notwendig geworden, um eine hinreichende Grundlage für eine differenziertere Ausweisung von Vorschlägen für mögliche regionalplanerische Gebietskategorien zu haben. Zur Verschneidung der klimaempfindlichen und robusten Ackerflächen mit den Angaben zur Bodengüte wurden die Ackerzahlen aus den sog. *Landbaugebieten* herangezogen, die auf dem Gemeindedatenspeicher (GEMDAT) basieren und dem Projekt flächendeckend für Brandenburg vorlagen (vgl. ZALF, 2013). Dabei handelt es sich um spezifische Wertebereiche entsprechender Ackerzahlen die als Landbaugebiete (LBG) gekennzeichnet und in fünf Klassen unterteilt wurden. Anschließend wurden diese auf den räumlichen Ausschnitt der beiden Planungsregionen und

damit auf die regionsspezifischen Bodengüteeigenschaften heruntergebrochen und ferner die Wertebereiche entsprechend angepasst. Nach dem abschließenden Zuschnitt auf die Feldblockkulisse (Acker- und Grünland) konnte man sie nunmehr mit den klimaempfindlichen bzw. klimarobusten Feldblöcken in Beziehung setzen (s. U.). Die räumliche Verteilung als auch die Klasseneinteilung der LBG in den Projektregionen lässt sich anhand der Abb. 7.16 ablesen.

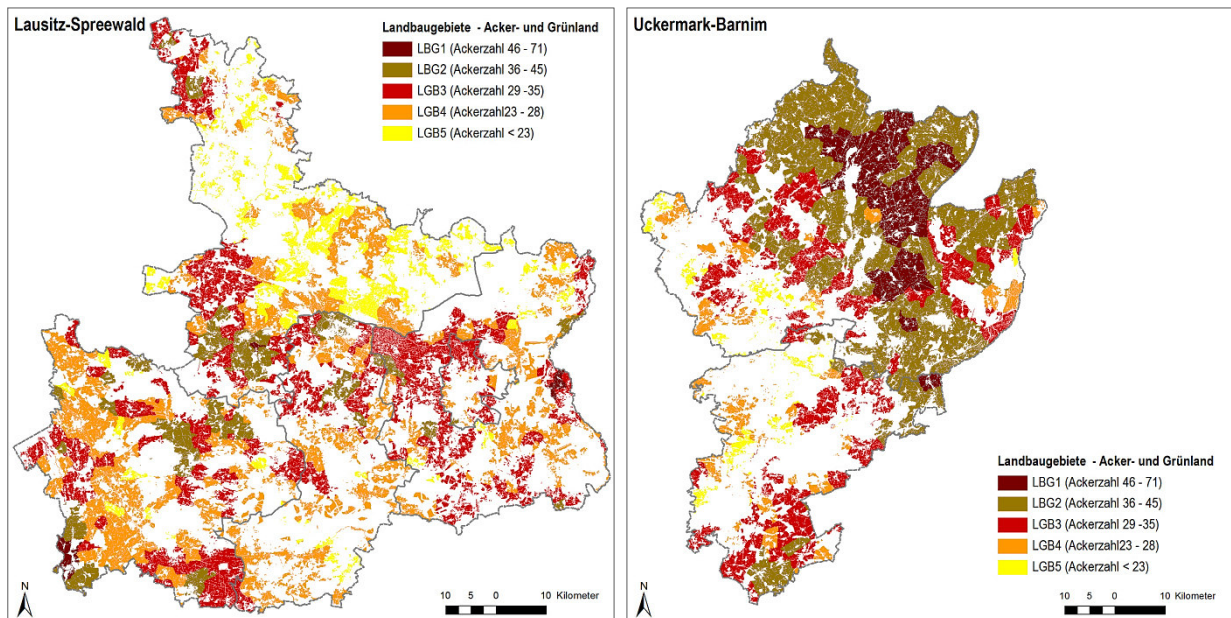


Abbildung 7.16 Feldblockspezifische Angaben zu den Landbaugebieten (LBG) und Ackerzahlen für Acker- und Grünland.

Anhand der Berücksichtigung des Parameters Bodengüte war nunmehr eine weitere Untersetzung des landwirtschaftsspezifischen Instrumentariums zur Sicherung/Ausweisung besonders wertvoller/gefährdeter Ackerflächen möglich. Unter Berücksichtigung der Regionsspezifika wurden hierbei die LBG 1 und LBG 2 (Ackerzahlen 36-71) als „ertragreiche Böden“ sowie die LBG 3 bis LBG 5 (Ackerzahlen < 36) als „ertragsarme Böden“ bezeichnet und in die planerischen Empfehlungen integriert (Vgl. Tab. 7.18).

Grad der Empfindlichkeit / Bodengüte	Vorschläge zu Empfehlungen
-- / Ertragreiche Böden	Sicherung ertragreicher Ackerflächen
Klimarobustes Ackerland / Ertragreiche Böden	Sicherung ertragreicher, klimarobuster Ackerflächen
Empfindliches Ackerland / Ertragreiche Böden	Sanierungsbedürftige Agrarlandschaft (Ertragreich, hohe Klimaempfindlichkeit)
Empfindliches Ackerland / Ertragsarme Böden	Hinweis für Gebietskulisse in Erläuterungskarte
Empfindliches Ackerland / --	Sanierungsbedürftige Agrarlandschaft (Gefährdungspotential Staubaustrag)

Tabelle 7.18 Vorschläge für planerische Empfehlungen im Bereich Landwirtschaft und deren Indikatoren.

Ergebnisse

Für den Sektor „Landwirtschaft“ wurde die potentielle Empfindlichkeit landwirtschaftlich genutzter Böden und ihrer Funktionen gegenüber Wasser- und Winderosion sowie Austrocknung untersucht. Die räumliche Bezugsgröße war in sämtlichen Untersuchungen der sog. Feldblock, entnommen aus dem Digitalen Feldblockkataster (s. O.).

Folgende Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzflächen (hier für Acker- und Grünland) können im Vergleich beider Planungsregionen festgehalten werden:

(1) Die potentielle Empfindlichkeit der landwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber **Trockenheit** ist in Abhängigkeit von Grundwasserflurabstand und nutzbarer Feldkapazität bestimmt worden. Insgesamt sind die Landwirtschaftsstandorte beider Regionen in ihrer Gesamtheit als eher empfindlich gegenüber einer Austrocknungsgefährdung einzustufen. Diese zeichnen sich in der südlichen Planungsregionen im Durchschnitt durch eine mittlere Sensitivität aus; die nördliche Planungsregion ist durchschnittlich von einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit geprägt (vgl. Abb. 7.17).

In *Lausitz-Spreewald* weist der überwiegende Flächenanteil der Region eine mittlere bis hohe Empfindlichkeit auf, wobei die Flächen mit einer mittleren Empfindlichkeit überwiegen. Den geringsten Flächenanteil machen die Feldblöcke mit der höchsten Empfindlichkeit aus und sind v.a. im Norden der Planungsregion vorzufinden

Der vorherrschende Flächenanteil der Region *Uckermark-Barnim* weist eine mittlere bis sehr hohe Empfindlichkeit auf, wobei im Norden und Süden eine hohe Sensitivität auftritt. Den geringsten Flächenanteil machen auch hier die Feldblöcke mit der höchsten Empfindlichkeit aus und sind sehr heterogen verteilt.

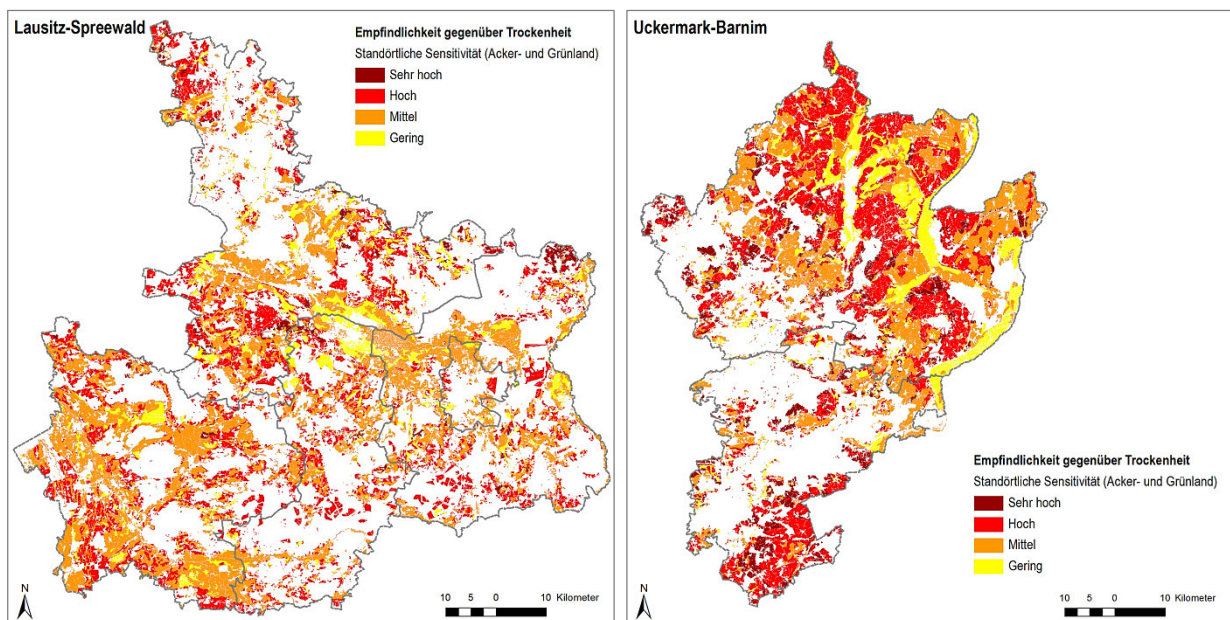


Abbildung 7.17 Bewertung der standörtlichen Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit von Acker- und Grünlandflächen.

Sehr stark austrocknungsgefährdete Bereiche kommen in beiden Planungsregionen eher selten vor, wobei in der Region Uckermark-Barnim der prozentuale Flächenanteil im Vergleich zu Lausitz-Spreewald weitaus höher ist und die Region in der Flächensumme eine höhere Empfindlichkeit aufweist. Erwartungsgemäß zeigen die

Niederungsbereiche in beiden Regionen (z.B. im Gebiet des Randow-Welse-Bruches oder im Spreewald) eine überwiegend geringe Sensitivität auf.

(2) Die potentielle Empfindlichkeit der landwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber **Winderosion** ist Anhand der Erodierbarkeit des Oberbodens bestimmt worden. Insgesamt sind die Landwirtschaftsstandorte beider Regionen in ihrer Gesamtheit als überaus empfindlich gegenüber einer Winderosionsgefährdung einzustufen, wobei die Standorte in der Planungsregion Uckermark-Barnim in ihrer Summe eine weitaus höhere potentielle Empfindlichkeit als in der Planungsregion Lausitz-Spreewald aufweisen (vgl. Abb. 7.18).

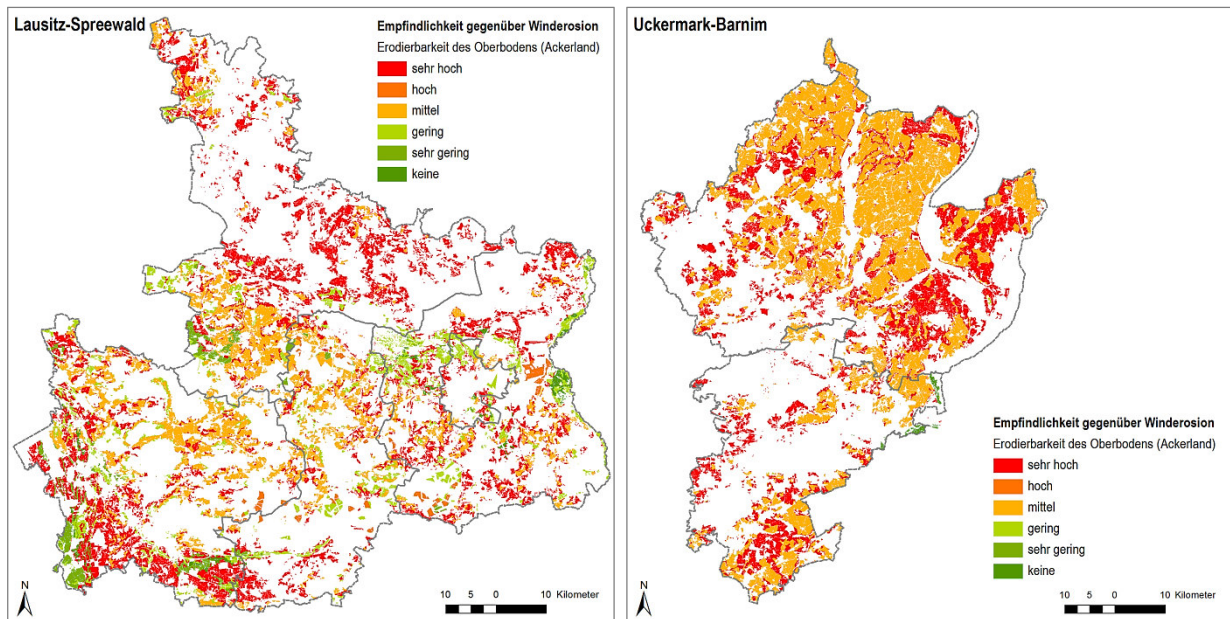


Abbildung 7.18 Bewertung der Empfindlichkeit der Ackerflächen gegenüber Winderosion. Grundlagen: Erodierbarkeit des Oberbodens (abhängig von Bodenart und den Klassen des Gehaltes an organischer Substanz); Windgeschwindigkeiten.

So kommen in der nördlichen Planungsregion *Uckermark-Barnim* kaum Ackerflächen vor, die eine geringe bis keine Sensitivität aufweisen, sondern sind in den überwiegenden Bereichen der Region maßgeblich mittlere bzw. sehr hohe Empfindlichkeiten gegenüber Winderosion vorzufinden. Den höchsten Flächenanteil macht das Ackerland mit einer mittleren Empfindlichkeit aus und ist wie die Ackerlandflächen mit einer sehr hohen Empfindlichkeit generell heterogen verteilt. Flächenkonzentrationen der mittleren Empfindlichkeit gibt es im Norden und der sehr hohen Empfindlichkeit im Nordosten der Uckermark. Es besteht ein hoher Kontrast zwischen mittleren und sehr hoch empfindlichen Ackerstandorten; Feldblöcke mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Winderosion sind quasi nicht vorhanden.

In *Lausitz-Spreewald* ist dagegen sowohl die Bandbreite als auch die räumliche Verteilung der Empfindlichkeiten weitaus differenzierter, obgleich hier die Anteile sehr hoher Winderosionsgefährdungsflächen nicht zu vernachlässigen sind. Hier kommen merklich höhere Flächenanteile sehr gering/gering empfindlicher Flächen als in Uckermark-Barnim vor. Sie machen jedoch den geringsten Anteil in der Region aus; der Großteil der Region weist eine mittlere bis sehr hohe Empfindlichkeit auf. Die Ackerstandorte mit mittlerer Empfindlichkeit und die mit einer sehr hohen Empfindlichkeit sind flächenmäßig etwa gleichverteilt. Während die Feldblöcke mit einer sehr

hohen Empfindlichkeit etwas heterogener verteilt sind (mit Schwerpunkten im Lausitzer und Baruther Urstromtal), entspricht der räumliche Schwerpunkt der mittleren Empfindlichkeiten in etwa dem Lausitzer Grenzwall bzw. dem südlichen Landrücken. Der Kontrast zwischen mittleren und sehr hoch empfindlichen Ackerstandorten ist längst nicht so hoch wie in Uckermark-Barnim, da sie von den heterogen verteilten Standorten mit sehr geringer/geringer bzw. hoher Empfindlichkeit flankiert sind.

Abb. 7.19 zeigt diejenigen Ackerflächen auf, von denen eine erhöhte **Gefahr eines Staubeintrages** in angrenzende Verkehrstrassen (Bundesautobahnen, Bundesstraßen) ausgeht. Der Gefährdungsgrad wurde ebenso aus der Erodierbarkeit des Oberbodens abgeleitet (hier mit einer veränderten Klassenanzahl).

Der überwiegende Teil der an die Straßen angrenzenden Ackerstandorte weist in beiden Planungsregionen eine mittlere bzw. sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Winderosion auf. Dabei ist zwar in *Uckermark-Barnim* der Anteil sehr hoch empfindlicher Feldblöcke geringer, dafür aber der prozentuale Anteil (bezogen auf die Gesamtfläche) sowie der Anteil zusammenhängender, empfindlicher Flächen höher (v.a. in der Uckermark).

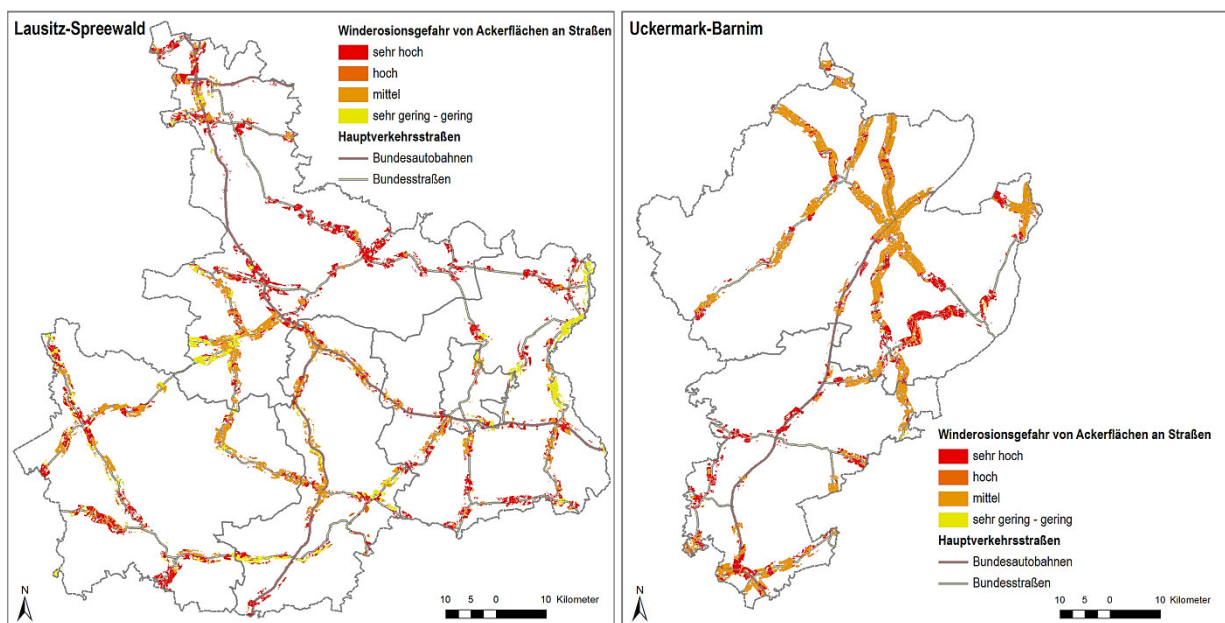


Abbildung 7.19 Winderosionsgefahr von Ackerflächen im Wirkungsbereich zu Bundesautobahnen/Bundesstraßen, klassifiziert nach ihrer Staubaustragsgefährdung; Lagebezogene Auswahl unter Berücksichtigung von Waldflächen.

In *Lausitz-Spreewald* lässt sich die „Zersplitterung“ der Flächen durch den höheren Wald- und geringen Landwirtschaftsanteil erklären. Der höhere Anteil risikoreicher Flächen ist v.a. durch die Lage sowie den größeren Flächenanteil an Verkehrsflächen bedingt.

(3) Die potentielle Empfindlichkeit der landwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber **Wassererosion** wurde aus der Bewertung der Feldblöcke nach ihrer natürlichen Erosionsgefährdung durch Wasser bestimmt. Für die Landwirtschaftsstandorte lassen sich keine allgemeingültigen Aussagen für beide Regionen ableiten. Während die südliche Planungsregion im Durchschnitt eine hohe Robustheit aufweist, ist die nördliche Planungsregion durchschnittlich von einer etwa mittleren Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion geprägt (vgl. Abb. 7.20).

