

**Auswirkungen eines verminderten
Wasserdargebots und von Klimaveränderungen
auf die Vegetation im Spreewald**

Ingo Kowarik, Jutta Heimann, Gero Vater & Ulrich Bangert

2003



Institut für Ökologie

Fachgebiet Ökosystemkunde/Pflanzenökologie

Schlussbericht zu § 9 Abs. 2

Eingehende Darstellung des erzielten Ergebnisses

Auftragsbezeichnung: GLOWA-Elbe
Teilgebietsprojekt: Spreewald
Einzelvorhaben: 2.7 Auswirkungen eines verminderten Wasserdargebots und von Klimaveränderungen auf die Vegetation im Spreewald
Auftragnehmer: Der Präsident der Technischen Universität Berlin
Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin
Projektleitung: Prof. Dr. Ingo Kowarik, Dr. Jutta Heimann
Technische Universität Berlin
Institut für Ökologie
FG Ökosystemkunde/Pflanzenökologie
Rothenburgstr. 12, 12165 Berlin
Tel.: 030-314-71350 Fax: 030-314-71355
email: Kowarik@TU-Berlin.de
Jutta.Heimann@TU-Berlin.de
Bearbeitung: Dipl.-Ing. Gero Vater, Dr. Ulrich Bangert
email: Gero.Vater@TU-Berlin.de
Ulrich.Bangert@TU-Berlin.de
Kennzeichen: 07 GWK 03 (Projektnummer 203016)
Laufzeit des Auftrags: 01.05.2000 – 30.04.2003

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einleitung und Zielstellung	5
2 Einführung ins Untersuchungsgebiet.....	6
2.1 Gebietsbeschreibung	6
2.2 Ziele des Naturschutzes im Spreewald	9
3 Szenarien.....	12
4 Methoden.....	13
4.1 Struktur des Vegetationsentwicklungsmodells Spreewald (VEGMOS)	13
4.2 Implementierung des Vegetationsformenkonzeptes in das Entwicklungsmodell.....	15
4.2.1 Grundlagen.....	15
4.2.2 Verfahren	17
4.3 Modul Hydrotoptypenentwicklung	19
4.4 Modul Entwicklung feuchtgebietstypischer Vegetationseinheiten	20
4.4.1 Futterwertberechnungen.....	20
4.5 Modul naturschutzfachliche Risikoanalyse (ERAW).....	21
5 Ergebnisse.....	24
5.1 Modellgrundlagen	24
5.1.1 Vegetationseinheiten	24
5.1.2 Ausgewählte Pflanzenarten	36
5.1.2.1 Arten der Roten Listen.....	36
5.1.2.2 Neophyten.....	38
5.1.3 Besonders schutzwürdige Landschaftsbestandteile.....	40
5.1.3.1 Schutzgut Landschaftserleben	40
5.1.3.2 Schutzgut Arten und Biotope	42
5.1.4 Ertragseigenschaften der Grünlandtypen	46
5.1.5 Ökologische Amplituden der Biotoptypen	49
5.1.6 Ökologische Amplituden ausgewählter Pflanzenarten	53
5.2 Szenarien zur Vegetationsentwicklung im Spreewald	55
5.2.1 Veränderung der Hydrotopen	55
5.2.2 Veränderung der Vegetation und Futterqualität des Wirtschaftsgrünlandes....	61
5.2.3 Veränderung der Feuchtwälder und -forsten.....	66
5.2.4 Szenarien zur Entwicklung der besonders schutzwürdigen Landschaftsbestandteile	69
5.2.5 Invasion von Neophyten	72
6 Schlussfolgerungen	75
6.1 Vorschläge für ein Handlungskonzept zur nachhaltigen Sicherung der Schutzgüter im Spreewald	75
6.2 Ausblick	78
7 Zusammenfassung	79
8 Quellenverzeichnis.....	82

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Schutzzonen des Biosphärenreservates	10
Abb. 2	Module des Vegetationsentwicklungsmodells (VEGMOS) im Verbund mit den GLOWA-Spreewald-Modellen	13
Abb. 3	Flächenanteile der nach vegetationsökologischen und –soziologischen Kriterien abgegrenzten Biotoptypen [BT-neu] im Untersuchungsgebiet.....	25
Abb. 4	Vorkommen ausgewählter Neophyten (<i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Impatiens glandulifera</i>) im Spreewald.....	39
Abb. 5	Das Indische Springkraut (<i>Impatiens glandulifera</i>) an der Hauptspreewald bei Lübbenau (Bangert, Aug. 2003).....	40
Abb. 6	Schutzgüter des Naturschutzes als Objekte der Risikoanalyse einer veränderten Wasserversorgung im Spreewald.....	44
Abb. 7	Anteile der besonders schutzwürdigen Landschaftselemente bezogen auf die Staubereiche im Spreewald	45
Abb. 8	Berechnete Futterwerte [MJ NEL /kg TM] der Vegetationsaufnahmen zu den Grünlandtypen in Abhängigkeit vom Nutzungstermin.	48
Abb. 9	Ökogramm der Biotoptypen des Offenlandes.....	49
Abb. 10	Ökogramm der Wald-/Forst-Biotoptypen.....	51
Abb. 11	Veränderung der Flächenanteile [%] der Hydrotoptypen zwischen den Zeitscheiben 2003-2007 und 2048 – 2053; a) Referenzszenario, b) B2-Basisszenario	57
Abb. 12	Entwicklung des Flächenumfangs [km ²] von Feuchtgebietstandorten mit ganzjährigem Grundwassereinfluss* im Spreewald bis 2053; R: Referenzszenario, B2: B2-Basisszenario.....	58
Abb. 13	Flächenanteile der Hydrotoptypen im Referenzszenario zu Beginn und am Ende des Modellierungszeitraumes;	59
Abb. 14	Flächenanteile der Hydrotoptypen im B2-Basisszenario zu Beginn und am Ende des Modellierungszeitraumes;	60
Abb. 15	Veränderungen der Graslandtypen des Spreewaldes [ha] in 5-Jahreszeitscheiben bis 2053; links: Referenzszenario, rechts: B2-Basisszenario.....	64
Abb. 16	Veränderungen der Graslandtypen des Spreewaldes [ha] in 5-Jahreszeitscheiben bis 2053; links: Referenzszenario mit Moorschutz, rechts: B2-Basisszenario mit Moorschutz	65
Abb. 17	Veränderungen der Waldtypen des Spreewaldes [ha] in den Zeitscheiben 2003-07; 2008-12; 2018-22 und 2048-2052; links: Referenzszenario, rechts: B2-Basisszenario	67
Abb. 18	Staubereiche des Spreewaldes, in denen eine Gefährdung besonders schutzwürdiger Landschaftselemente zu erwarten ist.	70
Abb. 19	Gefährdung besonders schutzwürdiger Landschaftselemente im Spreewald bis 2053 in % des Gesamtbestandes bzw. Anzahl an Vorkommen.....	71
Abb. 20	Staubereiche mit erhöhter Invasibilität für ausgewählte Neophyten (<i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Impatiens glandulifera</i>)	74
Abb. 21	Vorschlag für ein räumlich differenziertes Wassermanagement zur dauerhaften Sicherung der Naturschutzfunktionen des Spreewaldes	77

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Untersuchte Szenarienkombinationen im TGP Spreewald	12
Tab. 2	Eingangsdaten für das Vegetationsentwicklungsmodell VEGMOS	14
Tab. 3	Bezeichnungen der Wasserstufen.....	15
Tab. 4	Bestimmung des Hydrotyps anhand der Indikatoraussage ökologisch- soziologischer Artgruppen nach der Methodik von KOSKA et al. (2001a).....	18
Tab. 5	Definition der Hydrotypen nach KOSKA et al. (2001a) (verändert).....	19
Tab. 6	Schlüsselbegriffe und Definitionen in der Risikoanalyse ERAW.....	23
Tab. 7	Flächenanteile des Untersuchungsgebietes mit und ohne Vegetationsdaten. Sie entsprechen den in den Modellen berücksichtigten / nicht berücksichtigten Flächenanteilen.....	25
Tab. 8	Leit-Vegetation und Hydrotopeigenschaften der Biototypen des Spreewaldes.	26
Tab. 9	Vegetationsökologische Eigenschaften des feuchten und frischen Graslandes	29
Tab. 10	Vegetationsökologische Eigenschaften des trockenen Graslandes.....	30
Tab. 11	Vegetationsökologische Eigenschaften der Röhrichte und Staudenfluren.....	31
Tab. 12	Vegetationsökologische Eigenschaften der Vorwälder, Wälder und Forsten	34
Tab. 13	Im Untersuchungsgebiet flächenscharf nachgewiesene Pflanzenarten der Roten Listen Brandenburgs und Deutschlands (PEP-Kartierung, LAGS 1996).....	36
Tab. 14	Erhaltenswerte und besonders erhaltenswerte Landschaftsbildtypen im Spreewald (MUNR 1998).....	41
Tab. 15	Flächenanteile der aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes bewerteten Biotope im Untersuchungsgebiet (LAGS 1996).....	43
Tab. 16	Wasserstufen-Amplituden (WS-A) der im Spreewald vorkommenden Pflanzenarten der Roten Listen (LAGS 1996).....	53

Abkürzungsverzeichnis

BfN	Bundesamt für Naturschutz
BR	Biosphärenreservat Spreewald
BT-neu	im Rahmen des Forschungsvorhabens transformierte/aggregierte Biotoptypen des Pflege- und Entwicklungsplans (LAGS 1996)
BT-PEP	Biotoptypen des Pflege- und Entwicklungsplans (LAGS 1996)
ERAW –	Ecological Risk Assessment for Wetland Vegetation
F	Ökologische Feuchtezahl
FM	Frischmasse
GIS	Geographisches Informationssystem
GLOWA	Globaler Wandel im Wasserhaushalt (BMBF-Verbundvorhaben)
GOK	Geländeoberkante
GW	Grundwasserflurabstand
HT	Hydrotyp
LAGS	Landesanstalt für Großschutzgebiete (Brandenburg)
L-HT	Leit-Hydrotyp
LRP	Landschaftsrahmenplan (MUNR 1998)
LUA	Landesumweltamt (Brandenburg)
L-VT	Leit-Vegetationstyp
MJ NEL	Megajoule Netto-Energie-Lakation (Energiekoeffizient für die Rinderfütterung)
PEP	Pflege- und Entwicklungsplan
RL	Rote Liste
TM	Trockenmasse
TGP	Teilgebietsprojekt innerhalb GLOWA
VEGMOS	Vegetationsentwicklungsmodell Spreewald
VH	Vorhaben innerhalb des Teilgebietsprojektes GLOWA Spreewald
VT	Vegetationstyp
WS	Wasserstufe

1 Einleitung und Zielstellung

Ziel des Verbundvorhabens GLOWA-Elbe ist die integrierte Analyse der Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Umwelt und die Gesellschaft im Elbegebiet. Im Teilprojekt Spree/Havel werden in Kombination mit dem globalen Wandel die Auswirkungen der Einschränkung des Braunkohletagebaus in der Lausitz auf die Wasserführung der Spree und die Folgen für die unterhalb liegenden Einzugsgebietsteile untersucht. Der Spreewald vor den Toren Berlins ist abhängig von der Wasserführung der Spree. Hier ist bereits heute der Wasserhaushalt angespannt, und die Situation wird sich durch den globalen Wandel weiter verschärfen. Die Region war deshalb prädestiniert für eine umfangreiche Analyse im Rahmen von GLOWA-Elbe (Teilgebietsprojekt Spreewald). Sie ist beispielhaft für andere Feuchtgebiete im Elbegebiet.