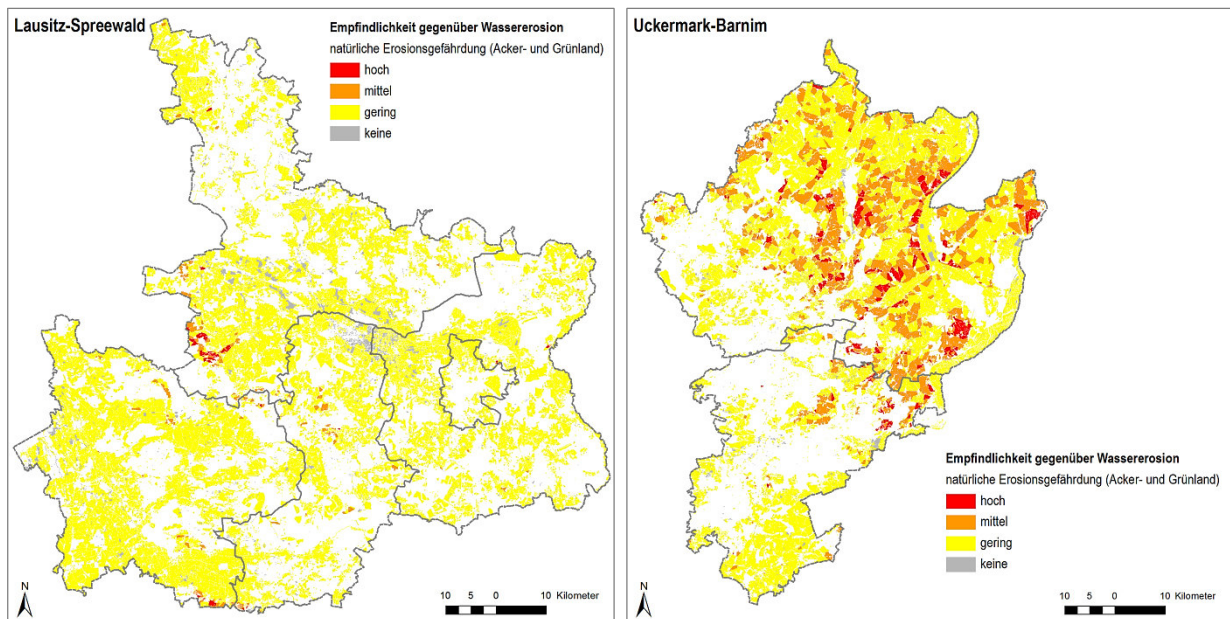


Abbildung 7.20 Bewertung der Empfindlichkeit der Acker- und Grünlandflächen gegenüber Wassererosion anhand der Bewertung der Feldblöcke nach natürlicher Erosionsgefährdung t/ha/a (ohne Akkumulationsbereiche).

In *Lausitz-Spreewald* weist der weitaus überwiegende Teil der Böden eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion auf, was maßgeblich auf die gering(er)en Reliefunterschiede zurückzuführen ist. Dass ist auch darauf zu begründen, dass ein Großteil der regionalen Höhenzüge v.a. durch die Forstwirtschaft genutzt wird.

Auch in *Uckermark-Barnim* finden wir sowohl im Barnim als auch in den Niederungsbereichen zum großen Teil robuste Flächen (eine geringe Empfindlichkeit) gegenüber Wassererosion vor. Die Bereiche mit den höchsten Empfindlichkeiten der Region (mittel-hoch) befinden sich maßgeblich in der Uckermark, wo sich gleichzeitig auch die Böden mit den höchsten Ackerwertzahlen der Region befinden. Die hoch gefährdeten Feldblöcke haben einen weitaus geringeren Anteil als die mit einer mittleren Empfindlichkeit; eindeutige Konzentrationsbereiche lassen sich nicht unbedingt ausmachen, sie korrespondieren aber verstärkt mit zunehmenden Reliefanstieg

Vergleichend weisen die landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Planungsregion Uckermark-Barnim eine weitaus höhere potentielle Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion als in der Planungsregion Lausitz-Spreewald auf, was sich vor dem Hintergrund zunehmender Starkregenereignisse noch verstärken könnte. Bereiche mit besonders hoher naturräumlicher Empfindlichkeit liegen erwartungsgemäß auf den agrarisch genutzten Jungmoränenhochflächen der Grund- und Endmoränenlandschaft im Norden von Uckermark-Barnim, dem östlichen Ausläufer des nördlichen Landrückens. Insgesamt gibt es in der Planungsregion Lausitz-Spreewald einen höheren Anteil an landwirtschaftlichen Nutzflächen, die sowohl gegenüber der Gefährdung durch Wind- und Wassererosion als auch gegenüber Austrocknung eine gewisse Robustheit aufweisen.

Als Ergebnis der **Aggregation** von klimarobusten/-empfindlichen Ackerstandorten und Ackerwertzahlen sind in Abb. 7.21 die räumliche Verteilung sowie der Flächenanteil der entsprechenden Feldblöcke, gegliedert nach Bodengüte in beiden Planungsregionen aufgezeigt. Insgesamt sind die Landwirtschaftsstandorte beider Regionen durch einen hohen Anteil an ertragsarmen Böden gekennzeichnet. Lediglich in der Uckermark finden

wir einen hohen Anteil ertragreicher und als klimaempfindlich eingestufter Ackerflächen vor. In Lausitz-Spreewald als auch in Uckermark-Barnim ist der Anteil klimaempfindlicher Flächen größer als der Anteil an Ackerflächen, welche klimarobust sind. Der prozentuale Flächenanteil (auch die Flächensumme) an robustem Ackerland ist in Lausitz-Spreewald erheblich höher als in der nördlichen Planungsregion. Dies gilt sowohl für klimarobust ertragreiche als auch klimarobust ertragsarme Ackerflächen.

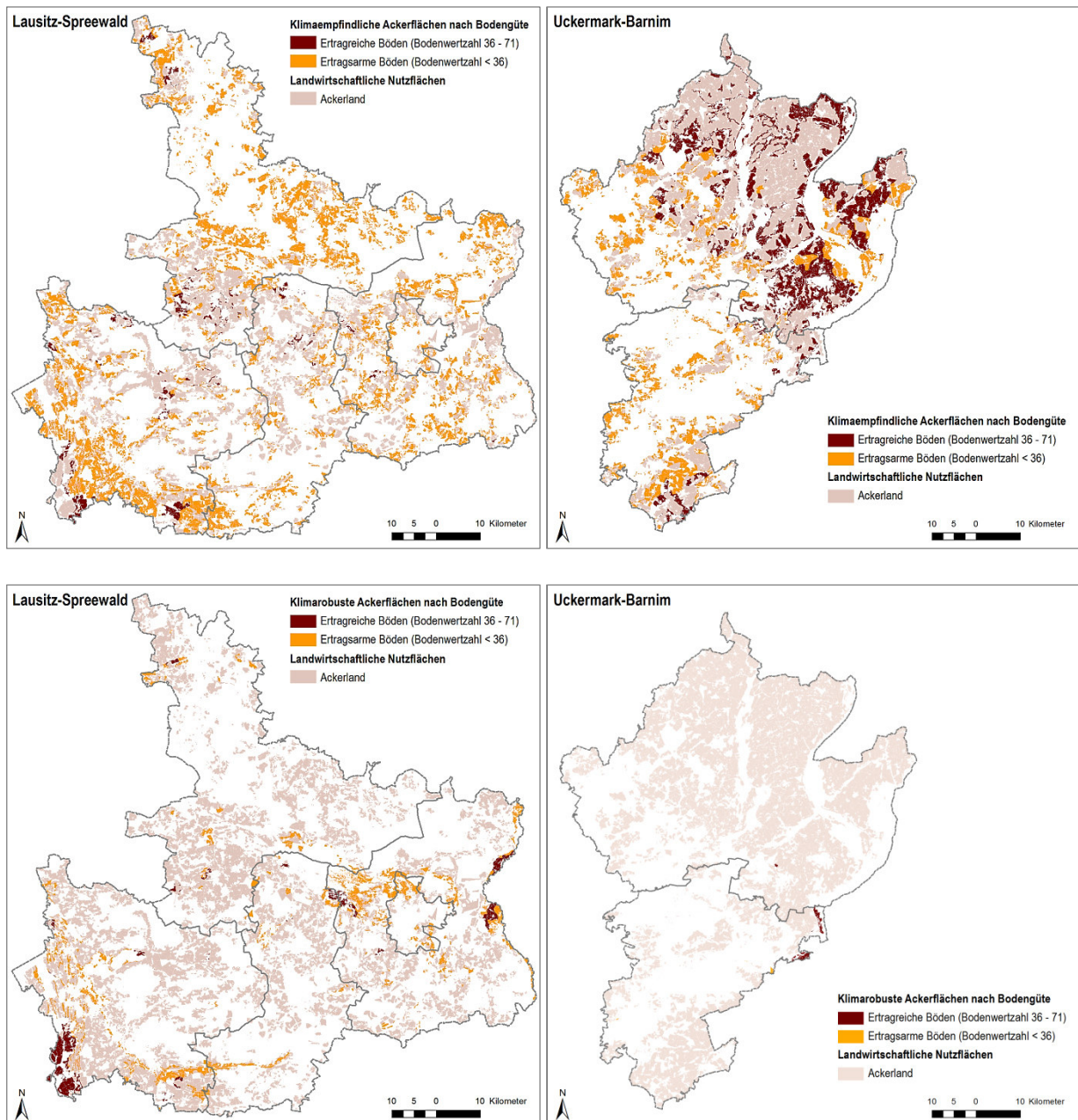


Abbildung 7.21 Überblick zu klimaempfindlichen und klimarobusten Ackerflächen, differenziert nach Bodengüte.

Fazit

Sowohl die Wirkfolgen des Klimawandels als auch die potentiellen Empfindlichkeiten der landwirtschaftlichen Nutzflächen gegenüber den Folgen des Klimawandels sind vielfältig und regional unterschiedlich. Daher muss auch die Landwirtschaft zukünftig an die klimawandelbedingten Risiken bzw. negativen Folgen des Klimawandels angepasst werden. Dies sind v.a. zunehmende Trockenheits- und Hitzeperioden (vor allem in den Frühjahrs- und Sommermonaten), die negative Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz sowie der Zunahme von Starkniederschlägen. Mit den projizierten Veränderungen der Lufttemperatur, Niederschläge, Windgeschwindigkeiten und der Bodenfeuchte (durch Zunahme trockener Perioden) sind – neben der Zunahme einer Austrocknungsgefährdung (insbesondere der Verschärfung von Trocken- und Hitzestress im Sommerhalbjahr) – vor allem Effekte für die Wasser- und Winderosion verbunden. So werfen insbesondere die für Brandenburg zu erwartende Verlagerung der Sommerniederschläge in die Wintermonate sowie die Zunahme sommerlicher Starkregenereignisse in Zukunft besondere Probleme als auch Herausforderungen bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen in Hanglagen auf.

In der Gesamtbetrachtung der Planungsregionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald weisen die Landwirtschaftsflächen anhand der in diesem Projekt untersuchten potentiellen Empfindlichkeiten generell eine erhöhte Exposition gegenüber einer Austrocknungs- und Winderosionsgefährdung auf (hinsichtlich der Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion trifft dies lediglich auf den nördlichen Teil der Planungsregionen Uckermark-Barnim zu). Dieser insgesamt relativ hohe Anteil an klimaempfindlichen Landwirtschaftsflächen erweist sich demnach in beiden Projektregionen als problematisch, insbesondere wenn diese Risiken in Zukunft durch die Folgen des Klimawandels noch verschärft werden.

Besonders flachgründige Böden und Standorte mit geringem Wasserrückhalt (mit niedriger nutzbarer Feldkapazität) sind zukünftig tendenziell stärker betroffen. Vor allem in den Bereichen, wo die Böden bereits eine hohe Sensitivität gegenüber *Trockenheit* aufweisen, ist von einer Verschärfung der Situation durch die zukünftige Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz auszugehen.

Auch der grundsätzliche Rückgang der mittleren Sommerniederschläge führt insbesondere auf bereits winderosionsgefährdeten Standorten zu einer zusätzlichen Begünstigung der *Winderosion*, da die Gefahr der Erhöhung des Bodenabtrages zunimmt (v.a. in den Monaten vor der Saatausbringung sowie nach der Ernte).

In Bezug auf die *Wassererosion* verstärken v.a. Starkniederschläge den potentiellen, naturbedingten Bodenabtrag (insbesondere nach längeren Trockenphasen). Solche Bereiche einer erhöhten Wassererosionsgefährdung sind die Uckermark, Teile des Barnim in der nördlichen Planungsregion sowie vereinzelte Ausläufer des Fläming in der südlichen Planungsregion. Hier ist v.a. das Relief für die hohe Einstufung der Gefährdung verantwortlich.

Im Vergleich zu Uckermark-Barnim hat Lausitz-Spreewald einen weitaus höheren Anteil an landwirtschaftlich genutzten Flächen, die gegenüber Trockenheit als auch Wind- und Wassererosion eine geringe potentielle Empfindlichkeit aufweisen. Im Umkehrschluss dazu ist der Anteil an potentiell empfindlichen Landwirtschaftsflächen in Uckermark-Barnim gegenüber Lausitz-Spreewald höher, vergleicht man ihren Anteil an

der jeweiligen gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Dies gilt insbesondere für die potentielle Empfindlichkeit gegenüber Wassererosion. So gehört die stark reliefierte Landschaft der Uckermark, mit ihren sandig-lehmigen Böden, innerhalb des Landes Brandenburg zu den räumlichen Schwerpunkten mit hoher potentieller Bodenerosionsgefährdung durch Wasser (vgl. KOSCHITZKI ET AL., 2008).

Zur Reduzierung der Sensitivität *besonders gefährdeter Bereiche* empfiehlt sich eine ganzjährige Bodenbedeckung, bodenschonende und an das Relief angepasste Bearbeitungsverfahren, eine stärkere Strukturierung großer Feldblöcke und Heterogenität an Fruchtarten, eine Erhöhung humusfördernder Maßnahmen sowie der Einsatz trockenheitsresistenter und erosionsmindernder Fruchtarten. Insbesondere die stetige Zunahme des Silomaisanbaus in Brandenburg wird als kritisch betrachtet, insbesondere durch seine erosionsfördernden und wasserzehrenden Eigenschaften (vgl. WILLMS ET AL., 2010). Aus landwirtschaftlicher Perspektive ergeben sich nachfolgende Notwendigkeiten, um das Risiko auf besonders *wasser- und winderosionsgefährdeten* Flächen durch angepasstes Nutzungsmanagement zu minimieren:

So sollten im Rahmen der landwirtschaftlichen Nutzung der Naturhaushalt und dessen Funktionsfähigkeit stabilisiert/verbessert werden, was eine Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes einschließt, denn Erosionsschutz vermeidet nicht nur den Abtrag fruchtbaren Bodens, sondern bietet gleichzeitig Fließgewässern Schutz vor einem übermäßigem Schadstoff- und Nährstoffeintrag. Zudem bietet ein humusreicher Oberboden beste Speichermöglichkeiten für Wasser. Um eine Verschärfung der Erosion zu vermeiden, empfehlen sich eine konservierende Bodenbearbeitung quer zum Gefälle sowie die Vermeidung des Anbaus von Reihenkulturen. Durch konservierende (pfluglose) Bodenbearbeitung entsteht ein funktionsfähigeres Gefüge mit verbesserten Stabilitätseigenschaften. Sie stellt daher die wirksamste Maßnahme gegen Wasser- und Winderosion sowie Bodenschadverdichtung dar (vgl. auch WURBS & STEININGER, 2011).

Ausgeräumte Ackerflächen sollen nach dem Konzept der differenzierten Land-/Bodennutzung (vgl. HABER 1998, 2002) in sich diversifiziert werden, um große uniforme Flächen zu vermeiden. In der Ackerbaulandschaft ist die Schlaggröße mit Obergrenze von 25 ha dafür ein wichtiger Parameter. Zudem sollen "naturbetonte" Bereiche reserviert werden oder bleiben. Dadurch wird einerseits ein wichtiger Beitrag zum Biotop- und Artenschutz geleistet, andererseits das Landschaftsbild abwechslungsreicher gestaltet. Ebenso verringern kleine Schläge durch die Verkürzung der Hanglängen die Erosionsgefahr (RPGLS, 1999; LFULG, 2012). Besonders erosionsgefährdete ackerbaulich genutzte Flächen sind hinsichtlich einer möglichen Nutzungsumwidmung in Grünland bzw. in (agro)forstlich genutzte Flächen zu prüfen.

Eine Möglichkeit der regionalplanerischen Steuerung kann die Ausweisung von „Vorranggebieten für den Wasserrückhalt“ in den Niederungen und Senken sein, um der (zunehmenden) Austrocknungsgefährdung auf den Ackerflächen entgegen zu wirken. Ebenso könnten stark austrocknungsgefährdete Bereiche bei einer denkbaren Ausweisung „Vorbehaltsgebiet Landwirtschaft“ zu berücksichtigen sein. Potentiell erosionsgefährdete Bereiche sind ebenso auszuweisen und bei einer möglichen Umwidmung von Ackerstandorten in Grünland/Forstflächen heranzuziehen, z.B. zur Ausweisung von „Vorranggebieten für Waldmehrung“ (vgl. BMVBS, 2010). Durch ihre Regulations- und Regenerationsleistung könnten auch „regionale Grünzüge“ den

Oberflächenwasserabfluss regulieren, die Winderosionsgefährdung minimieren und zur Kühlung der Landschaft beitragen. Die Regionalplanung kann zudem auf informellem Weg Dialogprozesse zwischen Landnutzern initiieren und lenken, um ein Umdenken bei der Bewirtschaftung kritischer Standorte bzw. eine Umnutzung oder eine differenzierte (multifunktionale) Nutzung herbeizuführen.

Seitens der Regionalen Planungsstellen wurden die ertragreichen Ackerflächen als besonders schützenswert erachtet. Insbesondere durch die zunehmende Flächenkonkurrenz im Außenbereich wird die planerische Vorsorge für geeignete landwirtschaftliche Produktionsflächen an Bedeutung gewinnen. Das gilt dann auch ausdrücklich für fruchtbare, klimarobuste Standorte. Die Sicherung solch wertvoller Ackerflächen als auch die Ausweisung besonders empfindlicher bzw. sanierungsbedürftiger Ackerflächen durch die Raumplanung, soll ebenso dazu beitragen, den Naturhaushalt die Lebensraum-, Regelungs-, Filter- und Pufferfunktion der Böden auch langfristig zu erhalten – insbesondere vor dem Hintergrund möglicher Klimaänderungen. Die gegenüber den Klimawandelfolgen besonders empfindlichen bzw. robusten Landwirtschaftsbereiche fließen in Empfehlungen für eine regionalplanerische Steuerung ein, die durch entsprechende Strategien und Instrumente untersetzt werden müssen (vgl. Kap. 7.3).

7.2.3.4 Empfindlichkeit des Landnutzungssektors Wasserwirtschaft

Methodische Ansätze

Der Landnutzungssektor Wasserwirtschaft stellt ein Querschnittsthema dar. Der Landschaftswasserhaushalt fand bereits Berücksichtigung in den Analysen zur Forstwirtschaft und Landwirtschaft. Zusätzlich dazu wurde das Thema Wasserwirtschaft in erster Linie unter dem Aspekt zukünftig abnehmender Wasserverfügbarkeit sowie zunehmender Starkregenereignisse betrachtet. In Zeiten des Klimawandels gewinnt der Rückhalt von Wasser in der Landschaft unter zweierlei Aspekten erhöhte Bedeutung: Einerseits gilt es, die durch steigende Niederschlagsmengen insbesondere in den Wintermonaten erhöhte Hochwassergefahr zu mindern (vgl. BUNDESREGIERUNG 2008, 14). Andererseits ist vor dem Hintergrund abnehmender Niederschläge und erhöhter Verdunstung v.a. in den Sommermonaten verstärkt Wasser in der Landschaft zurückzuhalten, um den Landschaftswasserhaushalt zu stabilisieren (vgl. GERSTENGARBE ET AL. 2003, 45).

Die Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts wird auch als zentrale Anpassungsstrategie für das Gewässersystem in Brandenburg unterstrichen (vgl. HUPFER ET AL 2011, 61). Schon heute wird für die Brandenburger Standgewässer die Eutrophierung als Hauptproblem konstatiert mit der Prognose, dass die in Folge des Klimawandels erwarteten Wasserschwankungen und Starkniederschläge den Eintrag von Nährstoffen in die Gewässer noch erhöhen, wobei davon auszugehen ist, dass die Ausprägungen je nach morphologischen und hydrologischen Merkmalen der Gewässer sehr unterschiedlich ausfallen können (vgl. EBD.).

Folgende Daten wurden für die Analysen verwendet:

- GIS Datensätze, hergestellt unter Verwendung von digitalen Daten der Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1: 300 000 (BÜK 300) / LBGR, Stand: 2004, 2012
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS), Basis-DLM / LGB, Stand: 2012
- Digitales Geländemodell 25 (DGM 25) / LGB Stand: 2004
- Fließgewässernetz/Seen / LUGV, Stand: 2012
- Hochwasser geneigte Gewässerabschnitte / LUGV, Stand: 2013
- Überflutungsflächen im Land Brandenburg / LUGV, Stand: 2014
- Mittlere Abflusspende – Abimo 2.1 / MUGV, Stand: 2009
- Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg (LEP-BB) / MIL, Stand: 2009
- Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) - Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung / MUGV, Stand: 2009

Für die Einschätzung der Empfindlichkeit von Fließ- und Standgewässern in den Planungsregionen, auf die im Teilprojekt 4 nicht flächendeckend eingegangen werden konnte, wird auf die im Zuge der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verfügbaren Daten verwiesen. Mit dem Ziel eines ganzheitlichen Schutz- und Nutzungskonzepts für die europäischen Oberflächengewässer, wurde hier der umfassende Indikator „Ökologischer Gewässerzustand“ eingeführt. Dieser bilanziert den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potential der Gewässer im Sinne einer geringfügigen Abweichung von den jeweiligen natürlichen Bedingungen, und weist den prozentualen Anteil der Wasserkörper an der Gesamtanzahl aller bewerteter Wasserkörper aus, die sich in einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand befinden.

Die Gewässerbewertung gemäß Wasserrahmenrichtlinie orientiert sich dabei an den im Wasser lebenden Organismen, da diese die Gesamtheit aller Einflussfaktoren und Störgrößen widerspiegeln. Die ökologische Zustandsklasse eines Wasserkörpers wird auf Grund der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft (Artenzusammensetzung und Häufigkeiten der einzelnen Arten) sowie dem Grad ihrer Abweichung vom natürlichen Zustand des Gewässertyps bestimmt (vgl. LUGV, 2011). Im Teilprojekt 04 wurde unter Verwendung der Daten zur Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung der Wasserrahmenrichtlinie 2009 anhand des genannten Indikators beispielhaft eine Bewertung von Gewässerabschnitten mit touristischer Bedeutung vorgenommen. Hierzu wurden diejenigen Teilabschnitte (Fließ- und Standgewässer) der im Wassersportentwicklungsplan des Landes Brandenburg ausgewiesenen Hauptwasserwander Routen (LAND BRANDENBURG 2009a), die in den Projektregionen liegen, mit den Angaben zum Qualitätsziel „ökologischer Zustand“ bzw. „ökologische Potential“ abgeglichen.

Im Ergebnis sind bspw. der überwiegende Teil der Hauptwasserwander Route 4 (Havel-Oder-Wasserstraße) in Uckermark-Barnim und ein Großteil der Hauptwasserwander Route 2 (Dahme und Dahme-Umflutkanal, untere Spree) in Lausitz-Spreewald anhand des verwendeten Indikators als empfindlich gegenüber einem verringerten Wasserdargebot einzustufen. Ein erneuter Abgleich kann unter Verwendung des mittlerweile verfügbaren Datensatz zur Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung der Wasserrahmenrichtlinie 2012 vorgenommen werden.

Hochwasser

Hochwasserereignisse werden unter anderem dadurch begünstigt, dass Niederschlagswasser bislang weitgehend möglichst zügig mittels der Vorflut (Drainagen, Gräben, Kanäle, natürliche Fließgewässer) aus der Landschaft abgeführt wird. Dies begünstigt einen schnellen Anstieg der Pegel derjenigen Fließgewässer, die Siedlungen und Infrastrukturen durch Überflutung bedrohen. Dieses Problem wird durch die Klimawandelbedingte Tendenz steigender Niederschlagsmengen in den Wintermonaten und kurzzeitiger Starregenereignisse in den Sommermonaten weiter verschärft. Dem kann teilweise dadurch begegnet werden, dass Niederschlagswasser in der Landschaft zurückgehalten wird (Gebietsretention) und somit verzögert aus der Landschaft ab- und den Vor- und Hauptflutern zugeführt wird. Bei eingetretenen Hochwasserereignissen erhalten Wasserrückhalteflächen (Gewässerretention) eine besondere Bedeutung für den Stoffrückhalt des Bodens durch auftretende Überstauungen (vgl. KÜHN ET AL. 2004). Die Analyse zu verortender Empfindlichkeiten im Bereich Landschaftswasserhaushalt stützte sich zunächst auf die seitens des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz im Rahmen der europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) vorgenommene vorläufige Hochwasserrisikobewertung. Diese setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Mit Verordnung vom 17. Dezember 2009 wurden bereits „Hochwassergefährdete Gewässer und Gewässerabschnitte, bei denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind“ festgesetzt (vgl. LAND BRANDENBURG 2009b). Ergänzend dazu wurden bis Dezember 2011 weitere Gewässerabschnitte identifiziert, an denen ein potenzielles Überschwemmungsrisiko mit besonderer Gefahr für die Schutzgüter „Menschliche Gesundheit“, „Umwelt“, „Kulturerbe“, und „Wirtschaftliche Tätigkeit“ besteht. Die potentielle Überschwemmungsgefahr wurde in diesem Fall anhand der Bodenkundlichen Übersichtskarte im Maßstab

1:300.000 (BÜK 300) ermittelt. Es wurden Auen- und Moorbodenformen als hydromorphe Böden, in denen wasserbedingt ein langfristiger Einfluss besteht oder bestanden hat (mit einem zusätzlichen 500 Meter-Puffer ver-

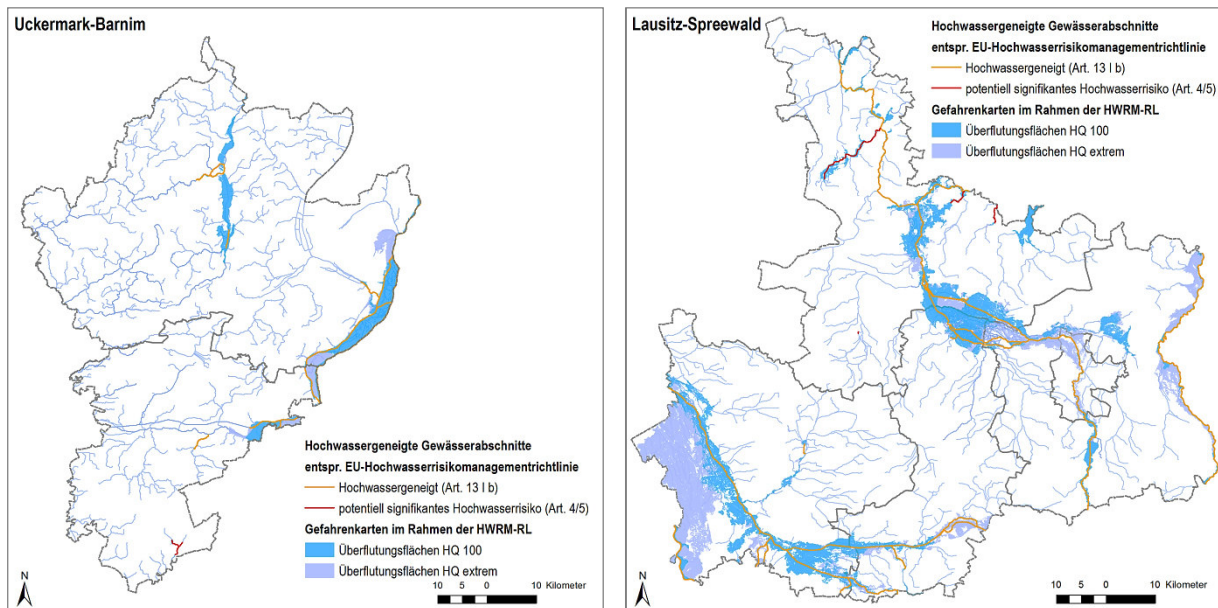


Abbildung 7.22 Hochwassergeneigte Gewässerabschnitte und Überflutungsflächen

sehen) als „wassersensible Bereiche“ ausgewiesen und mit ausgewählten Schutzgütern abgeglichen (vgl. MUGV, O. J).

Die o.g. Schutzgüter wurden anhand von Flächennutzungsdaten aus dem Allgemeinen Topographischen Karten-Informationssystem (ATKIS) ermittelt. Im Einzelnen wurden folgende Flächen herangezogen: Flächen mit Wohnnutzungen > 500 m², Industrie- und Gewerbeflächen, Flächen mit gemischter Nutzung, Flächen mit besonderer funktionaler Bedeutung für die Versorgung, Gesundheit oder kritischer Infrastrukturen (z.B. Kraftwerke).

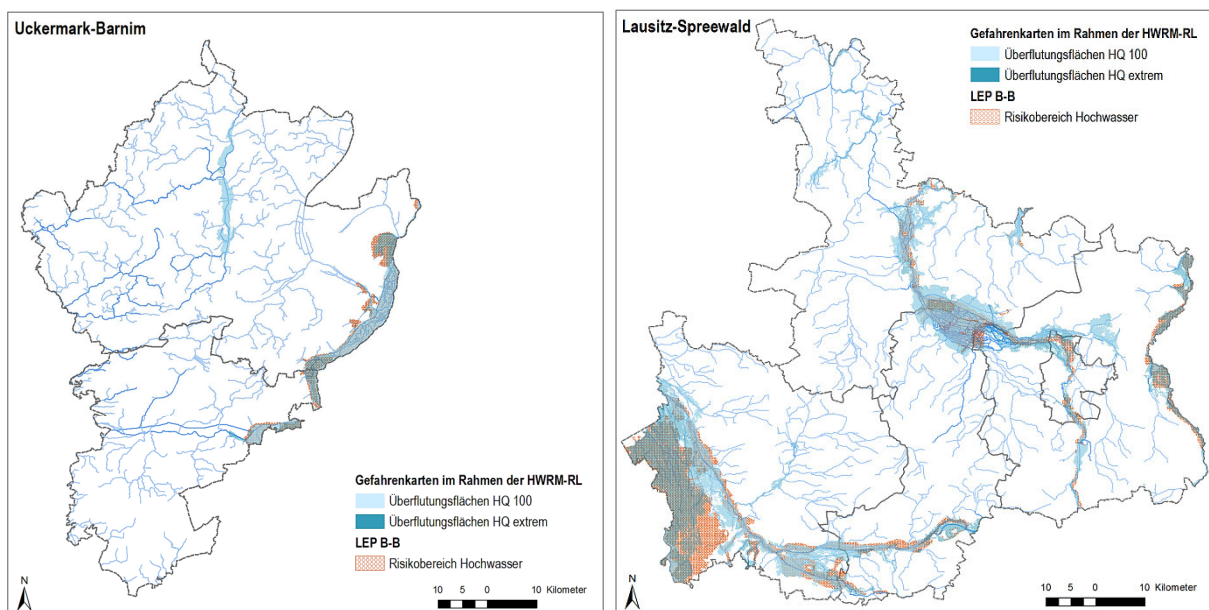


Abbildung 7.23 : Abgleich Gefahrenkarten (HWRM-RL) und Risikobereich Hochwasser (LEP B-B)

Mit Veröffentlichung der „Hochwassergefahren- und -risikokarten“ seitens des MUGV im Januar 2014, liegen nun konkrete Überflutungsflächen für verschiedene Hochwasserszenarien vor. Im Land Brandenburg wurden für insgesamt neun Teileinzugsgebiete (Elbe in der Prignitz, Elbe im Raum Mühlberg, Schwarze Elster, Stepenitz, Havel, Spree, Oder, Lausitzer Neiße und Ucker) Gefahren- und Risikokarten erarbeitet (vgl. MUGV o.J.a).

Für die Identifizierung anpassungsrelevanter Flächen in den beiden Planungsregionen wurden im Weiteren die Hochwasserszenarien HQ 100 (statistisches Eintreten des Hochwassers von einmal in 100 Jahren) und HQ extrem (statistisches Eintreten des Hochwassers von einmal in 200 Jahren sowie einem angenommenen Versagen der Hochwasserschutzeinrichtungen) herangezogen.

In Brandenburg wird das Hochwassergeschehen maßgeblich durch die beiden Flussgebiete Oder und Elbe bestimmt. Entsprechend erstrecken sich die großflächigen Gefahrenbereiche bezüglich Hochwasserereignissen mit einer mittleren Wahrscheinlichkeit in Uckermark-Barnim am östlichen und in Lausitz-Spreewald am süd-westlichen Rand der Planungsregion, hier auch entlang der Schwarzen Elster (s. Abb. 7.25). Weitere Gefahrenschwerpunkte liegen in Uckermark-Barnim entlang der Ucker und in Lausitz-Spreewald entlang der Spree im Spreewald (s. ebd.).

Aus der Bodenkundlichen Übersichtskarte im Maßstab 1: 300.000 (BÜK 300) lassen sich vier Kategorien von Bodengruppen mit nennenswertem Retentionspotenzial für Gewässer- bzw. Gebietsretention ableiten (vgl. KÜHN ET AL. 2004). Diese sind in Tabelle 7.19 aufgeführt.

Kategorie	Anzutreffende Bodentypen	Retentionspotentiale in Gewässerniederungen (Gewässerretention)	Retentionspotentiale in der Einzugsgebietsfläche (Gebietsretention)
1	Gleyböden in holozänen Auen mit hohem Retentionspotential	hohes Retentionspotential als Überflutungsfläche	steuerbares Retentionspotential durch Regulierung d. Entwässerung
2	überwiegend Gleyböden mit hohem Retentionspotential (meist in holozänen Sedimenten)	geringes Retentionspotential als Überflutungsfläche	hohes Retentionspotential für die zeitliche Verzögerung der Gebietsabflüsse
3	überwiegend vergleyte Böden mit teilweise Retentionspotenzial (meist in spätpleistozänen Sedimenten)	kein nennenswertes Retentionspotential als Überflutungsfläche	mittleres Retentionspotential für die zeitliche Verzögerung der Gebietsabflüsse
4	Flächen mit überwiegend verbreiteten Niedermoorböden meist in Niederungsgebieten	Retentionspotential als Überflutungsfläche teilweise vorhanden	hohes Retentionspotential als Senke
0	keine retentionsrelevanten Böden (oder nur kleinflächig in Sander- oder Moränengebieten)	kein Retentionspotential als Überflutungsfläche	Retentionspotentiale sind kleinflächig möglich

Tabelle 7.19 Retentionsflächen nach Kühn et al.

Im Verschnitt der Überflutungsflächen mit den aus der BÜK 300 abgeleiteten Angaben lässt sich anhand der jeweiligen Bodengruppenkategorie das potentielle Retentionspotential für Gewässerretention ermitteln.

Im Ergebnis bilden diejenigen Flächen, die ein besonderes Retentionspotential für Gewässerretention aufweisen, die Flächenkulisse für nachfolgende Flächensicherungen als „Gewässerretentionsfläche zur Hochwasservorsorge“ (s. Abb.7.24).

Parallel zur fachplanerischen Festsetzung der einzelnen Überschwemmungsgebiete bieten die empfohlenen Flächensicherungen auf Ebene der Regionalplanung mittels Vorrang- oder Vorbehaltsgebiet die Möglichkeit einer vorsorgenden und verbindlichen Flächenfreihaltung.

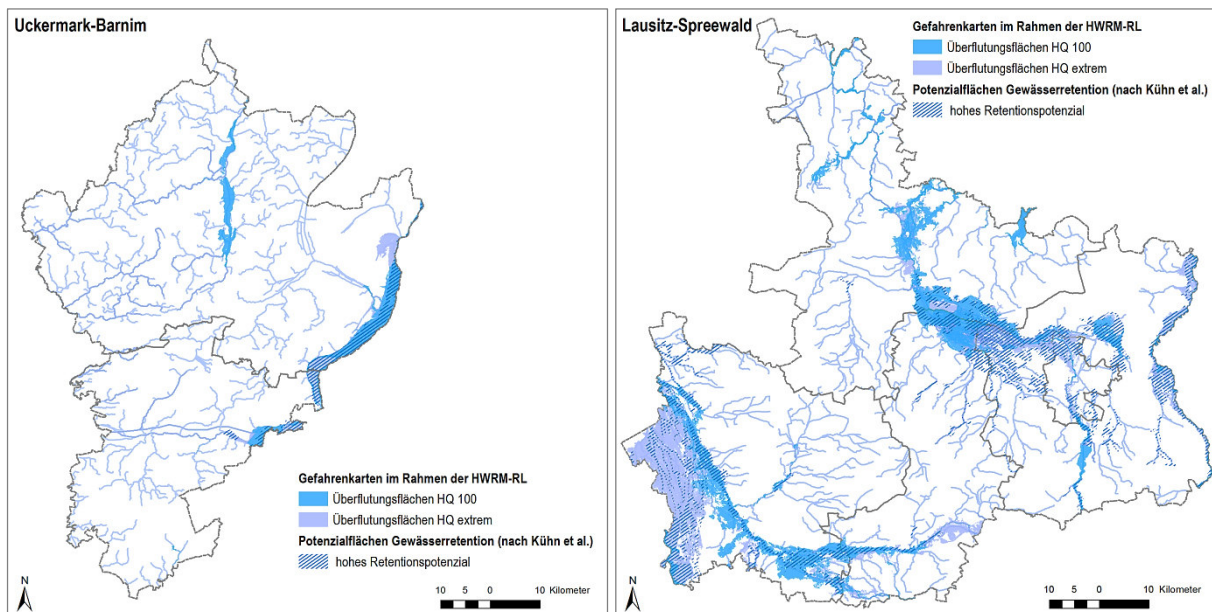


Abbildung 7.24 Abgleich Gefahrenkarten und Potentialflächen für Gewässerretention



Abbildung 7.25 Hochwasser im LK Elbe-Elster (Schraden) an der Schwarzen Elster, Oktober 2010 (Foto: RPS Lausitz-Spreewald)

einbezieht. Ziel ist es, Gefahren durch Hochwasser aufzuzeigen und auf eine hochwasserangepasste Planung und Bebauung hinzuwirken (vgl. GEMEINSAME LANDESPLANUNGSABTEILUNG BERLIN-BRANDENBURG).

Im Abgleich der Überflutungsflächen mit den landesplanerischen Ausweisungen zeigt sich eine Diskrepanz zwischen den aktuellen Überflutungsflächen und dem Risikobereich Hochwasser, z.B. in der Uckermark entlang der Ucker oder im Landkreis Elbe-Elster entlang der Schwarzen Elster, (vgl. Abb. 7.23) der einen akuten Aktualisierungsbedarf unterstreicht.