Die Kulturlandschaft Spreewald hat einen international anerkannten Status als Biosphärenreservat der UNESCO. Trotz der anthropogen überprägten Wasserführung im Gebiet weist das Feuchtgebiet aktuell noch zahlreiche vom Grundwasserstand abhängige naturnahe Lebensgemeinschaften wie Erlenbruchwälder, Röhrichte und Feuchtwiesen mit teilweise hoher Biodiversität und hohem naturschutzfachlichem Wert auf. Dieser Feuchtgebietscharakter bildet die Grundlage für den Tourismus in der Region, der neben Land- und Forstwirtschaft einen wichtigen Wirtschaftszweig darstellt. Umweltveränderungen bewirken über den Wasserhaushalt also nicht nur Veränderungen des ökologischen Zustands von Böden und Vegetation, die das Landschaftsbild und damit den Erlebniswert der Landschaft prägen, sondern auch der sozioökonomischen Bedingungen im Gebiet.

Ziel im Teilvorhaben 2.7 war es, für verschiedene Szenarien die Entwicklung der Standorte (Hydrotope), der Vegetation und die Gefährdung besonders schutzwürdiger Landschaftsbestandteile, wie feuchtgebietstypischer Biotoptypen und erhaltenswerter Landschaftsbildtypen, für den Zeitraum bis 2050 zu untersuchen. Vorliegende Modelle zur Vegetationsentwicklung konnten nicht eingesetzt werden, weil sie entweder nur für andere Klimaregionen gültig sind oder umfangreiche Datenerhebungen erfordert hätten (WOLTER 2002), die im Rahmen von GLOWA nicht vorgesehen waren.

Es konnte ein Modell (VEGMOS) entwickelt werden, das auf vorhandenem Datenmaterial aufbaut und nur stichprobenartige Erhebungen und Überprüfungen im Gelände erforderlich machte. So basieren die räumlichen Einheiten auf der Biotoptypenkarte. Diese ist Bestandteil des Pflege- und Entwicklungsplans im Biosphärenreservat (LAGS 1996). Für die Biotoptypen wurden anhand von Vegetationsaufnahmen Leitvegetationstypen abgeleitet. Für die Analyse des Zusammenhangs zwischen der Vegetation und dem Standortfaktor Wasser wurde das Wasserstufenkonzept aus dem Vegetationsformenkonzept nach KOSKA et al. (2001a) verwendet. Es beschreibt genau diesen Zusammenhang bioindikatorisch anhand von Artgruppen. Damit sind auch für zukünftig veränderte Standortbedingungen Aussagen über die sich einstellende Vegetation möglich. Bestandteil des Modells ist ein Geografisches Informationssystem, mit dem die Ergebnisse visualisiert werden können. So können die Konsequenzen der zu erwartenden Veränderungen Betroffenen und Entscheidungsträgern im Gebiet anschaulich präsentiert werden und als Grundlage für Handlungsstrategien dienen.

Die Ergebnisse aus dem Wasserbewirtschaftungsmodell ArcGRM Spreewald gehen als Eingangsdaten in das Modell ein. Der Modellverbund zwischen den Teilvorhaben erfolgt also

nicht über direkte Kopplung, sondern über Datentransfer. Voraussetzung dafür sind die einheitliche Datenbasis und gemeinsam entwickelte Untersuchungsszenarien.

Im nun folgenden Bericht werden nach einer Gebietsbeschreibung die Methoden und Modellgrundlagen erläutert. Die Szenarienergebnisse werden dargestellt und daraus Vorschläge für ein Handlungskonzept zur nachhaltigen Sicherung der Naturschutzfunktionen abgeleitet.

2 Einführung ins Untersuchungsgebiet

2.1 Gebietsbeschreibung

Der Spreewald ist ein langgestrecktes etwa 75 km langes und maximal 16 km breites Niederungsgebiet am Mittellauf der Spree etwa 80 km südöstlich von Berlin. Das Gebiet wird gegliedert in den Unterspreewald nördlich von Lübben und den Oberspreewald zwischen Lübben und dem Striesow-Fehrower Damm (vgl. KRAUSCH 1994).

Geologie und Böden

Der Oberspreewald ist Teil des Baruther Urstromtals, welches als Entwässerungsrinne des Brandenburger Stadiums der Weichseleiszeit vor etwa 20.000 Jahren entstanden ist. In dieser sehr gefällearmen Aue verzweigen sich Malxe und Spree in über 300 teils natürliche, teils künstlich geschaffene Fließe. Von Striesow bis Lübben besteht auf einer Entfernung von 34 km nur ein Höhenunterschied von sieben Metern. Die im Auenbereich abgelagerten holozänen Auensedimente tragen (teilweise) eine meist aus Bruchwaldtorf bestehende durchschnittlich 0,5 m mächtige organische Auflage. Einzelne Erhöhungen (Kaupen) aus dieser flachen Talebene entstanden durch Reste des Cottbuser Schwemmsandfächers, auf dem sich mineralische Nassböden (Auengleye) entwickelten. Bei Burg und Leipe finden sich kleinere Grundmoräneninseln mit sandigen Tiefenlehmen, auf denen sich staunasse Böden (Pseudogleye) entwickelten (vgl. KRAUSCH 1994).

Der Unterspreewald ist dagegen eine jüngere Talabzweigung. Diese entstand als mit Abschmelzen des Inlandeises nördlichere, tiefergelegene Gebiete eisfrei wurden. Dieser Teil des Spreewaldes ist naturräumlich vielgestaltiger. Der Auenbereich ist hier weniger dominant und es treten Moränenkuppen, Talsandflächen und Dünenzüge ohne hydromorphe Merkmale auf. Aufgrund der sandigen bis anlehmigen Bodenarten bildeten sich Regosole in verschiedenen Entwicklungsstufen über Rosterden bis hin zu armen Braunerden (ebd. und VÖTT 2000).

Klima

Klimatisch gehört das Gebiet in den Grenzbereich zwischen schwach atlantischer und schwach kontinentaler Prägung. Die Temperatur liegt im Jahresmittel bei etwa 8,5°C, der Januarwert bei 0°C und der Juliwert bei über 18°C. Mit nur 534 mm Jahresniederschlag gehört das Gebiet zu den niederschlagsarmen Gebieten in Mitteleuropa (vgl. KRAUSCH 1994).

Wasserwirtschaft

Aufgrund seines dichten Gewässersystems stellt der Spreewald eine für Mitteleuropa einzigartige Landschaft dar. Die Verteilung des aus dem Einzugsgebiet zufließenden Wassers und die Wasserstände in den Fließgewässern werden schon seit langer Zeit vom Menschen reguliert. Seit mehr als 200 Jahren wurden Fließgewässer begradigt und ausgebaut bzw. neue Hochwasserumfluter geschaffen, um Hochwasser schadlos abzuführen. Neben den Hochwasserereignissen war der Spreewald in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts aber auch zunehmend von langen Trockenperioden betroffen. Die Errichtung eines Staugürtelsystems und von Talsperren im Oberlauf der Spree in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts, überlagert mit zunehmenden Sumpfungswassermengen aus den Braunkohletagebauen der Lausitz, führten zu einer Entspannung der Situation. Gleichzeitig wurde in dieser Zeit mit der Eindeichung von großflächigen Poldern begonnen, die heute zu ca. 205 km² meliorierten Flächen innerhalb des Biosphärenreservats geführt haben. Von den ehemals 247 km² Überflutungsfläche sind heute nur noch 56 km² vorhanden (vgl. KRAUSCH 1994 und VÖTT 2000).

Mit der Drosselung der Kohleförderung veränderte sich die Wassersituation im Spreewald in den 1990er Jahren grundlegend. Die Zuleitung von Sumpfungswasser wurde stark reduziert. Große Teile des Spreewassers werden für die Flutung der Tagebaurestlöcher benötigt und erreichen nicht mehr den Spreewald. In Trockenperioden führt dies zu extremen Grundwasserabsenkungen. Verstärkt wird dieser Effekt dadurch, dass das Gewässersystem, die Landnutzung und die Wasserbewirtschaftungspraktiken im Spreewald bisher nicht auf diese neuen Verhältnisse ausreichend eingestellt sind. Die Winterüberflutungsflächen nehmen nur noch einen Bruchteil ihres ursprünglichen Ausmaßes ein und landwirtschaftlich genutzte Flächen werden zu tief entwässert (VÖTT 2000).

Mit der Errichtung weiterer Speichersysteme (Lohsa II) im Einzugsgebiet, einer Schließung der Staugürtel im Spreewald und damit verringerten Abflüssen aus dem Gebiet im Sommer wird heute versucht, dieser Entwicklung entgegen zu wirken (LUA 1996). Ein langfristiges Konzept für die Anpassung der Landschaft, insbesondere des Fließgewässersystems an die veränderten Wasserhaushaltsbedingungen, wird derzeit im Rahmen des Gewässerrandstreifenprojektes, eines Naturschutzgroßprojektes des Bundesamtes für Naturschutz, erarbeitet (HIEKEL et al. 2001).

Vegetation

Ein Großteil der Niederung ist durch Grünland geprägt. Es handelt sich überwiegend um halbhintensiv bis extensiv genutzte Mähweiden und Wiesen. Eine reine Weidenutzung und eine intensive Grünlandnutzung mit regelmäßig erfolgreichem Umbruch und Neuansaat finden heute nicht mehr statt. Der wichtigste Grünlandbiotoptyp ist das feuchte Grünland, das überwiegend von Sumpfdotter-Brenndolden-Wiesen (Übergangsgesellschaft *Calthion/Cnidion*) gebildet wird. In Folge der großflächig erfolgten Meliorationsmaßnahmen in den 1960er und 70er Jahren kommen typische artenreiche Sumpfdotterblumenwiesen (*Calthion*) nur auf kleinflächigen dauerhaft extensiv genutzten Standorten außerhalb der Polder vor. Pfeifengraswiesen (*Molinion*) nährstoffärmerer Standorte sind ganz verschwunden bzw. kommen heute allenfalls nur noch fragmentarisch vor. Auf spät gemähten feucht-nassen moorigen Standorten haben sich Großseggenwiesen (*Caricetum gracilis*) als Relikt einer ehemaligen Streunutzung erhalten können. Die Gesellschaften des frischen Grünlandes (*Arrhenatherion* und *Cynosurion*) konzentrieren sich auf die stärker meliorierten Randbereiche der Niederung. Zum großen Teil sind diese aus ehemaligem Intensivgrasland hervorgegangen. Grün-

land trockener Standorte insbesondere Grasnelken- und Silbergras-Gesellschaften (*Armerion* und *Corynepherion*) kommen nur punktuell auf Sonderstandorten wie den Deichkronen der Polder und anderen meist künstlich erhöhten Standorten vor.

Aus aufgelassenem Grünland insbesondere im Inneren der Oberspreewaldniederung sind Staudenfluren und Landröhrichte hervorgegangen. Eine wirtschaftliche Nutzung findet auf diesen Flächen heute nicht mehr statt. Teilweise werden die Bestände gemäht, um eine weitere Sukzession zu Wald zu verhindern. Bei diesen handelt es sich um Schilf- (*Phragmitetum*), Wasserschwaden- (*Glycerietum*), Rohrglanzgras- (*Phalaridetum*), Schlankseggen- (*Caricetum gracilis*), Sumpfseggen- (*C. acutiformis*) und Sumpf-Reitgras-Rieder (*Calamagrostis canescens*-Gesellschaft) sowie um Mädesüß-Hochstaudenfluren (*Filipendulion*). Flächenmäßig unbedeutender sind die Staudenfluren frischer und trockener Standorte (*Urtico-Aegopodietum* und *Trifolio-Geranietaea sanguinei*).

Aus einem Teil des ungenutzten feucht-nassen Offenlandes, insbesondere in einem Streifen zwischen Leipe, Lübbenau und Lübben, haben sich Grauweiden-Faulbaum-Gebüsche und Erlen-Vorwälder entwickelt. Langfristig ist mit einer Sukzession zu Erlen- bzw. zu Erlen-Eschen-Wäldern zu rechnen. Frische bis trockene Gebüsche und Vorwälder kommen nur kleinflächig in den Randbereichen der Niederung vor.

Innerhalb der Niederung ist der Anteil der Waldgesellschaften im Vergleich zu den angrenzenden grundwasserfernen Hochflächen gering. Sie konzentrieren sich in erster Linie auf den inneren Bereich der Niederung. Vergleicht man das Gebiet mit anderen meist weitgehend waldfreien Niederungen des Nordostdeutschen Tieflandes, ist ihr Anteil jedoch verhältnismäßig hoch. So weist der Spreewald die größten zusammenhängenden Niederungswälder des Nordostdeutschen Tieflandes auf. Diese werden dominiert von feuchten Erlen-Eschen- und nassen Erlen-Wäldern, die zu den Traubenkirschen-Eschen- bzw. Walzenseggen-Erlenbruch-Wäldern (*Pruno-Fraxinetum* bzw. *Carici elongatae-Alnetum*) gezählt werden. In weiten Bereichen werden diese Waldgesellschaften heute von Erlen- teilweise auch von Pappel-Forsten ersetzt. Zum großen Teil werden die Erlen in einer Hochwaldbewirtschaftung kultiviert. Insbesondere im Unterspreewald treten auf den weniger feuchten Standorten Eichen-Hainbuchen-Wälder, Stieleichen-Birken-Wälder und Stieleichen-Rotbuchenwälder hinzu. Auch hier wurden diese Bestände vielfach in Forste, insbesondere in Kiefernbestände, umgewandelt.

Äcker konzentrieren sich überwiegend auf die Randlagen der Niederung. Überwiegend handelt es sich dabei um Intensiväcker auf sandigen oder meliorierten Niedermoorböden. Aufgrund der intensiven Anbaumethode sind diese relativ arm an Segetalarten, werden jedoch noch überwiegend den Sandmohn-Äckern (*Paveretum argemones* Libbert 1932) zugeordnet (LAGS 1996). Extensiv genutzte Äcker kommen heute nur noch kleinflächig vor. Auf vernässten, staufeuchten Standorten handelt es sich dabei um Hirse-Gänsefuß-Äcker (*Panico-Chenopodietum polyspermi* Br.-Bl. 1921). Typische Kulturen sind Gemüsearten wie Gurke, Meerrettich, Zwiebeln und Kartoffeln. Extensiv genutzte Sand-Äcker (*Paveretum argemones* Libbert 1932 *Teesdalia-Arnoseretum* Tx. 1937) auf den grundwasserfernen Standorten wurden überwiegend aufgeforstet. Angebaut werden auf diesen Standorten im Spreewald Lein, Serradella, Persischer Klee, Roggen, Spargel oder Kartoffeln (ebd.). Die in der Biotoptypenkartierung (LAGS 1996) erfassten Ackerbrachen stellen sicherlich nur eine Momentaufnahme dar. Viele Ackerbrachen werden nach einigen Jahren wieder bewirtschaftet. Ist das nicht der Fall, entwickeln sich diese zu Quecken-Dominanzbeständen (*Urtica dioica-Agropyron*

repens-Gesellschaften) bzw. auf trockenen armen Sandstandorten zu Sandtrockenrasen (*Amerion* bzw. *Corynephorion*) (ebd.).

2.2 Ziele des Naturschutzes im Spreewald

Seit 1990 ist der Spreewald als Biosphärenreservat per Verordnung ausgewiesen (AMT DES MINISTERPRÄSIDENTEN 1990). Im Rahmen des MAB-Programms (Men and Biosphere) wurde das Gebiet von der UNESCO 1991 als Biosphärenreservat international anerkannt. Ziel der Unterschutzstellung ist der Erhalt der in Mitteleuropa einmaligen Natur- und Kulturlandschaft durch die Fortführung traditioneller Bewirtschaftungs- und Siedlungsformen. Diesbezüglich wurde das Gebiet in vier Schutzzonen gegliedert (Abb. 1):

- Kernzone bzw. Totalreservat (Zone I): Diese Gebiete umfassen etwa 1,8 % der Fläche und tragen den höchsten Schutzstatus, d.h., sie bleiben völlig der natürlichen Dynamik überlassen.
- Die Pflege- und Entwicklungszone (Zone II): Diese Zone dient als Puffer der Kernzone vor Schadeinwirkung, der Erhaltung und Pflege landschaftstypischer Vielfalt sowie dem Schutz seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten. Bei der Nutzung hat der Naturschutz Vorrang (18,6 % der Fläche).
- Harmonische Kulturlandschaft (Zone III): In dieser Zone stehen Schutz und Nutzung der Natur und der Kulturlandschaft gleichermaßen im Vordergrund. Diese Gebiete haben aufgrund ihres ästhetischen und kulturellen Wertes eine große Bedeutung für die landschaftsbezogene Erholung. Das über Jahrhunderte gewachsene Landschaftsbild soll durch die Fortführung traditioneller und schonender Wirtschaftsweisen bewahrt werden (49,7 % der Fläche).
- Regenerierungszone (Zone IV): Diese Zone umfasst die Bereiche, die in der Vergangenheit durch die Bewirtschaftung geschädigt wurden und durch gezielte Maßnahmen ökologisch aufgewertet werden sollen. Langfristig wird eine Überführung in Schutzzone III angestrebt (29,9 %).

Die Zonen I und II sind als Naturschutzgebiete, die Zonen III und IV als Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen. Das Biosphärenreservat hat die Aufgabe, Modelle und Methoden einer naturverträglichen Bewirtschaftung zu entwickeln und damit eine Vorbildfunktion für den Schutz der Natur zu übernehmen. Als Leitlinie steht dabei die nachhaltige Sicherung der Lebensgrundlagen von Mensch, Tier und Pflanze sowie der gesamten unbelebten Natur im Vordergrund des zukünftigen Handelns (vgl. § 1 BNATSCHG a). Diese umfasst die Sanierung und Entwicklung geschädigter Landschaftsteile sowie einen sensibleren Umgang mit allen Naturraumpotenzialen.

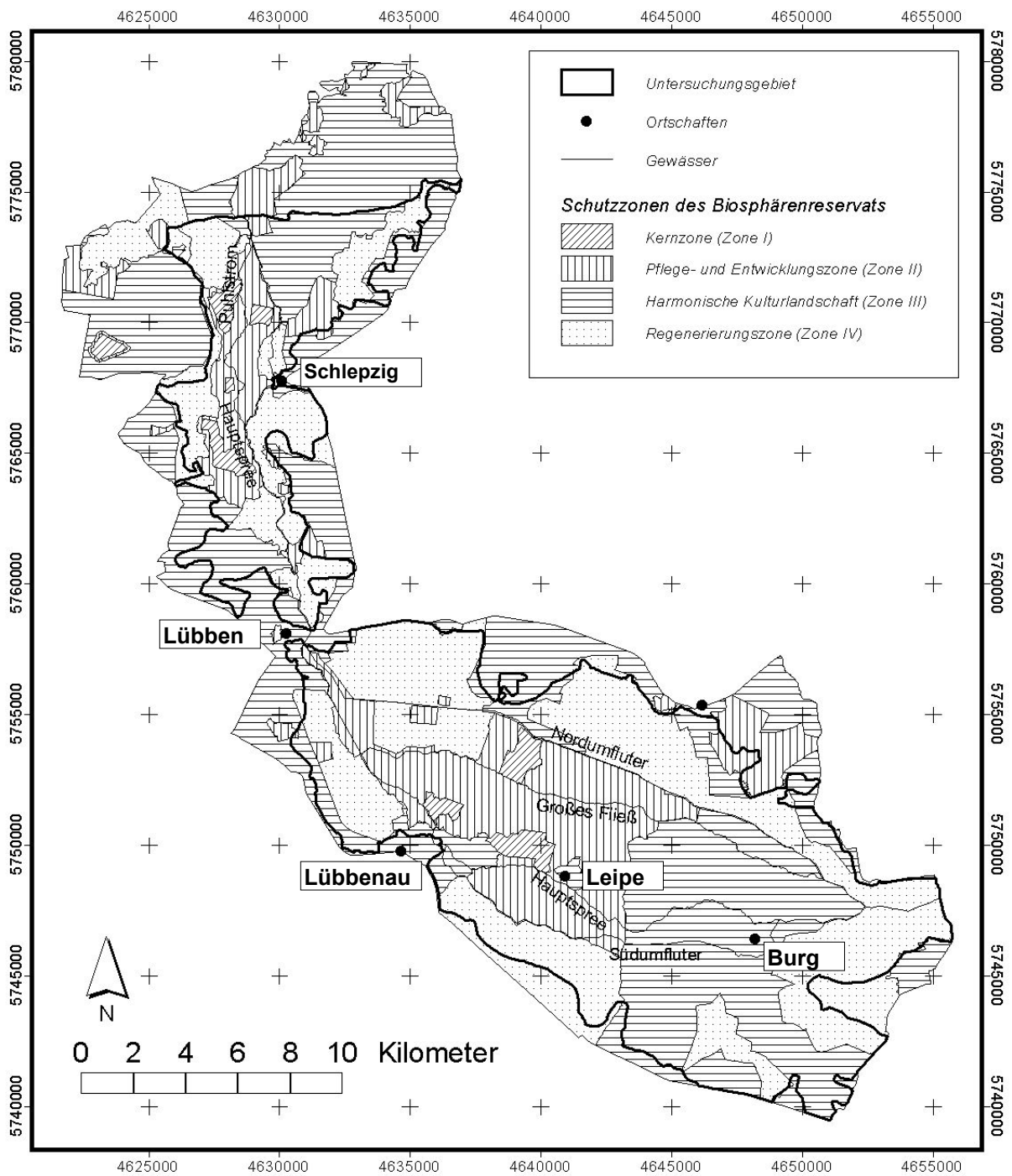


Abb. 1 Schutzzonen des Biosphärenreservats

Abgeleitet aus den Schutzziele der Biosphärenreservats-Verordnung wurden im Rahmen des Landschaftsrahmenplans (MUNR 1998) bzw. des Pflege- und Entwicklungsplans (LAGS 1996) u.a. folgende Leitlinien (Entwicklungsziele) aufgestellt:

1. Die Wiederherstellung eines naturnahen Wasserregimes mit hohen Grundwasserständen und periodischen Überstauungen (Retentionsraum) insbesondere in den inneren Niederungsflächen von Unter- und Oberspreewald.
2. Die Regenerierung ökologisch degradierter Meliorationsflächen und Fließgewässer in den äußeren Bereichen der Niederung. Im speziellen sollen Niedermoorstandorte unter landwirtschaftlicher Nutzung ausschließlich als extensives Dauergrünland mit standortgerechten Feuchtwiesen genutzt werden.
3. Die Erhaltung und Förderung traditioneller Bewirtschaftungsformen wie Horstäcker, Gemüseanbau und extensive Feuchtwiesen und Streuwiesen und des dadurch entstandenen kleinflächigen Nutzungsmosaiks. Von großer Bedeutung ist diesbezüglich vor allem die Streusiedlung um Burg im östlich Teil des Oberspreewaldes.
4. Die Förderung nachhaltiger Landnutzungsmodelle (naturnaher Waldumbau in der inneren Unterspreewaldniederung)
5. Schutz gefährdeter Arten in ihren Lebensräumen
6. Förderung eines umwelt- und sozialverträglichen Tourismus
7. Erhöhung des Waldanteils v.a. auf Flachmoorbereichen
8. Erhalt und Entwicklung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Landschaft entsprechend der Forderung des Bundes-(§1 (2) 4) bzw. Brandenburger Naturschutzgesetzes (§1 (2) 8) als Grundlage einer landschaftsbezogenen Erholung insbesondere in den Zonen III und IV. Es sollen sowohl die naturnahe als auch eine erlebnisreiche Naturlandschaft gefördert werden.