Aus Gründen der raumordnerischen Vorsorge im Sinne einer frühzeitigen planerischen Einflussnahme enthält der Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg (LEP B-B) die Ausweisung des Risikobereichs Hochwasser, der sowohl die durch das Wasserrecht festgesetzten Überschwemmungsgebiete als auch Flächen, die durch Überschwemmungen gefährdet sind,

Wasserrückhalt / Gebietsretention

Entsprechend der Herangehensweise zur Identifizierung von Potentialflächen für Gewässerretention wurden auch für die Ermittlung geeigneter Gebietsretentionsflächen die aus der BÜK 300 abgeleiteten Daten herangezogen.

Für die GIS-gestützte Ermittlung von Potentialflächen für den Wasserrückhalt in der Landschaft wurden in erster Linie die in den Projektregionen vorkommenden Senken in den Fokus genommen. Anhand des Digitalen Geländemodells (DGM 25) wurden zunächst alle Senken mit einer Fläche ab 1.000 Quadratmeter ermittelt.

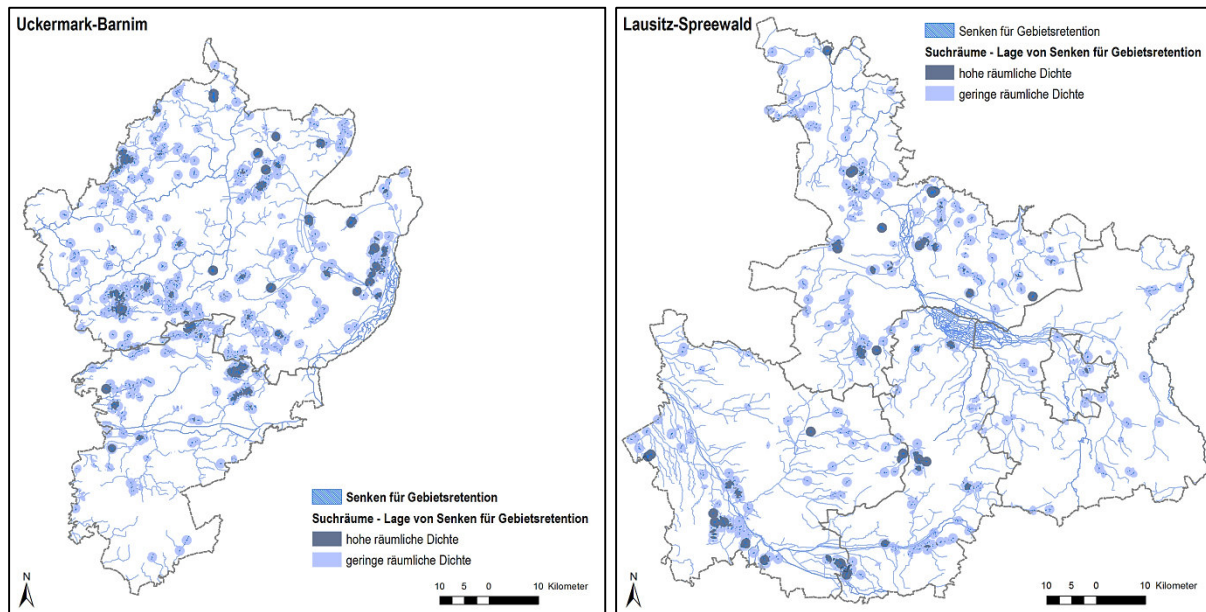


Abbildung 7.26 Potentialflächen für Gebietsretention

Nach Abzug der Standgewässer und versiegelter Flächen (im Einzelnen: Ortslagen, Plätze, Flughäfen, Wohn-, Industrie- und Mischflächen aus dem ATKIS Basis-DLM) und Auswahl derjenigen Senken mit einem Grundwasserflurabstand $> 1\text{m}$ wurden die verbliebenen Senken mit denjenigen aus der BÜK 300 abgeleiteten Bodengruppen, die ein besonderes Potential für Gebietsretention aufweisen (siehe Tabelle 7.19) verschnitten.

Mit Blick auf den Maßstab der Regionalplanung (1:100.000) zeigte sich diese erste Auswahl an Potentialflächen als zu kleinteilig für eine regionalplanerische Betrachtung. In einem weiteren Schritt wurde daher die räumliche Verteilung der Senken mit besonderem Retentionspotential mittels einer Dichteanalyse untersucht. Ziel war es, Gebiete mit einem hohen Vorkommen an geeigneten Senken für Gebietsretention aufzuzeigen und diese prioritär für eine Flächensicherung zu empfehlen. Im Zuge der Dichteanalyse können im GIS einerseits die Anzahl der vorkommenden Senken als auch die Summe der entsprechenden Flächen innerhalb eines festgelegten Radius ermittelt werden.

Im Ergebnis können so zusätzlich zu den für den regionalplanerischen Maßstab sehr kleinteiligen konkreten Senken entsprechende „Suchräume für die Lage von Senken für Gebietsretention“ dargestellt werden (s. Abb. 7.26). Diese Vorauswahl bildet die Flächenkulisse für nachfolgende gezielte Anpassungsmaßnahmen. Im Abgleich mit lokalem Expertenwissen (z.B. Wasser und Bodenverband), relevanten Fachplanungen und in Abstimmung über die Planungsebenen hinweg können auf dieser Grundlage konkrete Flächensicherungen bzw.



Abbildung 7.27 Senke bei Wartin im Landkreis Uckermark

bei starken Niederschlagsereignissen Wasser zu speichern und es bei Bedarf in den Unterlauf der Randow abzugeben.

die Nutzung als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen angestrebt werden. Während einer Exkursion in den Norden der Planungsregion Uckermark-Barnim wurde seitens des Wasser- und Bodenverbands Welse die besondere Bedeutung ausgewählter Senken für den Landschaftswasserhaushalt bestätigt. Abb. 7.27 zeigt eine Senke bei Wartin, die ein besonderes Potential aufweist,

7.2.4 Ableitung geeigneter regionalplanerischer Instrumente zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Die Darstellungsrichtlinie (vgl. hierzu oben, 4.2) bildet die Grundlage für regionalplanerische Ausweisungen zur Anpassung an den Klimawandel; hier wird auch seitens des Forschungsprojekts mittels raumkonkreter Anpassungsempfehlungen angeknüpft. Es hat wie bereits oben in 4.2 erwähnt im Laufe der Forschungsarbeiten gezeigt, dass der Instrumentenkatalog der aktuellen Darstellungsrichtlinie nicht ausreicht, um eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel in Angriff zu nehmen – erst Recht nicht in einem Bundesland wie Brandenburg, in dem besonders hohe Flächenanteile von der Land- und Forstwirtschaft eingenommen werden und der Landschaftswasserhaushalt aufgrund der geringen Niederschläge regelmäßig vor großen Herausforderungen steht. Vor der Erweiterung des Instrumentenkatalogs wurden deshalb zunächst die Instrumentenkataloge ausgewählter weiterer Planungsregionen auf Gebietskategorien überprüft, die für eigene Empfehlungen als Orientierung dienen könnten; vgl. dazu die Übersichtstabelle auf beiliegender DVD. Ergebnis dieser Analyse, der Schlussfolgerungen aus der eigenen Untersuchung zur Empfindlichkeit der Landnutzungssektoren sowie Gesprächen mit Projektpartnern ist folgender, zur Aufnahme in die Darstellungsrichtlinie empfohlener Katalog anpassungsspezifischer Instrumente:

Themenfeld	Empfehlung für mögliche Klimawandel-relevante Gebietsausweisungen	Gebietskategorie
Hochwasservorsorge	Gebiete zur Sicherung von Retentionsflächen zur Hochwasservorsorge	Ziel oder Grundsatz
Wasserrückhalt	Flächen für Gebietsretention	Ausschlusskriterium für Vorbehaltsgebiete Landwirtschaft
Landwirtschaft	Gebiete zur Sicherung ertragreicher Ackerflächen	Grundsatz
Klimarobuste Landwirtschaftsflächen	Gebiete zur Sicherung klimarobuster Ackerflächen	Grundsatz Weiteres Ziel der Raumordnung
Klimaempfindliche Landwirtschaftsflächen	Sanierungsgebiet klimaempfindliche Agrarlandschaft	Hinweis / Empfehlung in Erläuterungskarte
Klimaempfindliche Infrastruktur (LW)	Sanierungsgebiet Agrarlandschaft (Gefährdungspotential Staub)	Hinweis / Empfehlung in Erläuterungskarte
Klimarobuste Waldflächen	Gebiete zum Schutz klimarobuster Waldflächen (Gebiete für Waldschutz)	Ziel oder Grundsatz
Erholungswälder	Gebiete zum Schutz klimarobuster Erholungswälder	Ziel
Waldmehrerung	Gebiete für Waldmehrerung	Grundsatz

Tabelle 7.20 Empfehlungen für Klimawandel-orientierte Gebietskategorien und -ausweisungen für eine klimaadaptierte Regionalplanung in den Projektregionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald

Tabelle 7.20 beinhaltet Empfehlungen für regionalplanerische Festlegungen in Form von Gebietskategorien zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Die Gebietsausweisungen erfolgen in Form von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten zur flächenhaften Sicherung einzelner Raum- und Landnutzungen. Zusätzlich werden sektorale Zielfestsetzungen informeller Art in Form von textlichen und kartographischen Erläuterungen vorgenommen, um Klimawandel-bedingten Risiken entgegen zu wirken (z.B. Schwerpunktbereiche für

Waldumbau). Eine Konkretisierung der Gebietsfestlegungen sollte auf Grundlage vertiefender Analysen durch entsprechende Fachplanungen (z.B. bzgl. Vorranggebieten für Gebietsretention) erfolgen.

Der Fokus der zur Anpassung an den Klimawandel empfohlenen neuen Gebietskategorien liegt auf der Sicherung besonders Klimawandel-robuster Flächen der Land- aber auch der Forstwirtschaft. Vor dem Hintergrund zunehmender Verknappung von Agrarflächen vor allem durch Landspekulation, den Anbau von Energiepflanzen und Bebauung gilt es, gerade solche Ackerflächen durch die Ausweisung als Vorbehaltsgebiete langfristig für die Landwirtschaft zu erhalten. Ergänzt werden sollte diese Flächensicherung durch raumkonkrete Hinweise zur Sanierung ertragreicher, jedoch aktuell Klimawandel-empfindlicher Ackerstandorte. Auch im Bereich der Forste und Wälder steht die Sicherung besonders Klimawandel-robuster Flächen durch die Ausweisung von Vorranggebieten im Vordergrund. Zentrales Anliegen dessen ist es, als Erholungswald ausgewiesene Gebiete vor dem Hintergrund zunehmender Hitzeperioden in ihrer Funktion langfristig zu erhalten. Eine Intensivierung des Wasserrückhalts in den Planungsregionen sollte vor allem vor dem Hintergrund zunehmender Frühjahrs- und Sommertrockenheit erfolgen mit dem Ziel, das Grundwasserdargebot für die Landnutzung, die Sicherung wassergebundener Lebensräume und den wasserbezogenen Tourismus aufrecht zu erhalten. Gleichzeitig unterstützt der Wasserrückhalt in der Fläche den vorbeugenden Hochwasserschutz in Form eines verlangsamten Abflusses. Als Ansatzpunkt für die Gewährleistung eines verbesserten Wasserrückhalts wird die Nutzung von Senken ab einer Größe von 1.000m² auf retentionsgeeigneten Böden empfohlen. Nachfolgende erfolgt die Erläuterung der Gebietskategorien im Einzelnen.

Gebiete zur Sicherung von Retentionsflächen zur Hochwasservorsorge

Vorrang- und Vorbehaltsgebiet Hochwasserschutz

Die klimawandelbedingte Zunahme von Starkregen- und damit einhergehend der qualitative und quantitative Anstieg von Hochwasserereignissen führt zur Notwendigkeit, neue Flächen auszuweisen, die geeignet sind, als Überflutungsgebiete Hochwasserspitzen abzufangen und die Gefährdung v.a. für Siedlungen zu minimieren. Neben den technischen Hochwasserschutzmaßnahmen gewinnen deshalb die Erhaltung und Wiedergewinnung von Überschwemmungsgebieten sowie eine angepasste Flächennutzung in überschwemmungsgefährdeten Gebieten an Bedeutung. Notwendig ist die Ermittlung und Ausweisung von Flächen an Gewässern, in denen eine besonders starke Hochwassergefährdung und gleichzeitig ein hohes Retentionspotenzial bestehen (Gewässerretention).

Die Fachplanung (LUGV) im Land Brandenburg erarbeitet derzeit entsprechend der europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie detaillierte Risiko- und Gefahrenkarten. Mit dem Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts vom 31. Juli 2009 wurde die EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie in deutsches Recht umgesetzt. Die Richtlinie gibt den Mitgliedstaaten den folgenden Zeitplan vor:

bis 22. Dezember 2011: Abschluss der vorläufigen Bewertung

bis 22. Dezember 2013: Erstellung der Risiko- und Gefahrenkarten

bis 22. Dezember 2015: Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne.

Auf Grundlage der durch die Fachplanung identifizierten Gefahrenbereiche werden Empfehlungen für die Ausweisung von Retentionsflächen zum Wasserrückhalt an Gewässern bei Hochwasserereignissen als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete gegeben. Diese Gebietsausweisung hat zum Ziel, Flächen dahingehend zu sichern, dass diese während Hochwasserereignissen als Überflutungsflächen zur Verfügung stehen. Dies bedeutet, dass die in hochwasserfreien Zeiten stattfindende Nutzung einer kurzfristigen Überflutung nicht entgegenstehen darf – letztlich ist hier die Nutzung als Dauergrünland oder aber als Auwald die naheliegendste Nutzungsform.

Untenstehend in Abb. 7.28 die mögliche Ausweisung von Retentionsflächen an der Oder bei Schwedt sowie die bereits erfolgte Ausweisung von Vorranggebieten Hochwasserschutz in Westsachsen.

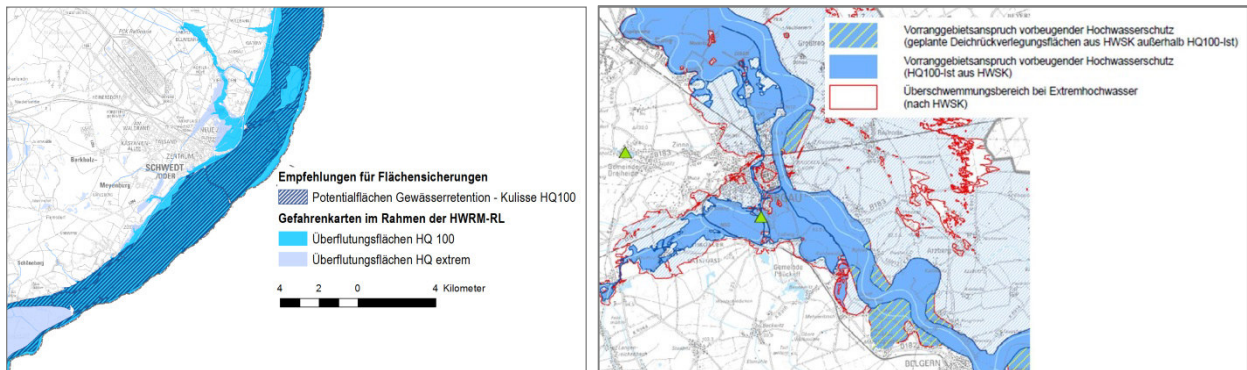


Abbildung 7.28 Empfohlene Gebiete für Gewässerretention (Uckermark-Barnim) (li.); Gebiete für Hochwasserschutz (incl. Wasserrückhalt) in der Planungsregion Westsachsen (re.) (Karte: Regionaler Planungsverband Westsachsen, Regionalplan, 2008)

Gebiete für Wasserrückhalt

Vorbehaltsgebiete für Gebietsretention

Der klimawandelbedingte Temperaturanstieg und die Zunahme von Trockenperioden sowie Starkregenereignissen stellen auch die Raumplanung vor die Herausforderung, zunehmend Wasser in der Fläche zurückzuhalten. Im Gegensatz zum Hochwasserschutz handelt es sich hier um vorbeugende Maßnahmen, die einerseits dazu beitragen sollen, dass Niederschlagswasser weniger schnell die Fließgewässer erreicht und stattdessen am Ort des Niederschlags bzw. der nahen Umgebung verbleibt (Gebietsretention). Gleichzeitig trägt dieser Wasserrückhalt dazu bei, dass der Landschaftswasserhaushalt stabilisiert wird. Dies ist insbesondere in Regionen mit geringen Jahresniederschlägen wie z.B. den betrachteten Projektregionen von zunehmender Bedeutung.

In Kapitel 7.2.3 wurde dargestellt, dass bestimmte Flächen auf Grund ihrer Reliefierung, Bodenbeschaffenheit besonders geeignet sind, größere Wassermengen aufzunehmen und über längere Zeiträume zu speichern und somit ein hohes Retentionspotential aufweisen.

Zur Sicherung dieser Potentialflächen für Gebietsretention wird eine Ausweisung im Rahmen der Raumplanung in Form von Vorbehaltsgebieten empfohlen. Denkbar ist jedoch auch, die Eignung einer Fläche zur Gebietsretention als Negativkriterium für die Ausweisung von Vorbehalts- bzw. Vorranggebieten für Landwirtschaftsflächen zu formulieren. Problematische staunasse Ackerflächen in Senken könnten vor diesem Hintergrund als Gebiete für Wasserrückhalt „aufgewertet“ werden; sie bieten sich z.B. in hohem Maße als ökologische Vorrangflächen im Zuge des sogenannten „Greenings“ an. Die Gemeinsame Europäische

Agrarpolitik (GAP) schreibt ab 2015 Betrieben mit mehr als 15 Hektar Ackerfläche vor, 5 % ihrer Ackerfläche als ökologische Vorrangfläche auszuweisen, um den notwendigen Schutz bzw. entsprechende Verbesserungen der biologischen Vielfalt sowie im Bereich des Wasser- und Bodenschutzes zu erzielen (vgl. UBA 2014).

Nachfolgend in Abb. 7.29 mögliche Ausweisungsflächen für Gebietsretention in der Uckermark sowie Gebiete zur Erhaltung / Stabilisierung des Wasserhaushalts, bereits ausgewiesen in Westsachsen.

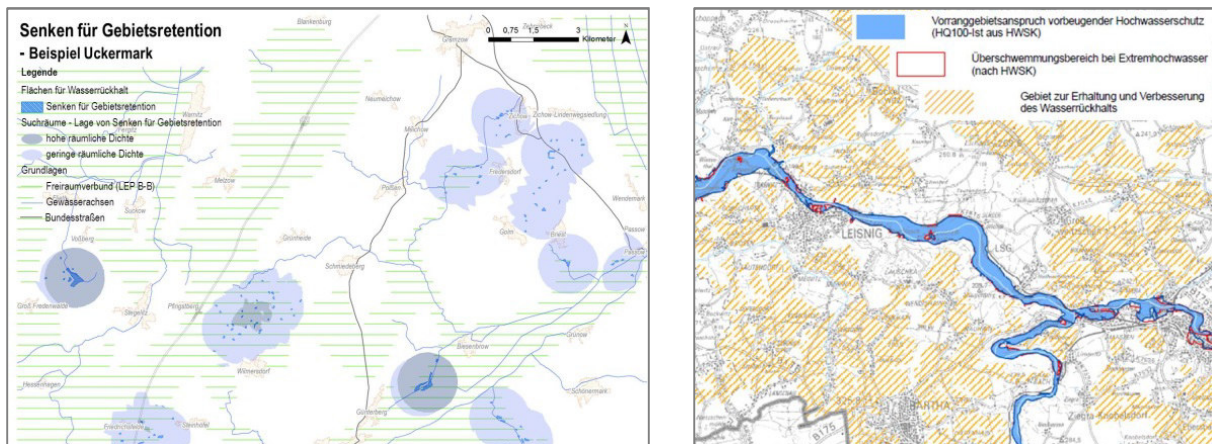


Abbildung 7.29 Empfohlene Gebiete für Gebietsretention (LK Uckermark) (li.); ausgewiesene Gebiete für Landschaftswasserhaushalt und Hochwasserschutz in Westsachsen (Karte: Regionaler Planungsverband Westsachsen, Regionalplan 2008) (re.)