Der Landschaftsrahmenplan ist Ergebnis eines demokratisch geführten politischen Entscheidungsprozesses. Dieser stellt damit eine wichtige Grundlage für die Entwicklung der im Rahmen dieser Arbeit zugrundegelegten Szenarien dar, da ein hohes Maß an Partizipation gewährleistet ist (vgl. Pkt. 4).

Die im LRP formulierten Ziele werden im Pflege- und Entwicklungsplan (PEP) (LAGS 1996) konkretisiert. Für diesen erfolgte eine Bestandsaufnahme in Form einer Biotoptypenkartierung. Der PEP ist Grundlage für die Bewertung der Bestände, die Ermittlung besonders geschützter und repräsentativer Biotoptypen sowie für die Darstellung von Beeinträchtigungen und Gefährdungen. Derzeit wird der PEP für den inneren Teil der Niederung im Rahmen des Gewässerrandstreifenprojekts überarbeitet und flächenkonkrete Maßnahmen werden festgesetzt (HIEKEL et al. 2001), er lag zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht in seiner endgültigen Fassung vor.

3 Szenarien

Im Teilgebietsprojekt Spreewald wurden zusammen mit den anderen Teilprojekten und der AG Szenarien innerhalb des Verbundvorhabens zwei Szenarien definiert. Das Referenzszenario unterstellt das gegenwärtige Klima und berücksichtigt bestehende Planungen für den Bergbau und die Wasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet der Oberen Spree. Im B2-Basisszenario wird ein durchschnittlicher Temperaturanstieg von 1,4°C bis 2050 angenommen. Die ökonomische Entwicklung, insbesondere auf dem Energiesektor, verläuft entsprechend den Annahmen des IPCC Szenarios B2. Die wasserwirtschaftlichen Handlungsalternativen wurden im B2-Basisszenario gegenüber dem Referenzszenario nicht verändert.

Zur Abstimmung der Szenarien mit den Stakeholdern wurde im Juli 2002 ein Workshop im Projektgebiet durchgeführt. Von den Projektbearbeitern wurden Ziele und Zwischenstand des Teilgebietsprojekts und denkbare Szenarien der Entwicklung im Gebiet vorgestellt. Als Ergebnis der Diskussion wurden die beiden Szenarien mit zwei Handlungsalternativen „Ist-Zustand“ und „Moorschutz“ kombiniert (Tab. 1). Mit Ist-Zustand ist gemeint, dass die gegenwärtige Landnutzung und Wasserbewirtschaftung im Niederungsgebiet beibehalten werden. Unter Moorschutz ist zu verstehen, dass die Wasserstände auf Niedermoorflächen angehoben werden, um eine weitere Torfzersetzung zu verhindern.

Grundlage für alle Szenarien sind die Klimareihen 2003 bis 2052 des Teilprojekts Klima.

Im Teilvorhaben 2.7 wurde die Ökologische Risikoanalyse für alle Zeitscheiben durchgeführt, die Entwicklung der Vegetation für die Zeitscheiben 2005 (2003 – 07), 2020 (2018 – 22) und 2050 (2048 – 52) untersucht.

Tab. 1 Untersuchte Szenarienkombinationen im TGP Spreewald

Rahmenbedingung Einzugsgebiet Handlungs- alternativen im Feuchtgebiet	Referenzszenario	B2-Basisszenario
Ist-Zustand	Referenzszenario	B2-Basisszenario
Moorschutzszenario	Referenzszenario mit Moor- schutz	B2-Basisszenario mit Moor- schutz

4 Methoden

4.1 Struktur des Vegetationsentwicklungsmodells Spreewald (VEGMOS)

Das Vegetationsentwicklungsmodell Spreewald (VEGMOS) implementiert die Wasserstandsdaten des Wasserbewirtschaftungsmodells ARCGRM Spreewald (TV 2.3) und berechnet nach definierten Regeln die Auswirkungen von Wasserstandsänderungen auf Standorttypen und Vegetationseinheiten. VEGMOS besteht aus mehreren Access-Datenbanken, die in das DesktopGIS ArcView eingebunden sind. Mit Hilfe der Datenbanken (VEGMOS-Module) und den enthaltenen Regelsätzen werden unterschiedliche Ursachen und Folgen der Vegetationsentwicklung modelliert (Abb. 2).

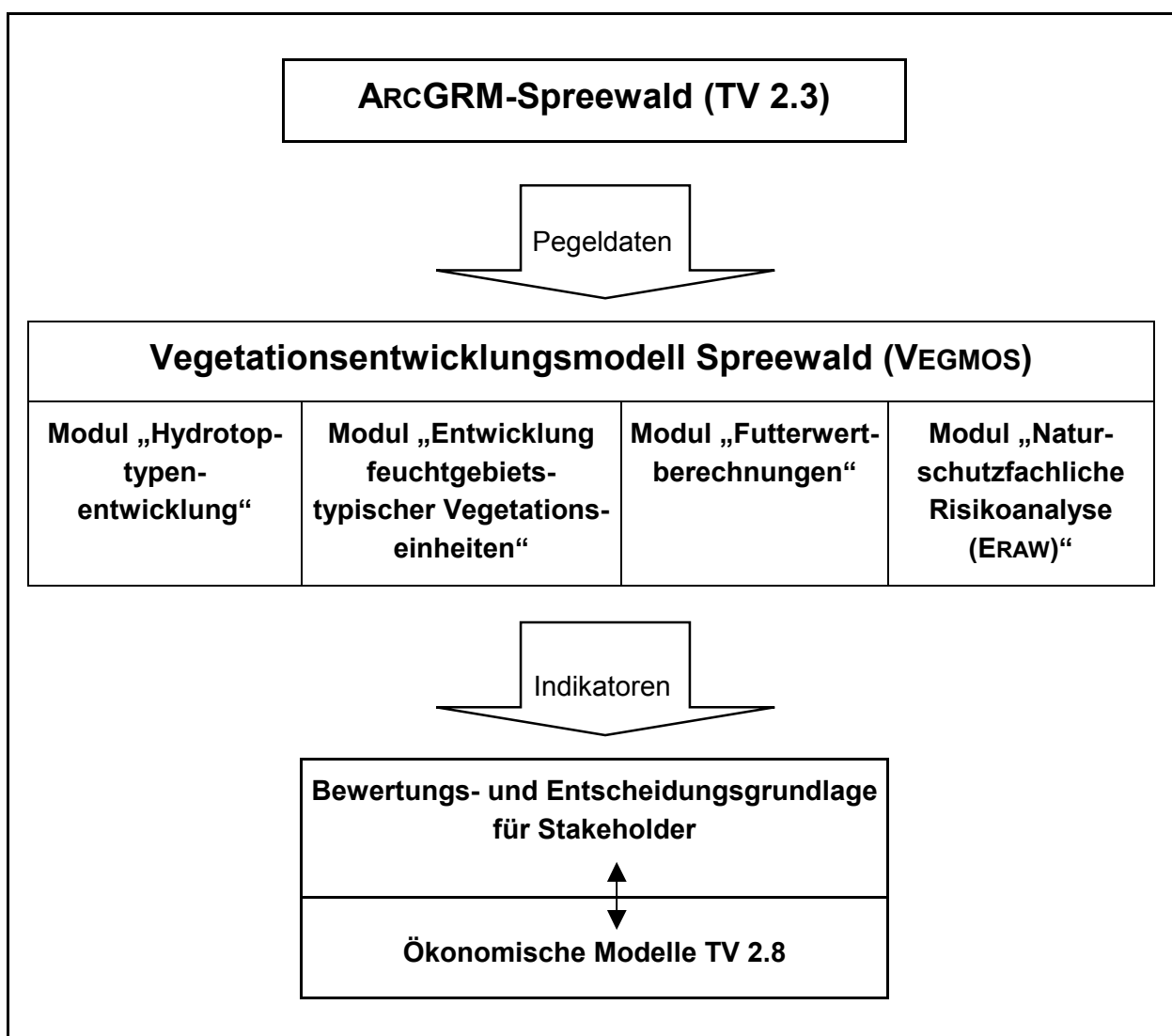


Abb. 2 Module des Vegetationsentwicklungsmodells (VEGMOS) im Verbund mit den GLOWA-Spreewald-Modellen

Tab. 2 Eingangsdaten für das Vegetationsentwicklungsmodell VEGMOS

Daten	Quelle
Vegetationsaufnahmen	diverse Gutachten und wissenschaftliche Arbeiten (siehe Kap. 5.1.1)
Biotoptypenkarte	Pflege- und Entwicklungsplan des Spreewaldes (LAGS 1996)
Bodensubstratkarte (Eigenschaften von Substrat-typen)	TV 2.6 Boden
Grundwasserflurabstandsdaten	VÖTT (2001) und Monitoringdaten der Biosphärenreservatsverwaltung
Modellierte Änderung des Grundwasserflurabstandes	Modell ArcGRM Spreewald (TV 2.3 Wasserhaushalt)

Die VEGMOS-Module liefern Ergebnisse in folgenden Zeithorizonten:

- die Hydrotoptypenentwicklung in 5-Jahreszeitscheiben von 2003 - 2052,
- die Entwicklung der Feuchtwälder und –forsten in den Zeitscheiben 2008 - 2012, 2018 - 2022 und 2048 - 2052,
- die Entwicklung der Vegetation und der Futterqualität des Wirtschaftsgrünlandes in 5-Jahreszeitscheiben von 2003 - 2052 und
- die ökologische Risikoanalyse in 5-Jahreszeitscheiben von 2003 - 2052.

Die Vorgehensweise bei der Bestimmung der hydroökologischen Standortbedingungen und bei den einzelnen Teilmodulen wird im folgenden Text detailliert beschrieben.

4.2 Implementierung des Vegetationsformenkonzeptes in das Entwicklungsmodell

4.2.1 Grundlagen

Das VEGMOS und seine Module verwenden Bestandteile des Vegetationsformenkonzeptes, um die Hydrotopeigenschaften in Form von Grundwasserflurabstandsamplituden für die Vegetationseinheiten des Spreewaldes zu bestimmen.