Gebiete für Landwirtschaft

Nicht nur in der Landwirtschaft selbst entstehen Nutzungskonflikte (Energiepflanzen vs. Lebensmittel), vor allem von außen stehen Ackerflächen unter Druck: Baugebiete, Windkraft, Straßenbau, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen etc. sind nur einige Beispiele für „Begehrlichkeiten“ in Richtung landwirtschaftlicher Flächen. Bodenspekulation, vor allem in den ostdeutschen Bundesländern, verschärft die Verfügbarkeit von Ackerflächen für Landwirte. Der Klimawandel mit seinen Folgen auch für die Landwirtschaft – Trockenheit, Starkregen, Stürme etc. – stellt die Landwirtschaft nochmals vor neue Herausforderungen und wird dazu führen, dass besonders empfindliche Flächen ggf. ganz aus der Nutzung herausfallen; vgl. hierzu die Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse. Diese Problematiken treffen eine Region wie die Uckermark mit einem im Bundesdurchschnitt überdurchschnittlichen Anteil an Landwirtschaftsflächen ganz besonders, zudem hier die Bodengüte insgesamt niedrig angesiedelt ist. Deshalb erscheint es besonders wichtig, raumplanerisch diejenigen Ackerflächen zu sichern, die einerseits ertragreich und / oder andererseits robust gegenüber Trockenheit und Erosion sind. Hierzu werden konkret folgende Instrumente vorgeschlagen:

Gebiete zur Sicherung ertragreicher Ackerflächen

Ertragreiche Ackerflächen sollten als „kostbares Gut“ landwirtschaftlicher Nutzung besonders vor dem Zugriff durch anderweitige, landwirtschaftliche Produktion dauerhaft ausschließende Nutzungen bewahrt werden. Deshalb wird hier die Empfehlung ausgesprochen, diese Flächen mindestens als Vorbehaltsgebiet abzusichern, um der Landwirtschaft in der Abwägung mit anderen Nutzungen zumindest einen besonderen Stellenwert beizumessen.

Gebiete zur Sicherung klimarobuster Ackerflächen

Für klimarobuste Ackerflächen – also solche, die gegenüber Trockenheit und Erosion wenig bis gar nicht empfindlich sind – gilt ebenfalls, dass sie einem besonderen raumplanerischen Schutz im Sinne eines Vorbehaltsgebiets unterliegen sollten. Ganz besonders gilt dies dann, wenn diese Flächen gleichzeitig auch noch ertragreich sind – dann erscheint auch die Ausweisung von Vorranggebieten geboten.

Sanierungsgebiet klimaempfindliche Agrarlandschaft

Intention dieser Ausweisung ist nicht die Flächensicherung, sondern der raumplanerische Hinweis für Landnutzer, Fachbehörden etc., dass diese Flächen aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit und Erosion dahingehend besonders fokussiert werden sollten, dass die Empfindlichkeit reduziert wird. Eine „Sanierung“ dieser Fläche kann dann bedeuten, dass z.B. eine erosionsmindernde, die Bodenfeuchte fördernde Bearbeitung erfolgt oder aber Strukturelemente wie z.B. Hecken in die Landschaft eingebracht werden, die Austrocknung und Erosion vermindern. Die Bezeichnung „Sanierungsgebiet“ löst dabei keine Handlungspflicht der betroffenen Landwirte aus, sondern bezeichnet lediglich einen Bedarf.

Sanierungsgebiet Agrarlandschaft (Gefährdungspotential Staub): Diese Gebietskategorie ist im Schnittbereich zwischen Landwirtschaft und Infrastruktur angesiedelt. Ziel ist es, winderosionsbedingte großflächige Verwehungen von Bodenpartikeln in Richtung vielbefahrener Straßen zu vermeiden. Theoretisch könnten hier auch technische Maßnahmen des Staubschutzes zur Reduzierung der Unfallgefahren beitragen; dies ist jedoch angesichts der Vielzahl betroffener Straßenabschnitte finanziell fast unmöglich. Gleichzeitig würden hierbei lediglich Symptome, jedoch nicht Ursachen beseitigt. Deshalb erscheint es sinnvoll, auf diese Flächen mithilfe von Erläuterungskarten dahingehend hinzuweisen, dass hier Handlungsbedarf in Richtung einer erosionsmindernden Ackerbewirtschaftung besteht, vgl. vorstehende Gebietskategorie.

Nachfolgende Karten in Abb. 7.30 zeigen ertragreiche und ertragsarme Ackerflächen als Grundlage für die Ausweisung von Vorbehaltsgebieten „Ertragreiche Landwirtschaftsflächen“ in der Region Uckermark-Barnim sowie die bereits erfolgte Ausweisung von Vorbehaltsgebieten Landwirtschaft im Regionalen Raumordnungsprogramm Vorpommern:

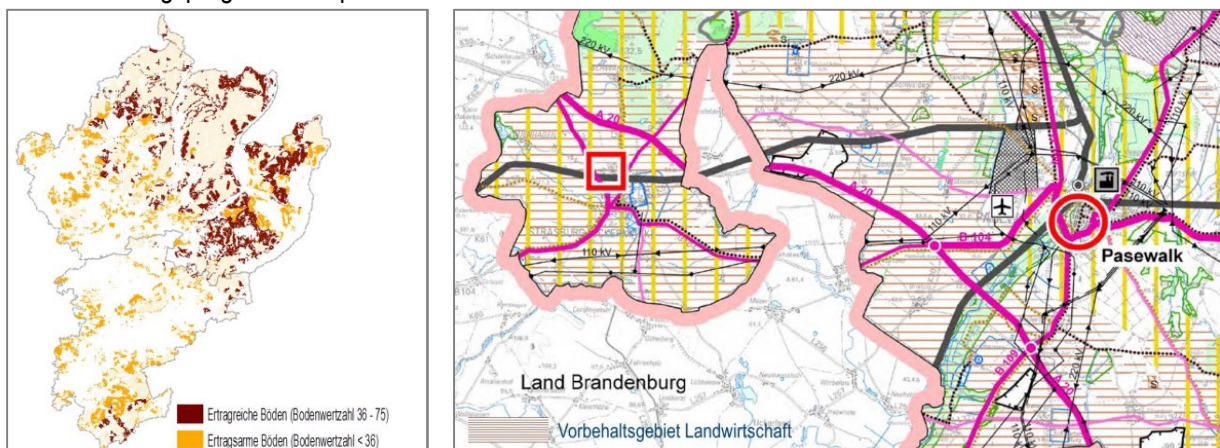


Abbildung 7.30 Ertragreiche und ertragsarme Ackerflächen als Ausweisungsgrundlage für Vorbehaltsgebiete Landwirtschaft im LK Uckermark (li.); ausgewiesene Vorbehaltsgebiete Landwirtschaft bei Pasewalk ((Regionales Raumordnungsprogramm Vorpommern) (re.)

Gebiete für Forstwirtschaft

Anlass zur Empfehlung der Neuaufnahme dieser Gebietskategorien in die Darstellungsrichtlinie ist einerseits die zunehmende Bedeutung von Waldflächen im Klimawandel (Erholung, Lebensraum, Kaltluftentstehung, Wasserspeicher), andererseits deren zunehmende Gefährdung. Aus diesem Grund erscheint ein explizit auf die Sicherung klimarelevanter Waldflächen ausgerichtetes Planungsinstrument notwendig. Dieses sollte als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiet „Waldschutz“ ausgerichtet sein.

Dabei wird es nicht darum gehen, jede Klimawandel-robuste Waldfläche zu sichern, sondern vor allem solche, die für die Anpassung an den Klimawandel besonders relevant sind, und dies besonders vor dem Hintergrund der Erholungseignung und -funktion der Wälder und Forste.

Darüber hinaus sollte es grundsätzlich Ziel der Regionalplanung sein, generell einen möglichst hohen Waldanteil an der Gesamtfläche zu erhalten bzw. anzustreben; strukturell sind klimaplastische, also robuste, langfristig anpassungsfähige Waldgesellschaften anzustreben. Deshalb gilt es, den Anteil des Waldes an der Gesamtfläche der Region mindestens zu sichern bzw. wo möglich zu erhöhen und bestehende Klimawandel-robuste Waldgebiete zu erhalten. Eine Erhöhung des Waldanteils erscheint z.B. im Norden der Planungsregion Uckermark-Barnim in den waldarmen Gebieten der Uckermark aber auch auf ehemaligen Tagebauflächen der Region Lausitz-Spreewald angezeigt.

Die Regionalplanung kann zur Erreichung o.g. Ziele in folgender Form beitragen:

Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten für Waldschutz (Gebiete zum Schutz klimarobuster Waldflächen / Gebiete zum Schutz klimarobuster Erholungswälder): Diese Ausweisung sichert bestehende (robuste) Waldflächen; andere Nutzungen sollten zugunsten bestehender stabiler Waldgebiete planerisch zurückgestellt werden. Dies betrifft insbesondere solche Waldgebiete, die im näheren Umfeld von Siedlungen liegen und damit für die Naherholung einen besonders hohen Stellenwert aufweisen bzw. bereits explizit als Wälder mit Erholungsfunktion ausgewiesen sind. In diesem Fall sollte die Ausweisung als Vorranggebiet erfolgen.

Vorbehaltsgebieten für Waldmehrung: Erhöhung des Waldanteils in der Region durch Ausweisung von Flächen, die der Aufforstung (klimastabiler) Wälder vorbehalten sind. Besonders in waldarmen siedlungsnahen Bereichen sollten Flächen regionalplanerisch gesichert werden, die zukünftig vorrangig der Etablierung neuer Wälder vor allem zu Erholungszwecken dienen können.

Darüber hinaus kann in Erläuterungskarten auf besonders empfindliche Waldflächen hingewiesen werden, innerhalb derer Maßnahmen zum Waldumbau besonders dringlich erscheinen.

Nachfolgende Karten in Abb. 7.31 zeigen beispielhaft die mögliche Umsetzung der Gebietskategorie „Vorranggebiet Waldschutz“ (Gebiete zum Schutz klimarobuster Erholungswälder) in der Planungsregion Uckermark-Barnim sowie die bereits erfolgte Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Wald in der Planungsregion Rheinhessen-Nahe:

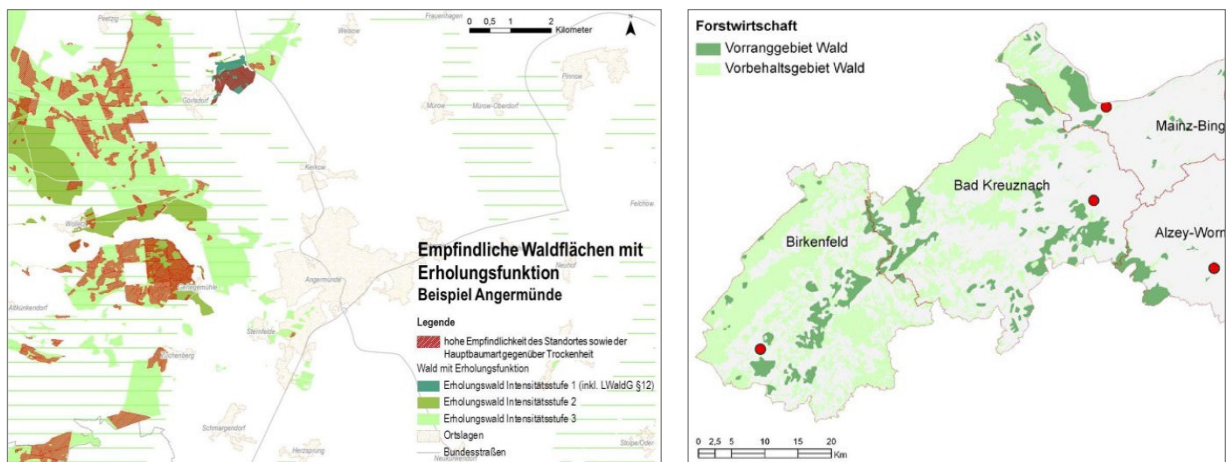


Abbildung 7.31 Empfindliche Waldflächen mit Erholungsfunktion im LK Uckermark als Ausweisungsgrundlage für Vorbehaltsgebiete Waldschutz / Empfehlung für Waldumbau (li.); ausgewiesene Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Wald (Karte: Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe) (re)

Die hier dargestellten Gebietskategorien sind in Art und Umfang mit der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg als Genehmigungsbehörde der Regionalplanung abgestimmt – ein Prozess, der intensive Verhandlungen darum bedeutete, ob das derzeit angewendete regionalplanerische Instrumentarium überhaupt um sektorenspezifische Gebietskategorien erweitert werden soll. Aus Sicht der Landesplanung bestand zunächst keinerlei Änderungsbedarf an den aktuell gesetzlich möglichen ausschließlich multifunktionalen Ausweisungen in Form der Kategorie „Freiraumverbund“. Die aus Sicht der Forschung und der Regionalen Planungsstellen angestrebte praktische Umsetzung der in Tabelle 7.20 dargestellten Empfehlungen für Gebietskategorien innerhalb Integrierter Regionalpläne setzt jedoch voraus, dass die aktuell gültige Darstellungsrichtlinie für die Regionalplanung in Brandenburg (MIR 2009) eine Überarbeitung erfährt. Notwendig wäre eine Untergliederung der bisherigen Kategorie „Freiraum“, um (i) den Landnutzungssektoren und ihren spezifischen Anforderungen besser Rechnung zu tragen und nicht in der Bedeutungslosigkeit der Kategorie Freiraum verschwinden zu lassen, (ii) das Thema Klimawandel in die einzelnen Handlungsfelder besser zu integrieren und (iii) die Darstellungsrichtlinie übersichtlicher zu gestalten sowie nicht zuletzt (iv) auf dieser Grundlage eine bessere Transparenz und damit verbunden auch Akzeptanz auf der Grundlage einer sachlich begründeten Argumentation zu schaffen.

7.2.5 Regionalplanerische Relevanz sektoraler Anpassungsstrategien

Die Ergebnisse der Analyse zur regionalplanerischen Relevanz sektoraler Anpassungsstrategien finden sich auf der diesem Dokument beiliegenden DVD.

7.2.6 Analyse anpassungsrelevanter Wechselwirkungen: Konflikte und Synergien zwischen Handlungsfeldern

Die Ergebnisse der Analyse zur Analyse anpassungsrelevanter Wechselwirkungen finden sich in tabellarischer Form auf der diesem Dokument beiliegenden DVD.

7.3 Formulierung von anwendungsorientierten Empfehlungen für die Praxis

Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels stellt eine große strategische Herausforderung für die Raumplanung dar. Auch die Regionalplanung kann hinsichtlich notwendiger klimaadaptiver Anpassungsmaßnahmen nur reagieren, wenn deutlich ist, welche räumlichen Nutzungen und Naturgüter in welcher Form vom Klimawandel voraussichtlich beeinträchtigt werden (BMVBS, 2011). Wie in Kap. 7.2.3 dargestellt, wurden die potentiellen Sensitivitäten sektoraler Handlungsbereiche gegenüber veränderten Klimakenngrößen untersucht und gegenüber den Klimawandelfolgen besonders empfindliche bzw. robuste Landnutzungsbereiche identifiziert. Zur Steuerung der sich abzeichnenden Raumnutzungskonflikte, die sich unter den Bedingungen des Klimawandels weiter verstärken, wurden existierende planerische Instrumente herangezogen und weiterentwickelt. Darauf aufbauend wurden in enger Abstimmung mit den Praxispartnern und der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg konkrete Plankategorien und deren Anwendbarkeit in den Planungsregionen diskutiert.

Im Ergebnis wurden unter Berücksichtigung der Grundsätze raumplanerischer Abwägung die unten aufgeführten Empfehlungen für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in den Planungsregionen formuliert. Die Empfehlungen gliedern sich jeweils in „Empfehlungen für Flächensicherungen“ und in „Weitere Empfehlungen der Raumordnung“. Erstere zielen auf die Ausweisung konkreter Flächen als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiet, auf Grundlage der identifizierten Flächenkulissen und in Abwägung mit weiteren Belangen, ab. Letztere zeigen einen Anpassungsbedarf auf, der sich nicht in erster Linie durch Priorisierung einer bestimmten Raumnutzung bzw. nicht ohne weiteres in einer verbindlichen Plankategorie umsetzen lässt.

Die diesem Kapitel angehängten Karten zu den Empfehlungen für Flächensicherungen bzw. zu den weiteren Empfehlungen der Raumordnung dienen v.a. der Orientierung zur Verteilung und Häufigkeit ihres Auftretens innerhalb der Planungsregionen. Eine genaue Verortung der Flächen lässt sich mittels der Karten im Anhang vornehmen.

7.3.1 Forstwirtschaft

Ziel: Sicherung von anpassungsrelevanten Waldflächen und Kennzeichnung von Flächen, die klimawandelbedingt potentiell beeinträchtigt werden bzw. Gefahrenpotentiale bergen

Empfehlungen für Flächensicherungen (Vorrang/Vorbehalt):

- Vorrang: Klimarobuste Erholungswaldflächen (geringe Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit)
- Vorbehalt: Klimarobuste Waldflächen (geringe Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit)

Weitere Empfehlungen der Raumordnung:

- Klimaempfindliche (Erholungs-)waldflächen (hohe Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit) – Flächen für Waldumbau

7.3.2 Landwirtschaft

Ziel: Sicherung klimarobuster ertragreicher Ackerflächen und Kennzeichnung von Flächen, die klimawandelbedingt potentiell beeinträchtigt werden bzw. Gefahrenpotentiale bergen

Empfehlungen für Flächensicherungen (Vorrang/Vorbehalt):

- Vorrang: Ertragreiche, klimarobuste Ackerflächen
- Vorbehalt: Ertragreiche Ackerflächen

Weitere Empfehlungen der Raumordnung:

- Sanierungsgebiet Agrarlandschaft – Hohe Klimaempfindlichkeit
- Sanierungsgebiet Agrarlandschaft – Gefährdungspotential Staub

7.3.3 Wasserwirtschaft

Ziel: Sicherung von Flächen für Wasserrückhalt zur Hochwasservorsorge und zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushalts (Gewässer- und Gebietsretention)

Empfehlungen für Flächensicherungen (Vorrang/Vorbehalt):

- Gewässerretentionsflächen zur Hochwasservorsorge – Kulisse HQ 100
- Senken für Gebietsretention
- Suchräume für Senken für Gebietsretention