Die Bestimmung der hydroökologischen Standortbedingungen basiert auf dem Vegetationsformenkonzept von KOSKA et al. (2001a) und bildet die entscheidende Grundlage für die Modellierung. Ziel des Vegetationsformenkonzeptes ist die bioindikatorische Ermittlung von Standortparametern insbesondere denen des Wasserhaushalts. Der Gültigkeitsraum dieses Konzepts umfasst das gesamte nordostdeutsche Tiefland. Das Vegetationsformenkonzept soll in diesem Kapitel kurz erläutert werden, um im folgenden Text verwendete Begriffe verständlich zu machen.

Grundlage des Vegetationsformenkonzeptes bilden ökologisch-soziologische Artgruppen. In diesen Gruppen werden Arten zusammengefasst, die im gleichen ökologischen Bereich etablierungs- und konkurrenzfähig sind. Anhand dieser Artgruppen lassen sich Vegetationsformen beschreiben, die Standortfaktoren insbesondere den Wasserfaktor mit hoher Auflösung widerspiegeln und eindeutig repräsentieren.

Die aufgrund des ökohydrologischen Verhaltens der Vegetation abgeleiteten Feuchtebereiche werden zu Hydrotoptypen zusammengefasst. Die Klassifizierung in Hydrotoptypen beschreibt das Angebot und die Dynamik des Wassers an der belebten Oberfläche und konzentriert sich auf die die Vegetation beeinflussenden Faktoren. Ein Hydrotoptyp wird charakterisiert durch eine Wasserstufe und einen Wasserregimetyp. Deren Einheiten sind sowohl messtechnisch als auch durch eine Vegetationskartierung ermittelbar.

Die Wasserstufe drückt das Bodenfeuchte- bzw. Wasserstands-niveau aus. Sie wird anhand der unterschiedlichen hydroökologischen Amplituden der ökologisch-soziologischen Artgruppen definiert. Unterschieden wird zwischen feuchtegeprägten „+“-Wasserstufen und den trockenheitsgeprägten „-“-Wasserstufen (vgl. Tab. 3). Während die „+“-Wasserstufen überwiegend von Oberflächen-, Grund- und Stauwasser geprägt sind, sind die „-“-Wasserstufen in ihrer Wasserversorgung vorwiegend vom niederschlagsgespeisten Haftwasserspeicher im Boden und vom Klima abhängig. Um aufgrund der Wasserstufe den Grundwasserstand abzuleiten, muss daher auf den „-“-Wasserstufen-Standorten zusätzlich das Bodensubstrat hinzugezogen werden.

Tab. 3 Bezeichnungen der Wasserstufen

Wasserstufe	Bezeichnung
5+	nass
4+	halbnass
3+	feucht
2+	mäßig feucht
2-	mäßig trocken
3-	trocken

Der Wasserregimetyp beschreibt die dynamischen Eigenschaften, Herkunft und Bindungsform des oberflächennah wirksamen Wassers, die als synergetischer Faktorenkomplex auftreten. Er wird gekennzeichnet durch die Herkunft des Wassers, Lage und Relief des Standortes, den Bindungszustand des Wassers, die Wasserdynamik und bei naturnahen Mooren durch die Oberflächenstruktur. Die im Spreewald bestimmten Hydrototypen werden wie folgt beschrieben:

- Ein topogenes Wasserregime (T) liegt in Stillgewässern oder nassen Senkenarealen mit ebenem bis sehr schwach geneigtem Wasserspiegel vor. Dieses kann auch durch oberflächennahen Zufluss, Grundwasser, hoch anstehendes Stauwasser und durch Fließgewässer mit mäßiger Überflutungsneigung gespeist werden. Es besteht ein vollständiger bzw. ein zumindest zeitweiliger Überstau oder ein weiträumig zusammenhängendes Schlenkensystem.
- Ein Auenüberflutungsregime (Ü) tritt in häufig überfluteten, ständig bis zeitweilig nassen Senkenarealen der großen Flusstäler und Talebenen auf. Es handelt sich dabei um Flächen, die dominierend vom fließenden und überflutenden Oberflächenwasser gespeist werden. Die Überflutungen können viele Tage bis Wochen anhalten.
- Bei einem Wechselnässeregime (W) liegt ein Wechsel von zeitweiliger Überstauung mit anaeroben Bedingungen bis zu starker Austrocknung im Sommer vor.
- Ein Grund-/Stauwasserregime (G) tritt bei stagnierendem Grundwasser bzw. langandauerndem Stauwasser auf und ist meistens nicht mit einem Überstau verbunden.
- Ein Infiltrationsregime (I) liegt bei fehlendem oberflächennahen und dauerhaften Grundwassereinfluss vor.

Die Wasserstandsdynamik stellt beim Wasserregime ein wichtiges Merkmal dar. Sie lässt sich aufgrund von Wasserstufen-Ausbildungen beschreiben (vgl. Tab. 4). Diese kennzeichnet das jahreszeitliche Wasserstandsverhalten durch die Veränderung des Wasserstandsmedians des trockenen Sommer-Herbst-Halbjahres gegenüber dem Medianwert des feuchten Winter-Frühjahr-Halbjahres.

4.2.2 Verfahren

Die Bestimmung der Hydrotypen aufbauend auf dem Vegetationsformenkonzept von KOSKA et al. (2001a) lief in folgenden Arbeitsschritten ab:

1. Schritt: Nutzung der Biotoptypenkartierung des PEP als räumliche Grundlage für die Modellierung

2. Schritt: Zuordnung von Vegetationsaufnahmen zu Biotoptypen und Ableitung des Leitvegetationstyps

Für einen klar definierten Ausgangszustand der Modellierung wurde anhand der Vegetationsaufnahmen für jeden Biotoptyp der dominierende Vegetationstyp als Leittyp ermittelt. Es wurde dabei auf gebietsspezifische punktuelle Vegetationsaufnahmen zurückgegriffen. Anhand der Kartieranleitung der Biotoptypen (LUA 1995) war es möglich, diese den einzelnen Biotoptypen zuzuordnen. Die Eigenschaften des Leitvegetationstyps wurden auf den gesamten Biotoptyp übertragen. Hieraus resultiert eine gewisse Vereinfachung, die seltenere kleinflächige Vegetationstypen unberücksichtigt lässt. Vor dem Hintergrund der Anwendung des Modells auf der Skalen-Ebene der Landschaft ist diese Vereinfachung erwünscht.

Für die Bestimmung der Vegetationsform nach KOSKA et al. (2001a) wurde überwiegend auf gebietsspezifische vegetationskundliche Untersuchungen von BRAUN (1994a; 1994b; 1995a; 1995b; 1996; 1997), LUTHARDT et al. (i.V.), PESCHEL & BRAUN (1998), ILLIG (2002, schriftl.), VATER (1999) und auf eigene Aufnahmen aus den Jahren 2001 - 2003 zurückgegriffen. Die Untersuchungen wurden in der Zeit von 1992 bis 2001 im Rahmen von Gutachten, Diplomarbeiten und Forschungsarbeiten durchgeführt. Insbesondere für die in der Spreewaldniederung dominierenden Biotoptypen feuchter und nasser Standorte ist auf dieser Grundlage der aktuelle Zustand gut dokumentiert. Für aktuell im Spreewald nicht mit Vegetationsaufnahmen belegte Vegetationstypen vor allem der trockeneren Standorte wurden Untersuchungen von MÜLLER-STOLL et al. (1992a-d) und KLEMM (1976) aus den 1950er und 1960er Jahren hinzugezogen. Es kann angenommen werden, dass die von diesen Autoren beschriebene Vegetation in dieser Form heute noch existiert, da auf den trockenen Standorten des Spreewaldes seit dieser Zeit keine Nutzungsänderungen bzw. Veränderungen des Feuchtestatus stattgefunden haben.

Für die Standorte der mäßig frischen bis trockenen Standorte wurden von KOSKA et al. (2001a) keine Vegetationsformen definiert. Die Benennung erfolgt nach den namengebenden Arten der differenzierenden Artgruppen.

3. Schritt: Ableitung der Grundwasserverhältnisse anhand der Hydrotypen und des Bodensubstrats

Der Hydrotyp einer Vegetationsaufnahme wurde aus dem Überschneidungsbereich der Amplituden der ökologisch-soziologischen Artgruppen abgeleitet. Bei dem in Tab. 4 gewählten Beispiel liegt der Überschneidungsbereich bei der Wasserstufe 4+ und einem topogenen Wasserregime (gekennzeichnet durch das „V“). Das ergibt den Hydrotyp 4+T. Kamen innerhalb einer Vegetationsaufnahme Artgruppen vor, die sich gegenseitig in ihren Aussagen widersprachen, wurde auf die Aussage der dominierenden Artgruppe zurückgegriffen.

Tab. 4 Bestimmung des Hydrotyps anhand der Indikатораussage ökologisch-soziologischer Artgruppen nach der Methodik von KOSKA et al. (2001a)

Beispielhafte Darstellung anhand einer Vegetationsaufnahme des Walzenseggen-Erlenbruchs (BRAUN 1994a).

ökologisch- soziologische Artgruppe	Wasserstufe					Wasserregimetyt			
	5+	4+	3+	2+	2-	O	T	P	G
<i>Carex elata</i>		V					V		
<i>Carex disticha</i> -Gruppe		V					V		
<i>Peucedanum palustre</i> -Gruppe		V					V		
<i>Carex appropinquata</i>		V					V		
<i>Carex acutiformis</i> -Gruppe		V					V		
<i>Iris pseudacorus</i> -Gruppe		V					V		
<i>Alnus glutinosa</i>		V					V		
<i>Fraxinus excelsior</i> -Gruppe		V					V		
<i>Lysimachia vulgaris</i> -Gruppe		V					V		
<i>Cirsium oleraceum</i> -Gruppe		V					V		
<i>Juncus effusus</i> -Gruppe		V					V		
<i>Prunus padus</i>		V					V		
<i>Deschampsia cespitosa</i> -Gruppe		V					V		
<i>Hypnum cupressiforme</i> -Gruppe		V					V		
<i>Urtica dioica</i> -Gruppe		V					V		
<i>Humulus lupulus</i> -Gruppe		V					V		



Indikationsbereich



Überschneidungsbereich

4. Schritt: Ableitung der Grundwasserverhältnisse

Die Arbeitsgruppe SUCCOW und KOSKA in Greifswald hat durch umfangreiche Messungen die Bereiche der Grundwasserstandsmediane der Hydrotypen Nordostdeutschlands ermittelt (KOSKA et al. 2001a). Sie konnten mit Hilfe der punktuellen Pegeldaten aus dem Spreewald bestätigt werden und wurden den Regeln des VEGMOS zu Grunde gelegt (Tab. 5). Auf den grundwasserfernen Standorten wurde das Bodensubstrat mit in die Bestimmung der Grundwasserflurabstände einbezogen. Die Grenze zwischen den Wasserstufen 2- und 3- resultiert aus dem Grundwasserflurabstand, ab dem der kapillare Aufstieg nicht mehr den effektiven Wurzelraum erreicht. Dieser Grenzwert liegt unter den im Spreewald gegebenen klimatischen Verhältnissen bei Sand und Torf bei einem Grundwasserflurabstand von 120 cm und bei Lehm bei 150 cm (Ergebnis TV 2.6 „Boden“). Als Datengrundlage wurde die im Rahmen des TV 2.6 erstellte Bodensubstratkarte herangezogen. In Einzelfällen wurde diese anhand der Biotoptypenkarte korrigiert, wenn Biotoptypen-Substrat-Kombinationen auftraten, die den Angaben der Biotoptypenkartieranleitung bzw. der Literatur widersprachen. Ein Beispiel sind nasse Erlen-Wälder auf Sandböden, die nach der Literatur ausschließlich auf Torf (Moor und Anmoor) vorkommen.