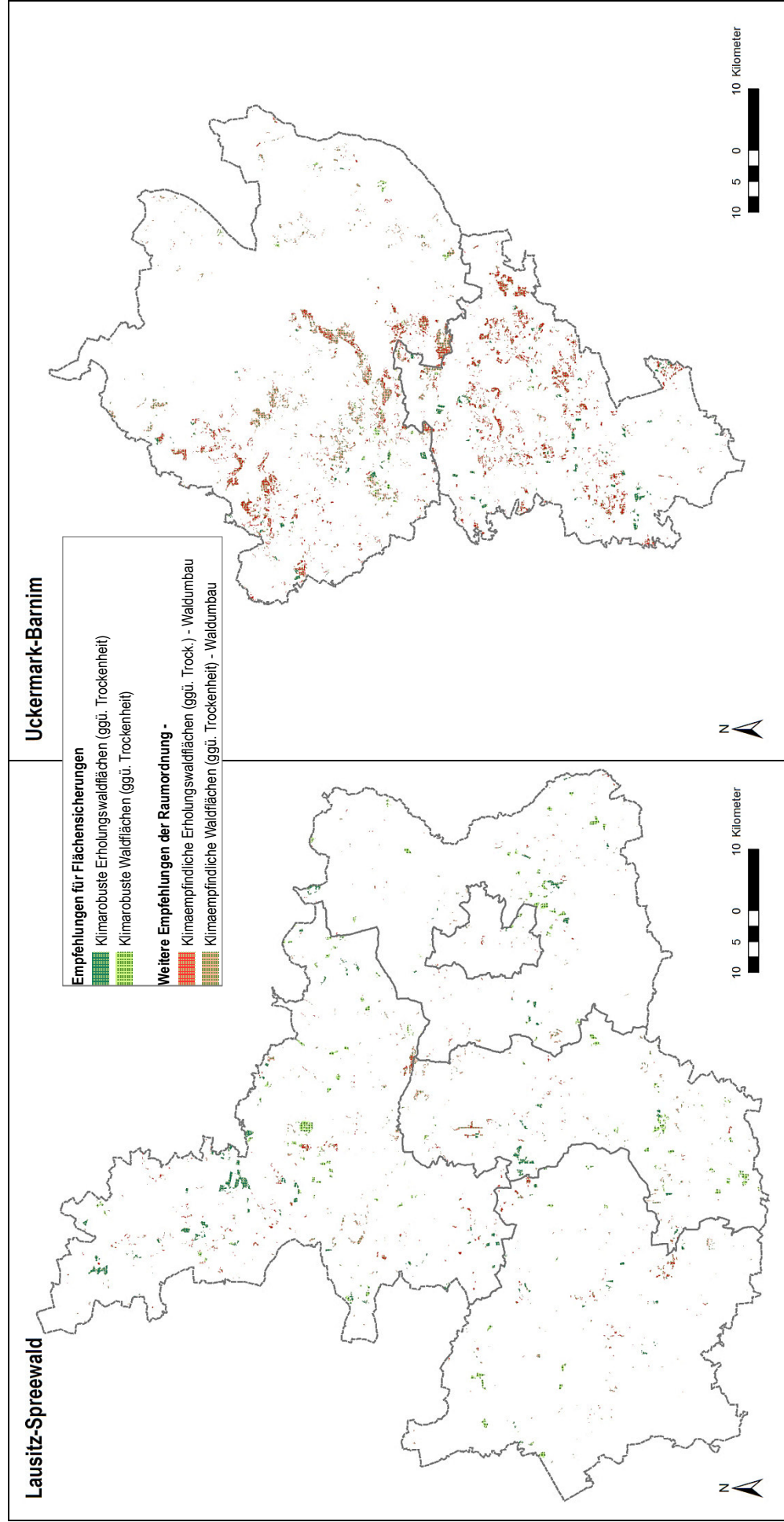


Abbildung 7.32 Empfehlungen für Gebietsausweisungen im Landnutzungssektor Forstwirtschaft für die Planungsregionen Lausitz-Spreewald und Uckermark-Barnim

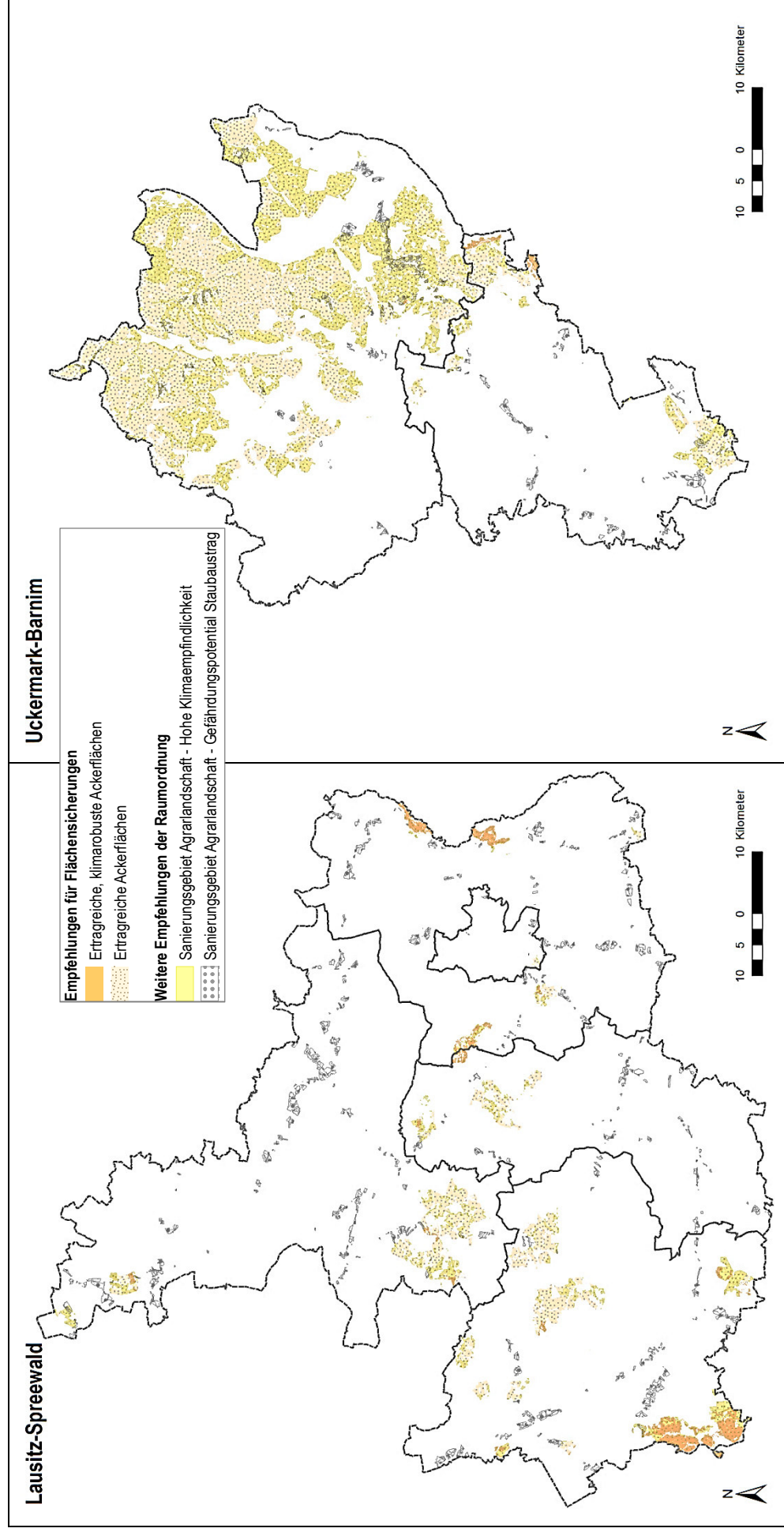


Abbildung 7.33 Empfehlungen für Gebietsausweisungen im Landnutzungssektor Landwirtschaft für die Planungsregionen Lausitz-Spreewald und Uckermark-Barnim

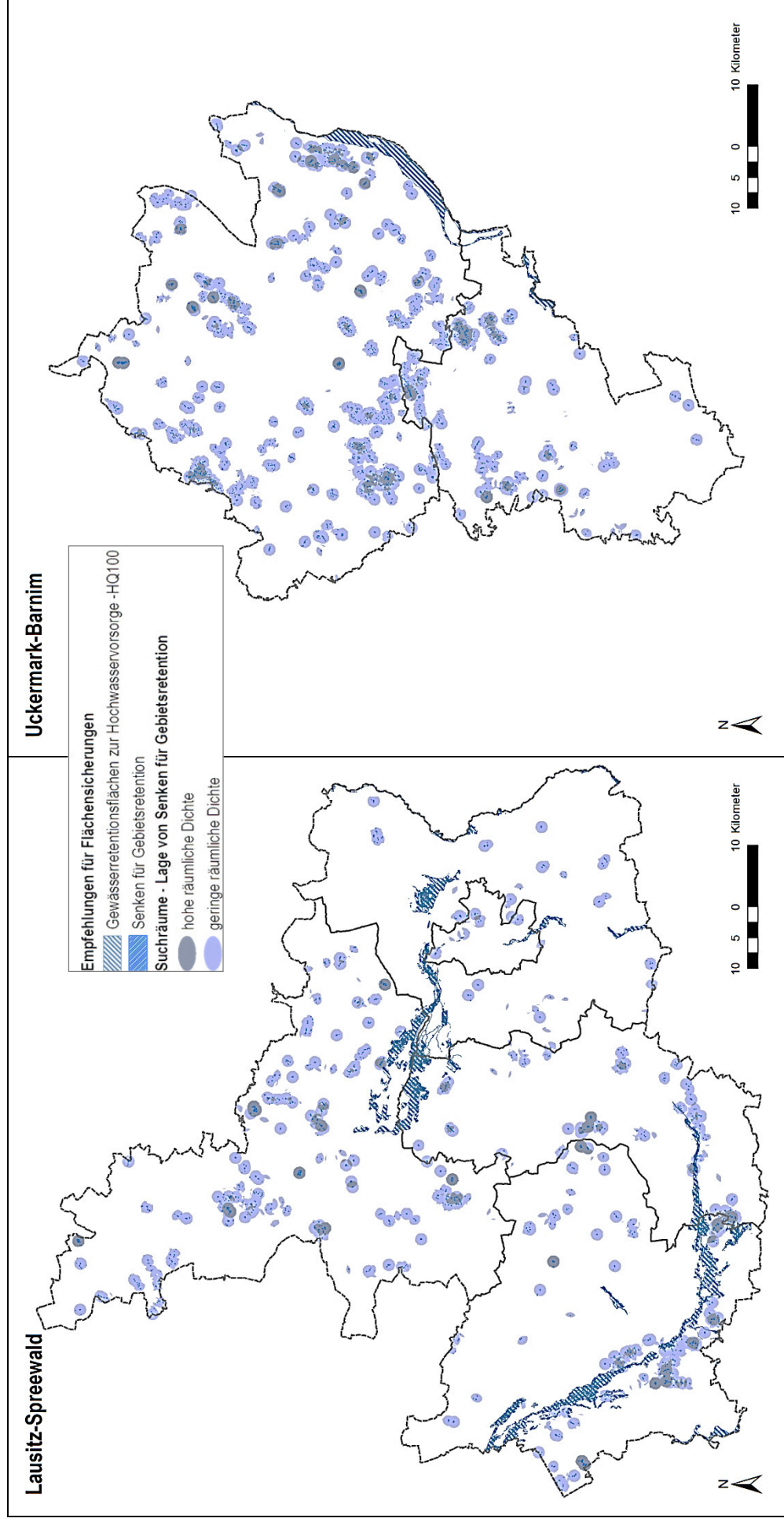


Abbildung 7.34 Empfehlungen für Gebietsausweisungen im Landnutzungssektor Wasserwirtschaft für die Planungsregionen Lausitz-Spreewald und Uckermark-Barnim

7.4 Kritische Diskussion der Ergebnisse (7.3) / Chancen und Hemmnisse für die Umsetzung der Anpassungsempfehlungen

Regionalplanerische Relevanz sektoraler Anpassungsstrategien

Dieser Arbeitsschritt war im Ablauf des Forschungsprojekts relativ früh angesetzt; es wurden im Jahr 2011 sektorale Teilprojekte aus INKA BB zu den von ihnen entwickelten bzw. geplanten Anpassungsstrategien befragt. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich jedoch alle Teilprojekte noch in der Mitte ihres Arbeitsprozesses und waren deshalb nur vereinzelt in der Lage, sich konkret zu Anpassungsstrategien zur äußern. Eine wiederholte Prüfung der Arbeitsergebnisse sektoraler Teilprojekte nach Projektabschluss wäre sinnvoll, um die Erkenntnisse regionalplanerisch berücksichtigen zu können. Hinzu kommt, dass viele sektoral entwickelte Strategien als solche bislang noch keine regionalplanerische Relevanz aufweisen, da sie zunächst z.B. betriebsspezifisch entwickelt wurden. Bei einer räumlich erweiterten Anwendung könnte sich jedoch z.B. bei Maßnahmen zum Wasserrückhalt, die sich aktuell noch auf einige wenige Gewässer beziehen, durchaus ein raumplanerischer Handlungsbedarf abzeichnen. Deshalb wird zusätzlich eine Ausdehnung dieser Untersuchung angeraten, die über die Forschungsergebnisse von INKA BB hinausgeht und betrachtet, welche weiteren Anpassungsstrategien in Brandenburg einen Regelungsbedarf auf Ebene der Regionalplanung aufweisen könnten.

Empfindlichkeitsanalyse

Die Empfindlichkeitsanalyse stellt in ihrer aktuellen Form nur eine Auswahl der tatsächlich für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu berücksichtigenden Parameter dar. Als stets neue Herausforderung hat sich im Laufe des Arbeitsprozesses erwiesen, dass die Empfindlichkeitsanalyse von Raumplanern durchgeführt wurde, weitere sektorenspezifische Kenntnisse deshalb immer neu erarbeitet werden mussten und die Datenbeschaffung viel Zeit gebunden hat. Die Analyse war in dieser Form im ursprünglichen Arbeitsplan nicht vorgesehen, hat sich jedoch als unverzichtbar erwiesen und letztlich sowohl zeitlich als auch inhaltlich in der Forschungsarbeit einen sehr großen Raum eingenommen. Optimalerweise hätte diese Analyse im Vorfeld der Arbeit des Teilprojekts 04 von Spezialisten der einzelnen Landnutzungssektoren durchgeführt werden müssen; der Raumplanung wäre dann die Funktion zugekommen, die Analyseergebnisse räumlich und fachlich zu aggregieren und in planerische Empfehlungen umzusetzen. Die Ansätze des Forschungsprojekts zeigen zentrale Empfindlichkeiten auf und bilden die Grundlage für nachfolgende Ausweitung, Überprüfung und Konkretisierung der Analyseergebnisse bzw. Abgleich mit parallel erarbeiteten Daten der jeweiligen Fachplanungen. Für die empfohlene weitere Untersezung der sektoralen Empfindlichkeitsanalysen werden nachfolgende Hinweise gegeben:

Forstwirtschaft: Nochmalige Durchführung der Analysen unter Verwendung von DSW 2 wird angeraten; die Daten waren im Projekt erst zwei Monate vor Projektabschluss verfügbar und konnten deshalb nicht mehr eingebunden werden. Untersuchung kann auch im Rahmen studentischer Arbeiten stattfinden, hierfür notwendige ACCESS-Abfragen sind bereits generiert und können zur Verfügung gestellt werden.

Landwirtschaft: Notwendig ist die Auswahl der tatsächlich zu sichernden Ackerflächen, nicht alle für eine mögliche Ausweisung von Vorrang- / Vorbehaltsgebieten empfohlenen Flächen können auch in einem

Integrierten Regionalplanung Umsetzung finden. Auf Ebene der Landschaftsrahmenplanung wäre zu überprüfen, ob die Einbringung von Strukturelementen in die Agrarlandschaft möglich wäre, um die Folgen des Klimawandels, insbesondere die Winderosion, einzudämmen.

Wasserwirtschaft: Eine detailliertere Untersuchung der Empfindlichkeit der Oberflächengewässer in den Projektregionen wird angeraten, dies unter Berücksichtigung der zwischenzeitlich zur Verfügung stehenden Daten im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. In diesem Zusammenhang bietet zukünftig das Elektronische Wasserbuch eine aussichtsreiche Datengrundlage. Das landesweit gültige digitale Wasserbuch wird derzeit entsprechend der Brandenburgischen Wasserverordnung durch das LUGV als erarbeitet. Neben Wasserschutzgebieten, Hochwasser-Risikogebieten und festgesetzten Überschwemmungsgebieten verzeichnet es wasserrechtliche Zulassungen, so dass ersichtlich wird, wo und in welchem Umfang Gewässerbenutzungen stattfinden (MUGV [B]).

Naturschutz: Sinnvoll wäre eine Zusammenführung der Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse aus INKA BB TP 16 bzw. die Ausweitung der Analyse auf Bereiche außerhalb von Schutzgebieten, um besonders robuste bzw. empfindliche Flächen auch in der Regionalplanung berücksichtigen zu können.

Infrastruktur / Siedlung: Es erscheint sinnvoll, vorhandene und zukünftige Analyseergebnisse zu den Raumnutzungsbereichen Infrastruktur / Siedlung in Beziehung zu setzen um Aussagen dazu treffen zu können, inwieweit diese durch in anderen Landnutzungssektoren bestehende Risiken ebenfalls gefährdet sein könnten. Dies betrifft z.B. das Risiko des Übergreifens von Waldbränden auf Siedlungen oder die Beeinträchtigung von Infrastruktureinrichtungen durch Staubanflug (dieser Punkt wurde bereits in Bezug auf Autobahnen und Bundesstraßen berücksichtigt).

Konfliktanalyse

Der Arbeitsplan des Forschungsprojekts sah ursprünglich eine umfassende Konfliktanalyse mit anschließender Entwicklung von Strategien zur Konfliktbewältigung vor. Nach Aussage der Regionalen Planungsstellen muss die Verortung und Lösung von Landnutzungskonflikten jedoch einzelfallbezogen und unmittelbar bei der Erstellung der Integrierten Regionalpläne durch die Regionalen Planungsstellen erfolgen. Deshalb wurde sich in der Forschungsarbeit darauf beschränkt, Landnutzungskonflikte und auch ebensolche Synergien, die im Zuge der Empfindlichkeitsanalyse, aber auch in Akteursgesprächen etc. zu Tage traten, textlich festzuhalten (Tabelle s. Anhang).

Analyse der regionalen Systemzusammenhänge im Klimawandel

Diese Analyse ist im Ergebnis sehr umfangreich und bietet deshalb einen guten Überblick über Klimawandel-relevante Normen und Pläne. Dabei ist zu beachten, dass sich die Ergebnisse auf dem Stand des Jahres 2009/10 befinden, Aktualisierungen wären also für die weitere Verwendung zu berücksichtigen.

Weiterhin erscheint es sinnvoll, diese Analyse ggf. in ähnlicher Form für den Bereich der anpassungsrelevanten Akteure in den Projektregionen durchzuführen; gerade für die zukünftige Einbindung von Akteuren in die regionalplanerische Anpassung an den Klimawandel ist eine genauere Betrachtung bestehender Vernetzungen wichtig. Diese Analyse könnte gut auch als studentische Arbeit durchgeführt werden.

Szenarien

Die im Jahr 2011 entwickelten Szenarien haben gemeinsam mit Akteuren aus den Planungsregionen einen Blick in die Zukunft ermöglicht und aufgezeigt, wie sich aus der Perspektive verschiedener Fach- und Interessensbereiche die Regionen weiterentwickeln könnten. Diese Workshops haben unterschiedliche Akteure miteinander ins Gespräch gebracht, die für die Anpassung an den Klimawandel wichtige Akzente setzen können. Die Szenarienentwicklung war thematisch sehr umfangreich angelegt und ging damit deutlich über die unmittelbare Raumplanung, so wie sie in der Regionalplanung betrieben wird, hinaus. Darin lag letztlich auch die Schwierigkeit bei der weiteren Verwendung der Inhalte der entworfenen Szenarien. Die GIS-gestützte Entwicklung raumkonkreter Empfehlungen zur planerischen Anpassung an den Klimawandel ließ nur sehr beschränkt die Einbindung der Szenarien zu; diese waren im Vergleich zu „harten“ planerischen Ausweisungen überwiegend allgemein bzw. „weich“ formuliert. Auch ließen sich viele aufgezeigte Entwicklungsmöglichkeiten raumplanerisch kaum erfassen. Durchaus eine tragende Rolle könnten die Szenarien jedoch zukünftig dann noch einnehmen, wenn die Regionalen Planungsstellen in Vorbereitung zur Aufstellung Integrierter Regionalpläne einen Leitbildprozess initiieren, innerhalb dessen die gewünschte weitere Entwicklungsrichtung der Planungsregionen formuliert wird.