Tab. 5 Definition der Hydrotypen nach KOSKA et al. (2001a) (verändert)

(T = topogenes Wasserregime; Ü = Überschwemmungsregime; G = Grundwasserregime; W = Wechsellässeregime; I = Infiltrationsregime; sW = stark wechsellässiges Wasserregime)

Hydrotyp	vorkommende Wasserstufen-Ausbildung	Grundwasserflurabstand Sommer-Herbst-Halbjahr (cm)		Grundwasserflurabstand Sommer-Herbst-Halbjahr (cm)	
		Sand / Torf	Lehm	Sand / Torf	Lehm
6+T	6+/+; 6+/5+	150 bis 30		150 bis 0	
5+T	5+/+; 5+/4+	30 bis 0		30 bis -15	
5+Ü	6+/4+	150 bis 30		0 bis -15	
4+T	4+/+; 4+/3+	0 bis -15		0 bis -35	
4+Ü	5+/3+	30 bis 0		-15 bis -35	
4+sÜ	5+/2+	30 bis 0		-35 bis -70	
3+G	3+/+	-15 bis -35		-15 bis -70	
3+W	4+/2+	0 bis -15		-35 bis -70	
3+sW	4+/2-	0 bis -15		-70 bis <-120	-70 bis <-150
2+G	2+/+; 2+/2-	-35 bis -70		-35 bis -120	-35 bis -150
2+W	3+/2-	-15 bis -35		-70 bis -120	-70 bis -150
2+sW	3+/3-	-15 bis -35		<-120	<-150
2-I	2-/-; 2-/3-	-70 bis -120	-70 bis -150	-70 bis <-120	-70 bis <-150
3-I	3-/-	<-120	<-150	<-120	<-150

Die von KOSKA et al. (2001a) definierten Hydrotypen wurden um die Hydrotypen 4+sÜ und 3+sW sowie 2+sW erweitert. Es handelt sich um Standorte, für die in den Szenarien eine Differenz von mehr als zwei Wasserstufen zwischen Winter-Frühjahr- und Sommer-Herbst-Halbjahr modelliert wurden.

Die Ermittlung des Grundwasserstandes von Vegetationstypen trockenerer Standorte erfolgte anhand hydromorpher Merkmale im Boden. Diese basieren auf aus dem Spreewald beschriebenen Bodenprofilen, die einer spezifischen Vegetation zugeordnet sind. Die Lage des Gr-Horizontes diente als Anhaltspunkt für die Bestimmung des Grundwasserwirkungsbereichs. An mehr als 300 Tagen im Jahr wird in dieser Höhe von anaeroben Verhältnissen, d.h. von einem dauerhaften Grundwassereinfluss ausgegangen (vgl. SCHACHTSCHABEL et al. 1992).

4.3 Modul Hydrotypenentwicklung

Die Modellierung geht von den aus der kartierten Vegetation abgeleiteten Hydrotypen des Spreewaldes aus. Die Hydrotypen repräsentieren Klassen von Grundwasserflurabständen im Winter- und Sommerhalbjahr (GW_{HT}). Der Zusammenhang wurde für andere Feuchtgebiete Nordostdeutschlands empirisch belegt (SUCCOW & JOOSTEN 2001). Vom Ausgangszustand der Hydrotypen werden die in Modell ARCGRM Spreewald (TV 2.3) berechneten Änderungen des Grundwasserflurabstandes (ΔGW_{ARCGRM}) abgezogen.

Der GW_{HT} liegt als Wertspanne vor. Für die Modellierung werden drei Alternativrechnungen ausgehend von drei angenommenen Punkten innerhalb der Klassengrenzen durchgeführt: Die Berechnung für den 80 %-Wert nimmt an, dass der Grundwasserflurabstand jeweils im unteren Fünftel der Spanne liegt (gemessen ab Geländeoberkante). Sie steht für eine hohe Änderungs-Sensitivität des Systems bei Absenkungen des Grundwasserstandes. Der 20 %-Wert hingegen liegt im oberen Fünftel der Spanne und steht für eine geringe Sensitivität bei Absenkung des Grundwasserspiegel, jedoch für eine hohe Empfindlichkeit bei einer Anhebung. Der 50 %-Wert liegt in der Mitte der Spanne.

4.4 Modul Entwicklung feuchtgebietstypischer Vegetationseinheiten

Ausgehend von der Hydrotypenentwicklung werden unter Einbeziehung weiterer Standortfaktoren und der Nutzung die Auswirkungen auf feuchtgebietstypische Vegetationseinheiten modelliert. Dies geschieht für Feuchtwälder und –forsten in den Zeitscheiben 2008 – 2012; 2018 – 2022 und 2048 – 2052 und für das Grünland in 5-Jahres-Zeitscheiben von 2003 – 2052. Die Modellregeln werden in Ökogrammen vorgehalten, in denen die Standort- und Nutzungsbedingungen der Vegetations- und Biotoptypen definiert sind. Die Faktorenkombinationen sind über mehrstellige Codes indiziert und werden in Access-Datenbanken vorgehalten. Die Eingangsvariablen werden durch Verschneidung im GIS erzeugt und in den gleichen Code übersetzt. Ein Typuswechsel wird angenommen, wenn die modellierten Standort- und Nutzungsfaktoren nicht mehr der Konstellation im Ökogramm entsprechen. In den Formationen wird eine unterschiedliche Dauer des Typuswechsels angesetzt. Wanderverhalten und –geschwindigkeit der einzelnen Arten bleiben unberücksichtigt. Als Ergebnis der Modellierung wird die potenzielle Vegetation der Szenarien angegeben.

4.4.1 Futterwertberechnungen

Für das Wirtschaftsgrünland werden als Beitrag zur ökonomischen Modellierung im TV 2.8 die Futterwerte wichtiger Grünlandtypen berechnet. Die Berechnung erfolgte auf der Grundlage von Messwerten der Netto-Energie-Laktation [$\text{MJ NEL kg}^{-1} \text{ TM}$] für einzelne Arten, die BOCKHOLT (2001) für Grünland unter den gleichen Nutzungsbedingungen, wie sie im Spreewald vorherrschen, für 11 Nutzungszeitpunkte (Wochen ab dem 1. Mai) gemessen hat. Aus den Werten für die einzelnen Arten wurde ein Mittelwert für Vegetationsaufnahmen gebildet, in den die Einzelwerte über die Anteile in der Frischmasse gewichtet eingehen. Die Umrechnung von Deckungswerten in Masseprozent erfolgte in Anlehnung an MUNZERT (1972 zit. in VOIGTLÄNDER & VOSS 1979). Bei BOCKHOLT fehlende Monatswerte wurden über Trendinterpolationen berechnet. Für die Arten *Lolium perenne* und *Trifolium repens* wurden Literaturwerte verwendet (DLG 1997). Voraussetzung für die Mittelwertberechnung war, dass für mindestens 75 % der Frischmasse Futterwerte der enthaltenen Arten vorliegen. Dies trifft auf 71 % der Aufnahmen zu.

4.5 Modul naturschutzfachliche Risikoanalyse (ERAW)

Das Projekt Glowa stellt Grundlagen bereit, mit denen die Folgen des Globalen Wandels anhand von Indikatoren aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Soziologie bewertet werden sollen. Die Vegetation ist ein integrierender ökologischer Indikator. Aus den Vegetationsveränderungen allein können jedoch keine Werturteile abgeleitet werden. Dies kann nur vor dem Hintergrund von Zielen, die sich auf die Vegetationseinheiten und ihre Funktionen beziehen, geschehen. Die zum Bearbeitungszeitpunkt gültigen Fachpläne des Naturschutzes, der Landschaftsrahmenplan (MUNR 1998) und der darauf aufbauende Pflege- und Entwicklungsplan (LAGS 1996)¹, geben die mit anderen Interessen abgestimmten Ziele und Werturteile der Fachleute vor Ort wieder. Sie führen unter anderem die als schutzwürdig erkannten Landschaftsbestandteile (Arten, Biotope, Landschaftsräume) im Spreewald auf. Soweit diese sich auf Vegetationseinheiten und ihre Standortbedingungen beziehen und im VEGMOS modellierbar sind, werden sie einer Risikoanalyse unterzogen. Die aus den modellierten Wasserstandsänderungen (ARCGRM-Spreewald, TV 2.3) erwachsenen Risiken werden für jede 5-Jahreszeitscheibe bis 2052 dargestellt. Ein Risiko aus Sicht des vorsorgenden Naturschutzes besteht schon dann, wenn sich die Standortbedingungen insbesondere die Hydrotopenigenschaften eines schutzwürdigen Biotopes so verändern, dass diese außerhalb der ökologischen Amplitude der kennzeichnenden Vegetation liegen. In vielen Fällen werden sich bei der Absenkung des Grundwasserspiegels Vegetationstypen einfinden, die von geringerer Schutzwürdigkeit sind. Denkbar ist aber auch, z.B. in Kombination mit einer Nutzungsänderung, eine positive Entwicklung. Für die Abschätzung der Entwicklungsrichtung (welche neue Vegetation stellt sich ein?) sind weitere Parameter erforderlich, die die Prognosesicherheit weiter vermindern. Die Sukzession wird daher aus der Risikoanalyse ausgeklammert und stattdessen im Rahmen der Modellierung für spezielle Vegetationstypen implementiert.

Für die Risikoanalyse gilt die gleiche Problematik wie für das VEGMOS: Trotz der umfangreichen vegetationsökologischen Daten zum Untersuchungsgebiet fehlt es für numerische Modelle an langjährigen, vor Ort gemessenen oder aus anderen Gebieten übertragbaren Pegel-daten. Sie liegen lediglich für einzelne Vegetationseinheiten vor. Auch mit solchen Daten blieben Aussagen zur Vegetationsentwicklung bei Wasserstandsänderungen mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Das Instrument der Ökologischen Risikoanalyse² ist in der planungsbezogenen Ökologie für "ökologische Wirkungsanalysen bei ungenügender Information" (SCHOLLES 1997) entwickelt worden (BACHFISCHER 1978). In ihr werden auf nachvollziehbare Weise ordinal skalierte Daten zur Empfindlichkeit und zur Beeinträchtigungsintensität mit Hilfe von Matrices zu wiederum ordinal skalierten Risikoaussagen verknüpft. Die Risikoanalyse für den Spreewald (ERAW – Ecological Risk Assessment for Wetland Vegetation), erhöht die Aussagesicherheit gegenüber den herkömmlichen Verfahren, indem sie an wichtigen Stellen durch numerische Daten gestützt wird. Dennoch verwendet auch sie grundsätz-

¹ Der im Rahmen des Gewässerrandstreifenprojektes (HIEKEL et al. 2001) überarbeitete Pflege- und Entwicklungsplan lag in seiner endgültigen Fassung zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch nicht vor.

² Ökologische Risikoanalysen enthalten i.d.R. normative Anteile (ESER 2000), so dass die Bezeichnung Naturschutzfachliche Risikoanalyse treffender wäre. Der Begriff wird hier dennoch verwendet, weil er sich eingebürgert hat.

lich nicht quantifizierbare Daten, weshalb die Risikoaussagen ebenfalls ordinal skaliert werden müssen.