Gebietskategorien

Die Ausformulierung von Gebietskategorien zur regionalplanerischen Anpassung an die Folgen des Klimawandels stellt gleichzeitig eine Empfehlung zur Konkretisierung der Darstellungsrichtlinie für die Regionalplanung dar. Die Kategorien sind mit den Regionalen Planungsstellen inhaltlich abgestimmt und mit der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg als Genehmigungsbehörde der Regionalplanung ausführlich diskutiert. Vor einer möglichen Umsetzung innerhalb Integrierter Regionalpläne wird jedoch empfohlen, die konkrete Ausgestaltung nochmals mit den für den jeweils betroffenen Sektor zuständigen Fachbehörden intensiver zu diskutieren. Die hier vorgeschlagenen Kategorien sind zudem nicht als abschließend zu betrachten; aus Sicht der Forschung besteht durchaus die Möglichkeit bzw. der Bedarf, weitere Kategorien in den Katalog aufzunehmen. So haben z.B. Ausweisungen zum Thema Biotopverbund bislang keine Unterstützung der Regionalplanung gefunden; diese hält diesbezüglich allein die Unteren Naturschutzbehörden als Fachplanungen für zuständig. Bzgl. der Bindungswirkung einzelner Kategorien vertritt das Forschungsprojekt die Auffassung, dass einzelne Kategorien wie z.B. Gebiete zur Sicherung ertragreicher Landwirtschaftsflächen als Ziel formuliert werden und damit eine stärkere Sicherungswirkung entfalten sollten.

Best-Practice-Analyse

Die bereits durchgeführten Best-Practice-Analysen stammen aus dem Jahr 2009 bzw. 2012. Es erscheint sinnvoll, auch zukünftig den Blick auf andere Planungsregionen zu richten und zu prüfen, welche Ansätze zur konkreten Umsetzung von Anpassungsinstrumenten auf die Projektregionen übertragbar sind. Hilfreich kann hier auch ein weiterer Blick in andere EU-Staaten sein, so wie bereits im Jahr 2009 erfolgt. Damals zeigte sich, dass insbesondere die Niederlande innovative und auch durchaus auf Deutschland übertragbare Ansätze zum planerischen Umgang mit den Folgen des Klimawandels verfolgen.

8 Kooperationen, Akteursarbeit und Wissenstransfer

Das Forschungsprojekt INKA BB im Allgemeinen und speziell auch das Teilprojekt 04 / Klimaadaptierte Regionalplanung waren von Anfang an auf eine enge Kooperation mit regionalen Akteuren aus der Praxis der Raum- und Landnutzung sowie –planung angelegt. Dementsprechend eng waren die Regionalen Planungsstellen als Projektpartner mittels Kooperationsvereinbarungen an das Teilprojekt 04 gebunden und für die Wahrnehmung ihrer in dieser Vereinbarung festgelegten Aufgaben mit eigenen Projektmitteln ausgestattet. Regelmäßige Arbeitstreffen mit den Mitarbeitern der Regionalen Planungsstellen dienten dem Informationsaustausch und der rechtzeitigen Abstimmung der Forschungsergebnisse, um eine größtmögliche Umsetzungswahrscheinlichkeit der Forschungsergebnisse nach Projektende zu gewährleisten. Darüber hinaus spielte die Einbindung weiterer regionaler Akteure aus allen Landnutzungsbereichen mittels Workshops, Exkursionen etc. eine bedeutende Rolle in der Forschungsarbeit.

Kooperation mit den Regionalen Planungsstellen

Die Zusammenarbeit mit den Regionalen Planungsstellen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald erfolgte im Wesentlichen auf folgenden Ebenen:

Zwei Wissenschaftliche Mitarbeiter des Teilprojekts waren nicht nur an der HNE Eberswalde (FH) tätig, sondern gleichzeitig auch als Kontaktperson / Ansprechpartner vor Ort an jeweils eine Regionale Planungsstelle abgeordnet und teilweise dort auch mit einem eigenen Arbeitsplatz präsent. Dies sicherte die laufende Kommunikation und den Informationsaustausch zwischen Forschung und Praxis; gleichzeitig war für regionale Akteure ein fester Ansprechpartner des Forschungsprojekts präsent.

Mehrmals jährlich fanden Arbeitstreffen des wissenschaftlichen Projektteams mit den jeweils für das Forschungsprojekt zuständigen Mitarbeitern der beiden Regionalen Planungsstellen statt; hier wurden methodische Vorgehensweise sowie (Zwischen-) Ergebnisse der Forschungsarbeit intensiv diskutiert.

Diese Arbeitstreffen wurden seit November 2011 ergänzt um sogenannte Planungsstellentreffen unter Beteiligung weiterer, ansonsten nicht in INKA BB involvierter Mitarbeiter der Regionalen Planungsstellen. Diese Treffen dienten insbesondere dazu, Forschungsergebnisse in einem breiten Kreis kritisch zu diskutieren und weitere fachliche Anregungen für die Forschungsarbeit zu erhalten.

Darüber hinaus war das Forschungsprojekt mit eigenen Vorträgen in den Regionalversammlungen und den Regionalvorständen präsent.

Einbindung weiterer regionaler Akteure

Regionale Akteure aus allen Landnutzungsbereichen wurden im Laufe der Forschungsarbeit vor allem mittels Workshops in die Arbeit des Teilprojekts eingebunden. Ziel dabei war der wechselseitige Informationsaustausch – einerseits die laufende Information regionaler Akteure zum Stand der Forschungsarbeiten, andererseits der kritische Blick der Landnutzungspraxis auf die Forschungsergebnisse sowie die Vermittlung wichtiger Informationen über aktuelle Entwicklungen in der Region und aus den Landnutzungssektoren. Hierfür wurden vor allem in der ersten Projekthälfte verschiedene Veranstaltungsformate durchgeführt und dabei auch neue

Herangehensweisen getestet. In der zweiten Projekthälfte konzentrierte sich die Akteursarbeit wiederum stärker auf die Kooperation mit den Regionalen Planungsstellen, um die konkreten raumplanerischen Empfehlungen abzustimmen. Folgende Veranstaltungen fanden in den Jahren 2009-2014 statt:

- Projektaufakt und SWOT-Analyse, Cottbus, Oktober 2009
Der Projektaufakt wurde in Form eines Workshops unter Beteiligung von Akteuren beider Projektregionen gestaltet. Gemeinsam mit Projektpartnern, regionalen Akteuren und Wissenschaftlern anderer Teilprojekte aus INKA BB wurde eine SWOT-Analyse mit Blick auf die Ziel- und Aufgabenstellung des Forschungsprojekts durchgeführt; Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der bevorstehenden Forschungsarbeiten wurden ermittelt, um die wissenschaftliche Arbeit hieran ausrichten zu können.
- Climate Café Uckermark-Barnim in Kooperation mit IHK & Klimaplattform, Eberswalde, Februar 2010
Gemeinsam mit der IHK, der Klimaplattform Brandenburg sowie ErneuerBar (Barnimer Energiegesellschaft mbH) veranstaltete das Forschungsprojekt im Februar 2010 in Eberswalde ein „Climate Café“. Im Stil eines „World-Café“ wurden an Stehtischen in wechselnd zusammengesetzten Gruppen vorab formulierte Fragen zu den Themen Klimawandel und Energiewende diskutiert; die Ergebnisse wurden auf Papiertischdecken direkt während der rund zehnminütigen Diskussionsphasen visualisiert und am Ende der Veranstaltung im Plenum ausgewertet. Die Veranstaltung fand regen Zuspruch bei regionalen Akteuren und entwickelte sich zu einem lebhaften Diskussionsforum, bei dem aufgrund der mehrfach wechselnden Konstellation der Diskussionsgruppen zahlreiche Teilnehmer miteinander ins Gespräch kamen. Die Methode erschien deshalb sehr gut geeignet, um Akteure miteinander zu vernetzen; aufgrund der schnellen Themenwechsel entstand kein Leerlauf und alle Anwesenden waren stets am Workshopgeschehen unmittelbar beteiligt. Zudem konnte in kurzer Zeit (3 Stunden) eine Vielzahl an Informationen und Meinungen generiert werden, die für die weitere Forschungsarbeit als Orientierung zur Verfügung standen.
- Akteurs-Workshop, Wildau, März 2010
Diese Veranstaltung fokussierte auf die Themen Best-Practice sowie Vulnerabilität gegenüber den Folgen des Klimawandels. Neben Ergebnispräsentationen aus dem Forschungsprojekt gaben Gastvorträge anderer Planungsregionen sowie aus England einen Einblick in bereits laufende raumplanerische Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Workshops in Kleingruppen zum Thema Vulnerabilität hatten zum Ziel, aus dem Teilnehmerkreis wertvolle Hinweise zu gewinnen, wo und wie die Projektregionen aus Sicht der Praxis empfindlich bzw. robust gegenüber den Folgen des Klimawandels ist. Diese Informationen flossen letztlich in die Erarbeitung der Empfindlichkeitsanalyse ein und dienten auch der Auswahl von Zielen für Fachexkursionen des Forschungsprojekts. Aufgrund der Vielzahl der Vorträge und der Kombination mit aktiver Arbeit in Kleingruppen wies dieser eher klassisch angelegt Workshop eine sehr hohe Dichte an Information und Präsenz auf, was eine thematische Aufteilung in zwei getrennte Veranstaltungen nachträglich sinnvoll erscheinen lässt.
- Szenarienworkshops, Eberswalde und Herzberg, April & Mai 2011

Zu den Szenarienworkshops findet sich auf beiliegender DVD eine umfangreiche Dokumentation und Auswertung.

- Regionalkonferenz, Forst, Februar 2012

In Forst / Lausitz hatten die Regionale Planungsstelle Lausitz-Spreewald, die ETI Brandenburg sowie die HNE Eberswalde (FH) unter Beteiligung der (Forschungs-) Projekte INKA BB / TP04 sowie „Regionales Energiekonzept“ zur Regionalkonferenz zum Thema "Klimawandel und Energiewende" eingeladen. Rund 100 Teilnehmern wurden aktuelle Informationen zu den Themen Klimawandel und Energiewende geboten und mit ihnen kritisch diskutiert.

- Regionalveranstaltung, Angermünde, November 2013

Unter Federführung von INKA BB / TP04 fand im November 2013 die öffentliche Abschlussveranstaltung der seit 06/2009 in der Planungsregion Uckermark-Barnim aktiven Teilprojekte von INKA BB statt. Anstelle langwieriger Ergebnisvorträge wurden in einer Diskussionsrunde Ergebnisse und Thesen zur Entwicklung der Landnutzungssektoren und der gesamten Planungsregion in Zeiten des Klimawandels kritisch beleuchtet. Zahlreiche regionale Akteure nutzten diesen letzten öffentlichen Termin, um gemeinsam mit Wissenschaftlern über die Herausforderung „Anpassung an den Klimawandel“ zu diskutieren.

- Regionaldialog Lausitz-Spreewald, Cottbus, Dezember 2013

Das durch die Regionale Planungsstelle Lausitz-Spreewald und INKA BB TP03 (Wissenstransfer und Kommunikation) initiierte und bereits in der Planungsregion Lausitz-Spreewald etablierte Veranstaltungsformat „Regionaldialog“ fand im Dezember 2013 unter Beteiligung von INKA BB TP 04 statt. Bezogen auf die Planungsregion Lausitz-Spreewald wurden die Forschungsergebnisse präsentiert und mit regionalen Entscheidungsträgern aus Planung, Verwaltung und Landnutzung diskutiert; eine wesentliche Rolle spielte hierbei auch die tatsächliche praktische Durchsetzbarkeit der formulierten Anpassungsempfehlungen gegenüber der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg. Die Nutzung des Formats „Regionaldialog“ konnte auch für das Forschungsprojekt INKA BB / TP04 als Erfolg verbucht werden.

- Projektabschluss, Berlin, April 2014

Der Projektabschluss diente vor allem dazu, gemeinsam mit allen Regionalen Planungsstellen des Landes Brandenburg und dem Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) die Verstetigung der Projektergebnisse abschließend sicherzustellen. Zu diesem Zweck wurde die Einrichtung eines über die Projektlaufzeit hinausgehenden Dialogs zwischen der Regionalplanung und dem LUGV beschlossen.

Regionale Akteure wurden darüber hinaus regelmäßig durch Vorträge zu (Zwischen-) Ergebnissen des Forschungsprojekts informiert, so z.B. im Rahmen von Sitzungen der Ausschüsse der Kreistage etc.

Fazit

Als erfolgreich und wesentlich für die Projektarbeit sind vor allem zwei Beteiligungsformate einzustufen: Dies sind die Planungsstellentreffen einerseits, andererseits Workshops mit einer intensiven und kurzweiligen Beteiligung der Gäste. Die Planungsstellentreffen waren eine für die unmittelbare Projektarbeit wesentliche Form der Einbindung regionalplanerischen Fachwissens; sie waren wichtig für Rückkopplung und Anregungen aus der Praxis. Diese gemeinsamen Arbeitstreffen unter breiterer Beteiligung der Mitarbeiter der Regionalen Planungsstellen hätten im Rückblick idealerweise schon früher im Projektverlauf begonnen werden müssen, da nicht nur die für das Forschungsprojekt unmittelbar zuständigen Ansprechpartner der regionalen Planungsstellen als Projektpartner, sondern auch der erweiterte Kollegenkreis wichtige Informationen zum Gelingen der Forschungsarbeit beisteuern konnten.

Climate Café und Szenarienworkshops können rückblickend als besonders erfolgreiche Workshops gewertet werden, da die aus Teilnehmersicht eher passive und gelegentlich auch ermüdende Ergebnispräsentation mittels Vorträgen deutlich zugunsten aktiver, gemeinsamer Arbeit am Thema zurücktrat. Gerade das Climate Café motivierte die Anwesenden zu angeregtem Meinungs Austausch; Gäste und Veranstalter konnten gleichermaßen einen Informationsgewinn verbuchen. Zum Gelingen trug sichtbar auch die Freude der Teilnehmer an den kurzweiligen Diskussionsrunden an Stehtischen bei; sie stellte gewiss für zahlreiche Anwesende auch eine Abwechslung zum Schreibtisch-dominierten Arbeitsalltag dar. Von Vorteil war bei dieser Veranstaltung auch, dass sie lediglich einen Nachmittag beanspruchte, bei zahlreichen Teilnehmern demnach gut in das eigene Arbeitspensum eingetaktet werden konnte.

Auch die beiden Szenarienworkshops waren geprägt von kurzweiliger gemeinsamer Arbeit, gepaart mit der für die Szenarienerstellung notwendigen Kreativität. Neben ernsthaften Diskussionen über die Zukunft der Projektregionen war auch die Phantasie der Teilnehmer gefragt, um tatsächlich die Zukunft ausmalen zu können; die Visualisierung der Szenarien an Karten trug darüber hinaus zum Gelingen der gemeinsamen Arbeit bei. Seitens der Wissenschaft als Gastgeber waren diese beiden Veranstaltungen jedoch mit einem hohen zeitlichen Organisationsaufwand verbunden.

Lebhafte, kurzweilige Workshops mit intensiver Einbindung der Gäste erscheinen rückblickend geeignet, um einen größeren Akteurskreis für das Thema „Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ zu gewinnen; für die intensive Arbeit am Forschungsthema erscheinen jedoch eher Fachgespräche in kleinerem Rahmen sinnvoll.

Die Einrichtung einer Projektbegleitenden Arbeitsgruppe für jede Projektregion, bestehend aus Fachleuten der unterschiedlichen Landnutzungssektoren mit dem Ziel regelmäßiger Rückkopplung der Projektergebnisse war zwischenzeitlich angedacht, ist jedoch leider nicht mehr zur Umsetzung gelangt. Eine solche Institution hätte nochmals wertvolle Impulse liefern und dem Akteursdialog eine größere Stetigkeit verleihen können.

Abstimmung mit der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg

Die Gemeinsame Landesplanungsabteilung (GL) war als Genehmigungsbehörde der Regionalplanung von Anfang an in die Akteursarbeit eingebunden und bei den zentralen Workshops vertreten (Projektaufakt, Climate

Café, Wildau, Szenarien). In den Jahren 2013 / 14 fanden nochmals explizite Abstimmungstreffen mit der GL statt, um die raumkonkreten Empfehlungen des Forschungsprojekts zu erörtern. Hierbei zeigten sich deutliche Differenzen vor allem mit Blick auf die aus Forschungssicht notwendige Konkretisierung und Erweiterung der Darstellungsrichtlinie für die Regionalplanung. Vor allem bzgl. der Untersetzung der Kategorie „Freiraum“ mittels land- und forstwirtschaftlich ausgerichteter Gebietskategorien konnte erst nach deutlicher quantitativer und qualitativer Reduzierung der zur Umsetzung empfohlenen zusätzlichen Gebietskategorien eine Einigung erzielt werden.

Fachexkursionen

Die Forschungsarbeit wurde von Fachexkursionen begleitet, die einerseits eine verbesserte Regionskenntnis, andererseits die Überprüfung der Ergebnisse GIS-gestützter Analysen gemeinsam mit lokalen Akteuren zum Ziel hatte. Folgende Exkursionen wurden durchgeführt:

- Uckermark-Barnim, August 2009: Kennenlernen der Projektregion anhand ausgewählter Klimawandel-relevanter Orte.
- Lausitz-Spreewald, September 2009: Kennenlernen der Projektregion anhand ausgewählter Klimawandel-relevanter Orte.
- Lausitz-Spreewald, Oktober 2010: Flughafen Schönefeld; LK Elbe Elster (Region Schraden), Wasserwirtschaft / Hochwasser
- Uckermark-Barnim, April, Mai, Juni 2012: Überprüfung der Ergebnisse der GIS-gestützten Empfindlichkeitsanalyse in den Bereichen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft
- Lausitz-Spreewald, Juli 2012: Überprüfung der Ergebnisse der GIS-gestützten Empfindlichkeitsanalyse in den Bereichen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Kooperationen innerhalb der Wissenschaft

- Das Forschungsprojekt war intensiv in die Arbeit der Facharbeitsgruppe „Multifunktionale Landnutzung“, bestehend aus mehreren Teilprojekten des Verbundvorhabens INKA BB, eingebunden. Hier wurden gemeinsam Strategien für eine multifunktionale Landnutzung in Zeiten des Klimawandels entwickelt, räumlich fokussierte sich die Arbeit auf die Randow-Welse-Niederung im Landkreis Uckermark.
- Intensiv kooperiert wurde zudem mit den Teilprojekten 03 (Wissenstransfer und Kommunikation), 15 (Klimaplastische Laubwälder), 16 (Anpassung des administrativen Naturschutzes) und 24 (Siedlungswasserwirtschaft) aus dem Projektverbund INKA BB.
- Eine enge Zusammenarbeit fand außerdem mit TP 11 (Governance-Strategien und Regionalplanung) aus dem Projektverbund ELaN (Entwicklung eines integrierten Landmanagements durch nachhaltige Wasser- und Stoffnutzung in Nordostdeutschland statt. Hier wurde gemeinsam in Richtung in Richtung der Vorbereitung eines klimaadaptierten Regionalplans für Uckermark-Barnim gearbeitet, speziell mit dem Fokus auf die Etablierung neuer Gebietskategorien für den Sektor Landwirtschaft.

9 Fazit und Ausblick

Mit Blick auf die Forschungsarbeiten in INKA BB lässt sich konstatieren, dass regionalen Empfindlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels mit landnutzungsspezifischer Flächensicherung begegnet werden kann und muss, um im Sinne einer vorausschauenden Planung die Anpassungsmöglichkeiten der Regionen an die sich ändernden Bedingungen zu erhöhen und Entwicklungschancen offen zu halten. Die Regionalplanung ist in besonderer Weise geeignet, den Anpassungsprozess zum Wohle der Region zu gestalten, indem sie ihre Steuerungs- und Vermittlungskompetenzen konsequent einsetzt.

Das aktuelle regionalplanerische Instrumentarium bietet hierfür eine geeignete Grundlage, muss jedoch in Inhalt und Umfang an diese und weitere Herausforderungen des Klimawandels angepasst werden. Die u.a. aus den sektorübergreifenden Wirkfolgen resultierende Komplexität erfordert dabei mehr denn je eine integrierte Herangehensweise, die in hohem Maße von einer verstärkten Bereitschaft regionaler Akteure abhängt, sich auf das von Unsicherheiten geprägte Thema einzulassen und es in tagesaktuelle Entscheidungen zu integrieren. Dabei steht das Zusammenwirken der Planungsebenen, insbesondere der konstruktive Austausch mit der Landesplanung mit dem Ziel der notwendigen Rückendeckung für die Planinhalte genauso im Fokus wie der kontinuierliche Wissensaustausch mit den Fachplanungen aber auch die Beteiligung von Akteuren aus Politik und Wirtschaft. Im fachlichen Dialog mit den Regionalen Planungsstellen und der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung konnten zentrale Anpassungsaspekte aufgezeigt und die formulierten Anpassungsempfehlungen frühzeitig auf ihre Praxistauglichkeit hin überprüft werden. Im Ergebnis lässt sich gegenwärtig in den Planungsregionen nur ein Bruchteil der empfohlenen Anpassungsmaßnahmen über formale Festlegungen in einen Regionalplan integrieren. Dadurch lässt sich die für eine langfristig angelegte Flächensicherung erforderliche Verbindlichkeit leider nur in wenigen Fällen erreichen. Zudem besteht aus Sicht der Praxis für einen Großteil der empfohlenen Anpassungsoptionen die Notwendigkeit zu einer vertieften Bearbeitung durch die Fachplanungen.

Insgesamt findet das Thema „Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ in den Projektregionen aktuell noch wenig Resonanz bei den relevanten Akteuren. Entsprechend gering ist auch das Interesse daran, eine konsequente planerische Vorsorge voranzutreiben. Als Voraussetzung für die angestrebte Implementierung der forschungsseitig empfohlenen planerischen Anpassungsmöglichkeiten in die zukünftigen Integrierten Regionalpläne – sei es als formale Festlegungen zur Sicherung konkreter anpassungsrelevanter Flächen oder als Entscheidungshilfe für Abwägungen in Form textlicher Hinweise – bedarf es deshalb weiterhin der gezielten Information und Sensibilisierung, um den notwendigen Rückhalt für das bisher wenig beachtete Thema zu finden. Dabei gilt es, unter Nutzung des informellen regionalplanerischen Instrumentariums, die komplexe Thematik über konkrete Anknüpfungsmöglichkeiten in den Regionen zu vermitteln und geeignete Beteiligungsformate zu entwickeln.

Angesichts der gegenwärtig eher geringen personellen und finanziellen Ausstattung der Regionalen Planungsstellen in Brandenburg stellt sich die Frage, wie diese zusätzlichen Aufgaben bewältigt und die

formulierten Anpassungsempfehlungen aber auch erprobte Informations- und Abstimmungsformate über das Projektende hinaus für eine nachhaltige, klimaadaptierte Raumentwicklung genutzt werden können.

Aussichtsreiche Ansätze sind jedoch bereits erkennbar: Die Region Lausitz-Spreewald plant im Anschluss an das Forschungsprojekt einen Leitbildprozess in Angriff zu nehmen, der auch die Anpassung an den Klimawandel thematisiert und durch den in INKA BB begonnenen Regionaldialog als Diskussionsforum begleitet wird. Die Region Uckermark-Barnim in ihrem Gliederungsentwurf für einen Integrierten Regionalplan bereits die in INKA BB TP 04 empfohlenen Anpassungsmaßnahmen aufgegriffen; dieser Entwurf wurde Ende 2013 im Regionalvorstand unter Beteiligung des Forschungsprojekts diskutiert. Darüber hinaus wurde beim Abschlusstreffen des INKA BB Teilprojekts ein kontinuierliches Informations- und Austauschformat zum Thema Anpassung an die Folgen des Klimawandels beschlossen. Ziel des Formats ist die Fortsetzung der Kooperation von Wissenschaft und Praxis in Form eines kontinuierlichen Wissensaustauschs zwischen den fünf Brandenburger Planungsstellen, dem LUGV und der Wissenschaft.

Die seit April 2012 erfolgte Kooperation mit dem Forschungsvorhaben ELaN TP11 (Governance-Strategien und Regionalplanung) bildet einen Brückenschlag für nachfolgende Forschungsarbeiten zu den Themen Regionalplanung, Klimawandel und nachhaltige Landnutzung. Die in INKA BB TP 04 und gemeinsam mit ELaN TP 11 entwickelten Forschungsergebnisse stellen eine solide Basis dar, um die genannten Themen verstärkt in die Projektregionen und auch die Landes- und Kommunalpolitik zu tragen und die Arbeit hieran zu intensivieren.

10 Literatur

Agrar-DirektZahlVO: Verordnung (EG) Nr. 73/2009 des Rates vom 19. Januar 2009 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1290/2005, (EG) Nr. 247/2006, (EG) Nr. 378/2007 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003. ABl. Nr. L 30 S. 16, ber. ABl. 2010 Nr. L 43 S. 7; Zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndDVO (EU) 320/2014 vom 27. 3. 2014 (AbI. Nr. L 93 S. 81)

Arndt, T. (2008): Wasserzentrierte Strukturanalyse der Planungsregion Barnim-Uckermark vor dem Hintergrund des Klimawandels. Diplomarbeit, Fachhochschule Eberswalde, 2008

Badeck, Franz-W.; Lasch, Petra; Hauf, Ylva; Rock, Joachim; Suckow, Felicitas; Thonicke, Kirsten (2004): Steigendes klimatisches Waldbrandrisiko. AFZ-DerWald 59: 90-93

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (Hrsg.) (2010): Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel. MORO-Informationen Heft 7-2.

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse in der Praxis. Inhaltliche und methodische Ansatzpunkte für die Ermittlung regionaler Betroffenheiten. (BMVBS-Online-Publikation, 21/2011). Online verfügbar unter <http://d-nb.info/1016839944/34>. (letzter Zugriff: 18.04.2014)

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (Hrsg.) (2008): Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel. Vorstudie für Modellvorhaben. Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel – Vorstudie für Modellvorhaben. Zusammenfassung des Zwischenberichts zu den räumlichen Wirkfolgen von Klimaänderungen und ihrer raumordnerischen Relevanz. BBR-Online-Publikation, Nr. 19/2008

BBodSchG (Bundes-Bodenschutzgesetz): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten. Artikel 1 des Gesetzes vom 17.03.1998 (BGBl. I S. 502), in Kraft getreten am 01.03.1999, zuletzt geändert durch Gesetz vom 24.02.2012 (BGBl. I S. 212) m.W.v. 01.06.2012

Bundesregierung (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen.
www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (letzter Zugriff: 08.04.2014)

Bundesregierung (Hrsg.) (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen.
www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf (letzter Zugriff: 08.04.2014)

- Deumlich, D., Kiesel, J., Thiere, J., Reuter, H., Völker, L. & R.Funk (2006): Application of the Site Comparison Method (SICOM) to assess the potential erosion risk — a basis for the evaluation of spatial equivalence of agri-environmental measures. *Catena*, 68 (2-3), 141–152
- DIN (Deutsches Institut für Normung) (Hrsg.) (2005): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN. Berlin. (DIN 19708)
- Europäische Kommission (2009): Weißbuch - Anpassung an den Klimawandel in Europa – Ein europäischer Aktionsrahmen. Brüssel, den 01.04.2009.
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:DE>: (letzter Zugriff: 08.04.2014)
- Feldhaus, D.; Feldwisch, N.; Frielinghaus, M.; Frühauf, M.; Hartmann, K.-J.; Helbig, H. et al. (2010): Bodenerosion durch Wasser in Sachsen-Anhalt. Berlin: E. Schmidt (BVB-Materialien, 15)
- Fürst, Dietrich: Raumplanerischer Umgang mit den Folgen des Klima-Wandels, Hannover (Erscheinungsjahr unbekannt)
- 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, Potsdam
- GL (Gemeinsame Landesplanungsabteilung) Berlin-Brandenburg:
<http://gl.berlin-brandenburg.de/regionalplanung/index.html> (letzter Zugriff: 22.04.2014)
- Haber, W., 1998: Das Konzept der differenzierten Landnutzung – Grundlage für Naturschutz und nachhaltige Naturnutzung. – In: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Bonn (Hrsg.), Ziele des Naturschutzes und einer nachhaltigen Naturnutzung in Deutschland, S. 57-64.
- Haber, W., 2002: Von der differenzierten Landnutzung zu Precision Agriculture. – In: Werner, A., u. A. Jarfe (Hrsg.), Precision Agriculture. Herausforderung an Integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis. KTBL-Sonderveröffentlichung Nr. 038, 355-364.
- Hennings, V. (2000): Methodendokumentation Bodenkunde. Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden ; mit 112 Tabellen. 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart (Geologisches Jahrbuch Sonderhefte Reihe G, Informationen aus den Bund-Länder-Arbeitsgruppen der staatlichen geologischen Dienste, 1)
- Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg-Berlin (INKA BB) (2009): Rahmenplan; Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung Müncheberg (ZALF) e.V., Müncheberg, 2009
- Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg-Berlin (INKA BB)
<http://inka-bb.de> (letzter Zugriff: 18.04.2014)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007): Klimaänderung 2007, Synthesebericht.

- Jenssen, Martin (2009): Der Klimaplastische Wald – ökologisch Grundlagen einer forstlichen Anpassungsstrategie. Forst und Holz 64, Heft 10 (2009)
- Knierim, A; Toussaint, V.; Müller, K; Wiggering, H.; Bachinger, J.; Kaden, S; Scherfke, W. ; Steinhardt, U.; Aenis, T.; Wechsung, F. (2009): Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Region Brandenburg Berlin – INKA BB. Rahmenplan gekürzte Version. http://project2.zalf.de/inkabb/dokumente/Rahmenplan_INKA%20BB.pdf; Müncheberg, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (letzter Zugriff: 18.04.2014)
- Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt zur nationalen Umsetzung von Ökologischen Vorrangflächen. Online verfügbar unter:
http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmedien%2F378%2Fpublikationen%2Fklu_oekologische_vorrangflaechen_januar_2014_0.pdf&ei=eNyFU4fUF6mD4gT3yoCYAg&usg=AFQjCNFDUD0NVmyA0pB5jrEq_QojBfXhlw&bvm=bv.67720277,d.bGE (letzter Zugriff: 29.4.2014)
- Kopp, Dietrich; Schwanecke, Walther (1994): Standortlich-naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft; Berlin, 1994
- Koschitzki, T.; Möller, M.; Wurbs, D. (2008): Potenzielle Erosionsgefährdung durch Wasser und Wind im Land Brandenburg. Bericht der geofluxGbR Halle im Auftrag der sciLands GmbH Göttingen und des LBGR Brandenburg
- Kühn, Dieter; Bohl, Steffen; Schultz-Sternberg, Rüdiger (2004): „Ausweisung potenzieller Retentionsflächen auf der Basis der Bodenkundlichen Übersichtskarte 1:300.000 am Beispiel des Bundeslandes Brandenburg“ In: Fachhochschule Eberswalde „Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie“, 38, S. 8-13.).
- Kühn, Dieter; Bohl, Steffen; Schultz-Sternberg, Rüdiger (2004): „Ausweisung potenzieller Retentionsflächen auf der Basis der Bodenkundlichen Übersichtskarte 1:300.000 am Beispiel des Bundeslandes Brandenburg“ In: Fachhochschule Eberswalde „Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie“, 38, (S. 8-13.).
- Land Brandenburg (2009a): Verordnung zur Bestimmung hochwassergeneigter Gewässer und Gewässerabschnitte vom 17. Dezember 2009, GVBl.II/09, [Nr. 47], online verfügbar unter:
http://www.bravors.brandenburg.de/sixcms/detail.php?gsid=land_bb_bravors_01.c.48699.de (letzter Zugriff: 03.03.2013)
- Land Brandenburg (2009b) : Wassersportentwicklungsplan des Landes Brandenburg. Fortschreibung – wep3. Routen und Reviere. Großbeeren, 2009.
- LBGR (Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg) (2012a): GIS-Karte: Kennwerte der Wasserbindung im Boden. Hergestellt unter Verwendung von digitalen Daten der BÜK 300 mit Flächenbodenformen des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Dezernat Bodengeologie, Kleinmachnow.
- LBGR (Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg) (2012b): GIS-Karte: Wassererosion - Erosion und Abtrag durch Wasser. Hergestellt unter Verwendung von digitalen Daten der BÜK 300 mit

- Flächenbodenformen des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Dezernat Bodengeologie, Kleinmachnow.
- LBGR (Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg) (2012c): GIS-Karte: Winderosion - Erosion durch Wind. Karte der Winderosion auf Basis der Vergleichsindexmethode (Bewertung nach Feldblöcken). Hergestellt unter Verwendung von digitalen Daten der BÜK 300 mit Flächenbodenformen des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Dezernat Bodengeologie, Kleinmachnow.
- LBGR (Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg) (2004): GIS-Karte: Grund- und Stauwasserverhältnisse im Boden. Hergestellt unter Verwendung von digitalen Daten der BÜK 300 mit Flächenbodenformen des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Dezernat Bodengeologie, Kleinmachnow.
- LfUBW (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (Hrsg.) (2005): Bodenzustandsbericht Baar. Reihe Bodenschutz, Band 19
- LfULG (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (Hrsg.): Schutz vor Bodenerosion in der Landwirtschaft. Online unter: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/12339.htm> (letzter Zugriff: 12.03.2012)
- LUA (Landesumweltamt Brandenburg) (Hrsg.) (2003): Anforderungen des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren im Land Brandenburg – Handlungsanleitung. Titelreihe - Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Heft - Nr. 78 - Bodenschutz 1, 73
- LUGV (Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz) (Hrsg.) (2010): Auswertung regionaler Klimamodelle für das Land Brandenburg. Darstellung klimatologischer Parameter mit Hilfe vier regionaler Klimamodelle Darstellung klimatologischer Parameter mit Hilfe vier regionaler Klimamodelle (CLM, REMO, WettReg und STAR) für das 21. Jahrhundert. (Fachbeiträge des Landesumweltamtes, 113) (letzter Zugriff: 17.04.2014)
- LUGV (Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz) (Hrsg.) (2011): Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Potsdam, September 2011. Online verfügbar unter: <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.306456.de> (letzter Zugriff: 29.04.2014)
- MIL (Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft) (2014): Digitales Feldblockkataster aktuell - Landwirtschaftlich genutzte Feldblöcke und Förderkulisse der benachteiligten Gebiete. Online verfügbar unter: <http://www.mil.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.223513.de> (letzter Zugriff: 03.04.2014)
- MUGV (Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz) (ohne Jahr), online verfügbarunter: <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.310786.de> (letzter Zugriff: 29.4.2014)
- MUGV (Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz) (o.J.) „Gefahren- und Risikokarten“, Onlinequelle verfügbar unter <http://www.mugv.brandenburg.de/info/hwrm/karten> (letzter Zugriff: 29.4.2014)

- Nagel, J.; Steinhardt, U. (2013): Zum Stand der Regionalplanung im Land Brandenburg. Möglichkeiten und Grenzen zur Steuerung nachhaltiger Landnutzung. 5. ELaN Discussion Paper
www.elan-bb.de/media/pdf/Publikationen/EDP5_Nagel_978-3-943679-07-6.pdf (letzter Zugriff: 14.04.2014)
- Rahmstorf, Stefan; Schellnhuber, Hans Joachim (2006): Der Klimawandel – Diagnose, Prognose, Therapie; Potsdam, 2006
- Richter, M.; Gentzen, U. (2011): Ist der Boden noch zu retten? – Auswirkungen Klimawandels auf Bodenerosionsprozesse am Beispiel Ostdeutschlands. Paper der Tagung zu Erosionsprozessen und Massenbewegungen des Geographischen Instituts der Universität Kiel, Februar 2011; Online verfügbar unter: http://erosiontagung.funpic.de/downloads/M.Richter%20u.%20U.Gentzen_Bodenerosion%20u.%20Klimawandel%20Dt.pdf (letzter Zugriff: 23.05.2013)
- Roloff, Andreas; Grundmann, Britt (2008): Bewertung von Baumarten anhand der KILimaArtenMatrix (KLAM-Wald); AFZ-DerWald 2008/63
- RPG Lausitz-Spreewald (Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald):
<http://lausitz-spreewald.de/rp/de/planungsregion/portrait-der-region.html> (letzter Zugriff: 10.04.2014)
- RPG Uckermark-Barnim (Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark-Barnim):
<http://uckermark-barnim.de/regionalplan.html> (letzter Zugriff: 10.04.2014)
<http://uckermark-barnim.de/planungsregion.html> (letzter Zugriff: 10.04.2014)
- RPGLS (Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald) (Hrsg.) (1999): Integrierter Regionalplan – Entwurf. Regionale Planungsstelle, Cottbus.
- RPV LW (Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen) (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse zum Klimawandel - Modellregion West Sachsen. Leipzig. Online verfügbar unter <http://www.rpv-westsachsen.de/projekte/moro/klimamoro-phase-i/ergebnisse.html> (letzter Zugriff: 24.06.2013)
- Russ, Alexander; Riek, Winfried (2011): Methode zur Ableitung des Grundwasserflurabstandes aus Karten der forstlichen Standortkartierung und digitalen Geländemodellen in Brandenburg in: Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz, Heft 12 (2011), S. 85-91
- Schmidt, Catrin (2011): Vulnerabilitätsanalyse Oberlausitz-Niederschlesien. TU Dresden, Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung; Dresden, 2011
- Schwertmann, U.; Vogl, W.; Kainz, M. (1990): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 2. Aufl. Stuttgart: Ulmer
- Steinhardt, Uta; Henze, Claudia; Knothe, Sven; Martinsen, Milena; Thur, Patrick; Ullrich, Ralf (2014): Landnutzung und Wassermanagement im Klimawandel: Möglichkeiten und Grenzen der regionalplanerischen Steuerung in Brandenburg, in: Knieling, Jörg (Hrsg.): Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalplanung. KLIMZUG-Publikationen, Band X, Oekom, derzeit noch unveröffentlicht.
- Stephani-Pessel, H., Bugey, A., Steinhardt, U. (2014): Planungsinstrumente und Lösungen für den Umgang mit Niederschlagswasser im brandenburgischen Einzugsgebiet der Panke. In: Kaden, S., Dietrich, O., Theobald,

S.. [Hrsg.]: Wassermanagement im Klimawandel – Möglichkeiten und Grenzen von Anpassungsmaßnahmen (pp. 327-346). München: oekom (im Erscheinen).

UBA (Umweltbundesamt) (2014): Ökologische Vorrangflächen – unverzichtbar für die biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft! Position des Bundesamtes für Naturschutz, des Umweltbundesamtes und der Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt zur nationalen Umsetzung von Ökologischen Vorrangflächen. Online verfügbar unter:

http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmedien%2F378%2Fpublikationen%2Fklu_oe_kologische_vorrangflaechen_januar_2014_0.pdf&ei=eNyFU4fUF6mD4gT3yoCYAg&usg=AFQjCNFDUD0NVmyA0pB5jrEq_QojBfXhlw&bvm=bv.67720277,d.bGE (letzter Zugriff: 29.4.2014)

UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) (2012): Weltweite Temperaturen, Niederschläge und Extremereignisse der Jahre 2010 und 2011. Hintergrundpapier. Online verfügbar unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4299.pdf>, zuletzt aktualisiert am 11.07.2012 (letzter Zugriff: am 02.10.2012)

Willms, M.; Deumlich, D.; Specka, X.; Nendel, C. (2010): Wassererosion auf Silomaisflächen : eine vergleichende Studie verschiedener Anbauverfahren. In: Anbau nachwachsender Rohstoffe : Wirkungen auf Bodeneigenschaften, Funktionen und Emissionen in Bezug auf Klima- und Gewässerschutz. Tagungsbeitrag zu: "Workshop der Kommissionen VI u. IV der DBG+DGP". Müncheberg (7.-8.9.2010), 7.-8.9.2010, Müncheberg ; Kommission VI/IV der DBG und DGP: 1-4; Oldenburg (Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft).

Wurbs, D.; Steininger M. (2011): Wirkungen der Klimaänderungen auf die Böden. Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser. FKZ 3708 712 05, UBA-Text 16/2011.

ZALF (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung) (2013): GIS-Karte: Landbauggebiete – Ackerzahlen. Basierend auf dem Gemeindedatenspeicher (GEMDAT). In: MLUV (Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz der Landes Brandenburg) (Hrsg.) (2006): Datensammlung für die Betriebsplanung und die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren in Land Brandenburg. 128 S.

11 Anhang