Tab. 6 führt die Schlüsselbegriffe und Definitionen von ERAW auf. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass eine Typusveränderung einer Vegetationseinheit eintritt, wenn die Intensität des Wirkfaktors die Toleranz (Empfindlichkeit) des Vegetationstyps überschreitet. Der Wirkfaktor ist als Änderung des Grundwasserflurabstandes (ΔGW) modellgestützt quantifizierbar (ARCGRM Spreewald, TV 2.3). Die vegetationsökologische Empfindlichkeit ist mit Hilfe der empirisch validierten Daten des Vegetationsformenkonzeptes (Kap. 4.2) quantifizierbar. In Kap. 4.2 wurde dargestellt, wie für Vegetationstypen Hydrotypen, die durch Mediane des Grundwasserflurabstandes im Winter- und Sommerhalbjahr gekennzeichnet sind, definiert wurden. Zwar können die für Vegetationseinheiten typischen Wasserstandsmediane nicht als absolute Werte in Bezug zur Geländeoberkante angegeben werden, sondern nur als Wertspannen ($A GW_{HT}$ = Amplituden des Grundwasserflurabstandes der Hydrotypen). Die Breite der Amplitude innerhalb eines Hydrotypes kann jedoch als Ausdruck der ökologischen Empfindlichkeit des zugehörigen Vegetationstyps aufgefasst werden: Wenn die Wasserstandsänderung im Sommer- oder Winterhalbjahr größer als die Amplitude ist, kann davon ausgegangen werden, dass sich ein Vegetationstyp einstellt, der dem neuen Hydrotyp entspricht. Auch Wasserstandsänderungen, die kleiner als die Amplitude des Typus sind, können, je nach dem, ob der tatsächliche Wasserstandsmedian eines Bestandes am oberen oder unteren Ende der Klassengrenze liegt, zu einem Wechsel in eine andere Wasserstufe und damit zu einem anderen Vegetationstyp führen, die Wahrscheinlichkeit ist jedoch geringer als bei Änderungen, die größer als die volle Amplitude sind. Um auch diese Fälle berücksichtigen zu können, geht die Risikoanalyse nicht von einer einzigen Toleranzschwelle pro Vegetationstyp aus ($\Delta GW_{ARCGRM} > 1 A GW_{HT}$) sondern von einer niedrigen, einer mittleren und einer hohen Toleranzschwelle. Die Grenzen werden über die 20 %, 50 % und 80 %-Werte der Amplitude definiert.³

Das als Datenbankanwendung ins GIS eingebundene Modul ERAW ist so aufgebaut, dass neben den Eingangsdaten aus dem ARCGRM auch wichtige Modellgrößen vom Anwender variiert werden können. Dazu zählen die Risikoschwellen sowie die naturschutzfachlichen Wertsetzungen. Diese sind nicht statisch, sondern müssen im Kontext der Gesamtentwicklung sowohl der Landschaft als auch der Wertsetzung vor Ort im Laufe der Zeit überprüft und ggf. modifiziert werden.

Die Ergebnisse der Risikoanalysen werden für 5-Jahreszeitscheiben bis 2052 als Flächen-Histogramme und als Karten zu den einzelnen Schutzgütern ausgegeben. Im Forschungsbericht werden jeweils nur die Auswertungen für Schutzgüter der höchsten Wertstufe ("besonders schutzwürdige Landschaftsbestandteile") unter Annahmen einer mittleren Empfindlichkeit der Vegetationseinheiten dargestellt.

³ Diese Grenzen können nicht mit der mathematischen Wahrscheinlichkeit gleichgesetzt werden, da die Verteilung der Wasserstandsmediane innerhalb der Amplitude nicht bekannt ist.

Tab. 6 Schlüsselbegriffe und Definitionen in der Risikoanalyse ERAW

Naturschutzfachliches Risiko:	Ökologisches Risiko bezogen auf die Schutzgüter in den Planwerken des Naturschutzes	
Ökologisches Risiko:	[A GW _{HT}] : [Δ GW _{ArcGRM}]	
	> 0,8	(hoch)
	> 0,5 ≤ 0,8	(mittel)
	> 0,2 ≤ 0,5	(gering)
	≤ 0,2	(potenziell)
Empfindlichkeit:	A GW _{HT}	(Amplitude des Grundwasserflurabstandes im Winter- und Sommerhalbjahr der Hydrotypen)
Wirkungsintensität:	Δ GW _{ArcGRM}	(Modellierte Änderung des Grundwasserflurabstandes)

5 Ergebnisse

5.1 Modellgrundlagen

5.1.1 Vegetationseinheiten

Für die Biotoptypen der Kartierung zum Pflege- und Entwicklungsplan (PEP-Biotoptypen)⁴ wurde mit Hilfe von Vegetationsaufnahmen das Spektrum der darin enthaltenen Vegetationsformen identifiziert. Diese geben zugleich Aufschluss über die Hydrotopenigenschaften des Standortes (Wasserstufe/Wasserregime) (siehe Kap. 4.2). Anschließend wurden die PEP-Biotoptypen zu neuen Biotoptypen [BT-neu] aggregiert, die allein nach vegetationsökologischen und –soziologischen Kriterien abgegrenzt sind. Ihre Gliederung und Differenzierung erfolgt auf der 1. Ebene nach der Formation, auf der 2. Ebene nach der bioindikatorisch abgeleiteten Feuchtestufe des Standortes und auf der 3. Ebene (nur bei Wäldern, Forsten und Vorwäldern) nach der Hauptbaumart. Abb. 3 zeigt die Flächenanteile der zu Formationen und Feuchtestufen-Klassen zusammengefassten Biotoptypen. Entsprechend der Häufigkeit im Aufnahmемaterial wurden die Leit-Vegetationstypen und Leit-Hydrototypen der neuen Biotoptypen bestimmt.

Tab. 8 listet die Biotoptypen mit ihren Leit-Vegetationstypen und Leit-Hydrototypen auf. Sie sind Grundlage und Ausgangspunkte der Vegetationsmodellierungen.

Für 86 % des Untersuchungsgebietes konnten Vegetations- und Hydrotopenigenschaften ermittelt werden. Für die restlichen 14 % lassen sich keine Aussagen treffen. Es handelt sich bei ihnen um vegetationslose bzw. nicht über Vegetationsmerkmale abgrenzbare sowie lineare/punktuelle Biotoptypen. Hinzu kommen vegetationsgeprägte Biotoptypen, für die keine Vegetationsdaten zur Verfügung stehen.

⁴ LAGS (1996) nach dem Kartierschlüssel des LUA (1995).

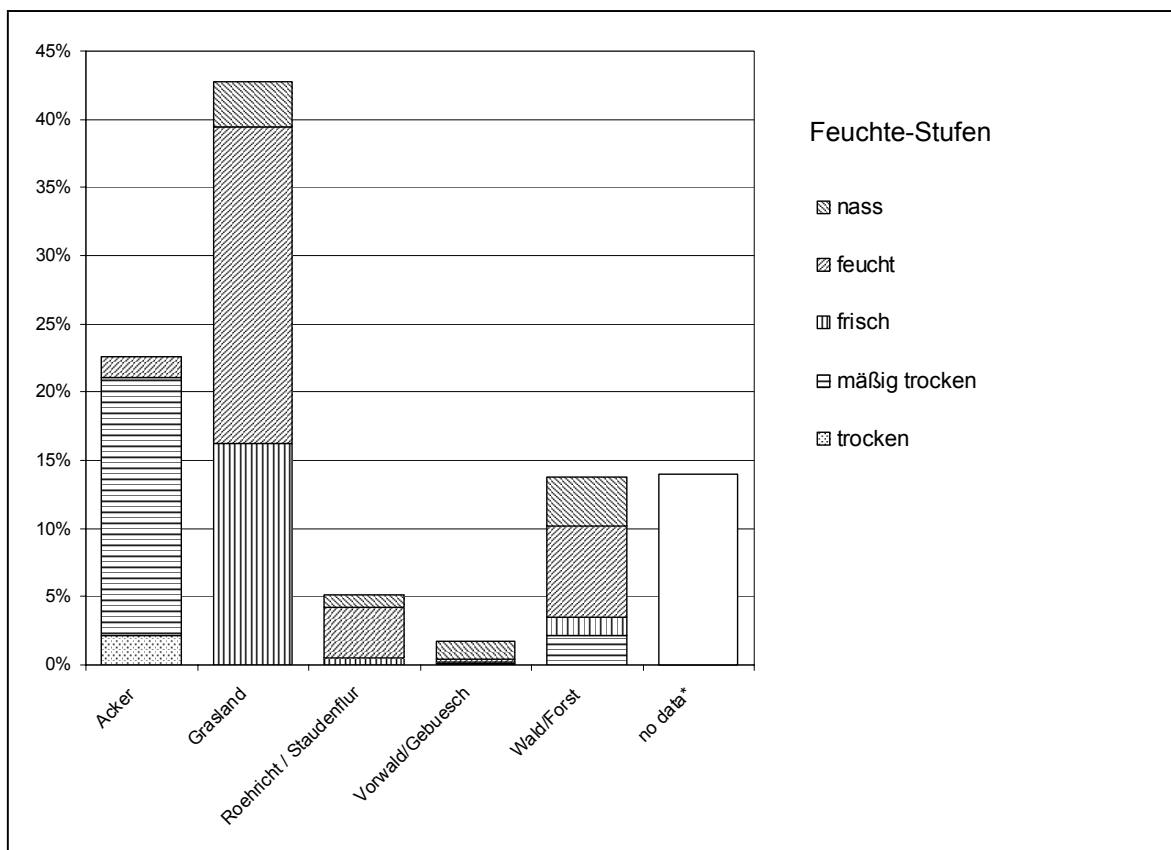


Abb. 3 Flächenanteile der nach vegetationsökologischen und -soziologischen Kriterien abgegrenzten Biototypen [BT-neu] im Untersuchungsgebiet (318 km² = 100 %). * siehe Tab. 7

Tab. 7 Flächenanteile des Untersuchungsgebietes mit und ohne Vegetationsdaten. Sie entsprechen den in den Modellen berücksichtigten / nicht berücksichtigten Flächenanteilen.

	km ²	%
Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes	318	100
davon		
- vegetationsgeprägte Biotope, Vegetationsdaten verfügbar ¹	273	86
- vegetationslose Biotope und lineare/punktuelle Biotope ²	39	12
- vegetationsgeprägte Biotope, keine Vegetationsdaten verfügbar ³	5	2

Biototypen-Gruppen des PEP:

¹ siehe Tab. 8

² 01 Fließgewässer (Ausnahme: 01210 Röhrichtgesellschaften); 02 Standgewässer (Ausnahme: 02210 Röhrichtgesellschaften); 07110 Feldgehölze bis 07170 Obstbestände; 10 Stark anthropogen geprägte Biotope (Parkanlagen, Spielplätze etc.); 11 Sonderbiotope (Binnendünen, Deiche etc.); 12 Siedlungen, Verkehrs- und Industrieanlagen.

³ 04 Moore (Ausnahmen: 04120 Seggen- und Röhrichtmoore, 04130 Moorgehölze), 08260 Rodungen, frische Aufforstungen, 08300 Laubholzforste (Ausnahmen: 08370 Erlenforste, 08350 Eschenforste, 08357 Pappelforste mit Erle), 08400 Nadelholzforste, 08500 Laubholzforste mit Nadelholzarten, 08600 Nadelforste mit Laubholzarten, 09 Äcker (Ausnahme: 09110, 09120, 09130, 09140).

Tab. 8 Leit-Vegetation und Hydrotopeigenschaften der Biotoptypen des Spreewaldes.

PEP-Biotoptypen (LAGS 1996) [BT-PEP]	Aggregierter Biotoptyp [BT-neu]	Leit-Vegetationstyp [L-VT]	Leit-Hydrotoptyp [L-HT]
05101 Grossseggenwiesen (Streuwiesen)	Großseggen-Grasland	Wasserschwaden-Schlankseggen-Grasland ^c	4+T ¹
05102 Arme Feuchtwiesen, 05103 Reiche Feuchtwiesen, 05104 Wechselfeuchtes Auengrünland, 05105 Feuchtweiden, 05106 Flutrasen	Grasland feuchter Standorte	Brennender Hahnenfuß-Weiche Trespen-Grasland ^d	3+W ¹
05111 Frischweiden (Fettweiden), 05112 Frischwiesen, 05150 Intensivgrasland	Grasland frischer Standorte	Purpurrote Taubnessel-Weiche Trespen-Grasland ^d	2+G ¹
051210 Sandtrockenrasen	Grasland trockener Standorte	Sandrapunzel-Grasland ^d	3-I ¹
01210 Röhrichtgesellschaften an Fließgewässern, 02210 Röhrichtgesellschaften an Standgewässern, 04120 Seggen- und Röhrichtmoore	Röhricht nasser Standorte	Spitzmoos-Großseggen-Ried / Rohrkolben-Schnabelseggen-Ried / Wasserkresse-Rohrkolben-Schilf-Ried ^b	5+T ¹
05131 Aufgelassenes Grasland feuchter Standorte (inschl. Landröhrichte), 05141 Hochstaudenfluren feuchter bis nasser Standorte	Staudenflur/Röhricht feuchter Standorte	Sumpfdotterblumen-Mädesüß-Hochstaudenflur ^b	4+Ue ¹
05132 Aufgelassenes Grasland frischer Standorte, 05142 Staudenfluren (Säume) frischer nährstoffreicher Standorte	Staudenflur frischer Standorte	- ^e	2+G ²
05133 Aufgelassenes Grasland trockener Standorte, 05143 Staudenfluren (Säume) trockenwarmer Standorte	Staudenflur trockener Standorte	- ^e	3-I ²
04130 Moorgehölze, 07101 Weidengebüsche nasser Standorte, 082837 Erlen-Vorwälder feuchter Standorte	Vorwald/Gebüsch nasser Standorte	Sumpffarn-Grauweiden--Gebüsch / Seggen-Lorbeerweiden-Gebüsch ^a	5+T ¹
08283 Vorwälder feuchter Standorte	Vorwald/Gebüsch feuchter Standorte	- ^e	3+W ²
07102 Laubgebüsche frischer Standorte, 08282 Vorwälder frischer Standorte	Vorwald/Gebüsch frischer Standorte	- ^e	2-I ²
07103 Laubgebüsche trockenwarmer Standorte, 08281 Vorwälder trockener Standorte	Vorwald/Gebüsch trockener Standorte	- ^e	3-I ²
08100 Moor- und Bruchwälder	Wald nasser Standorte (Erle)	Walzenseggen-Erlen-Wald / Schwertlilien-Erlen-Wald ^a	4+T ¹
08191 Eichenmischwälder bodensaurer Standorte grundwasserbeeinflusst	Wald frischer Standorte (Eichenmischwald)	Pfeifengras-Stieleichen-Wald ^a	2+G ¹
08181 Eichen Hainbuchenwälder feuchter bis frischer Standorte	Wald frischer Standorte (Eiche, Hainbuche)	Flattergras-Erlen-Eschen-Wald ^a	2+G ¹
08110 Erlen Eschen Wälder	Wald feuchter Standorte (Erle, Esche)	Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald / Brennessel-Sumpfschilf-Erlen-Eschen-Wald ^a	3+G ¹

PEP-Biotoptypen (LAGS 1996) [BT-PEP]	Aggregierter Biotoptyp [BT-neu]	Leit-Vegetationstyp [L-VT]	Leit-Hydrotopotyp [L-HT]
08182 Eichen Hainbuchenwälder mittlerer bis trockener Standorte	Wald mäßig trockener Standorte (Eichen, Hainbuchen)	Waldhaarmützenmoos-Eichen-Hainbuchenwald ^d	2-I ¹
08192 Eichenmischwälder bodensaurer Standorte frisch bis mässig trocken	Wald mäßig trockener Standorte (Eichenmischwald)	Adlerfarn-Eichen-Birkenwald ^d	2-I ²
08170 Rotbuchenwälder	Wald mäßig trockener Standorte (Rotbuche)	Frühlingshainsimsen-Buchen-Wald ^d	2-I ¹
08210 Kiefernwälder und -forste trockenwarmer Standorte	Wald trockener Standorte (Kiefer)	Straußgras-Kiefern-Wald ^d	3-I ¹
08370 Erlenforste [Walzenseggen-Erlenbruch-Wälder nach BRAUN]*	Laubholzforst nasser Standorte (Erle)	Walzenseggen-Erlen-Wald / Schwertlilien-Erlen-Wald ^a	4+T ¹
08370 Erlenforste [Walzenseggen-Erlenbruch-Wälder nach BRAUN]*; 08357 Pappelforste [Traubenkirschen-Pappelforste nach VATER]*	Laubholzforst feuchter Standorte (Erle, Pappel)	Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald / Brennessel-Sumpfschilf-Erlen-Eschen-Wald ^a	3+G ¹
08370 Erlenforste [Sternmieren-Eichen-Hainbuchen-Wald nach BRAUN]*	Laubholzforst frischer Standorte (Erle)	Flattergras-Erlen-Eschen-Wald ^a	2+G ¹
09120 Extensiv genutzte vernässte stau-feuchte Äcker	Acker frischer Standorte	Hirse-Gänsefuß-Acker ^d	2+G ¹
09130 Intensiväcker inkl. 09140 Ackerbrachen	Acker mäßig trockener Standorte	- ^e	2-I ³
09110 Extensiv genutzte Sandäcker	Acker trockener Standorte	Sandmohn-Acker ^d	3-I ¹

*Erlenforste wurden nach den Vegetationskarten von nach BRAUN (1994a, 1994b, 1995a, 1995b, 1996 und 1997), Pappelforste nach VATER (1999) differenziert

Quellen der Vegetationsformen

^a CLAUSNITZER & SUCCOW (2001)

^b KOSKA et al. (2001b)

^c ROTH & SUCCOW (2001)

^d Die Vegetation kann keiner in der Literatur beschriebenen Vegetationsform zugeordnet werden. Die Benennung erfolgte nach der (den) namengebenden Art(en) der differenzierenden Artgruppe(n).

^e keine Daten

Methode zur Bestimmung des Leitvegetationstyps/-Hydrotopotyps

¹ Ableitung aus Vegetationsaufnahmen

² bei fehlenden Vegetationsaufnahmen: Ableitung des Hydrotopotyps aus den Biotoptypdefinitionen des PEP

³ Intensiväcker/Ackerbrache: Annahme eines mäßig trockenen Standortes

Grasland

Bei der Biotoptypenkartierung wurden 5 Feuchtgrünlandtypen kartiert: Arme und Reiche Feuchtwiesen (Codes 05102, 05103), Wechselfeuchtes Auengrünland (Code 05104), Feuchtweiden (Code 05105), Flutrasen (Code 05106). Die Flutrasen wurden wegen ihrer Kleinflächigkeit i.d.R. nur als Nebenbiotope aufgenommen. Die verbleibenden vier Typen wurden zu einer Einheit, dem **Grasland feuchter Standorte**, zusammengefasst. Eine eindeutige Zuordnung zu den Vegetationsformen, die ROTH & SUCCOW (2001) und HUNDT & SUCCOW (1984) für Ostdeutschland angeben, ist nicht möglich.

Mit 6 Aufnahmen im Aufnahmematerial ist das Brennender Hahnenfuß-Weiche Trespen-Grasland (3+W) am häufigsten vertreten und wird als Leittyp für das Grasland feuchter Standorte festgelegt. Mit geringem Abstand (5 Aufnahmen) folgt das Ackerkratzdistel-Flatterbinsen-Grasland (3+G). Bei den auf Grundwassermesswerten beruhenden Hydrotoppen unter Feuchtgrünland treten die Klassen 3+G und 3+W in gleicher Häufigkeit auf (je 3 mal). Da kein eindeutiger Schwerpunkt erkennbar ist, werden die Standort- und Vegetations-Modellierungen jeweils sowohl für die wechselfeuchtere (3+W) und die nicht wechselfeuchte Variante (3+G) durchgeführt. Der Typ 4+T wurde nicht ermittelt

Im feuchten bis nassen Grünland treten verstärkt die Seggenarten *Carex gracilis* und *Carex x elytroides* auf. Dominanzbestände sind als **Großseggenwiesen** (Code 05101) kartiert worden. Die darin angefertigten Vegetationsaufnahmen enthalten zahlreiche Arten des Wirtschaftsgrünlandes, weshalb die Großseggenwiesen in die Formation der Wirtschaftsgrünländer gestellt werden. Am häufigsten wurde die Vegetationsform Wasserschwaden-Schlankseggen-Grasland auf halbnassen Standorten (4+T) identifiziert. Ein weiterer Typ, das Brennessel-Schlankseggen-Grasland, steht für feuchte Hydrotopeigenschaften (3+G).

Im Biotoptyp **Grasland frischer Standorte** sind ebenfalls mehrere PEP-Biotoptypen zusammengefasst worden. Die Differenzierung in Intensivgrasland bzw. Wiesen und Weiden konnte allein mit floristischen Daten nicht (mehr) nachvollzogen werden. Nahezu alle Vegetationsaufnahmen enthalten Feuchtezeiger. Die identifizierten Hydrotoppen reichen von 3+G (feucht) bis 2+G (mäßig feucht), wobei 2+G im Aufnahmematerial dominiert und als Leittyp festgelegt wird. In einer Reihe von Aufnahmen finden sich hohe Anteile von Arten der Glatt-haferwiesen, *Arrhenatherion*. Bei einer anderen Gruppe herrschen nutzungstolerante Arten aus ehemaligen Ansaaten vor (*Lolium spec.*, *Festuca pratensis*, *Trifolium pratense*, *Festuca rubra agg.*).

Tab. 9 Vegetationsökologische Eigenschaften des feuchten und frischen Graslandes

	Biotoptyp				Großseggen-Grasland		Grasland feucht			Grasland frisch	
	Vegetationsform				W-SG	B-SG	W-G	BW-G	AF-G	AF-G	PW-G
Hydrotoptyp				4+T	3+G	4+T	3+W	3+G	3+G	2+G	
Anzahl Aufnahmen				4	2	5	6	4	3	5	
Wasserstufe				Wasserregime							
Art-Gruppe*	4+	3+	2+	2-							
<i>Glyceria maxima</i> -Grp.	■				T	X		X			
<i>Caltha palustris</i> -Grp.	■				(T)	○		X	X		
<i>Ranunculus flammula</i> -Grp.**	■				W (/T)	X		X	X		
<i>Alopecurus geniculatus</i>	■				W (/T)	X		X	X		
<i>Equisetum palustre</i> -Grp.	■				G/W (T)			X	X	○	
<i>Galium uliginosum</i> -Grp.	■				G/W (T)	X	X	X	X	○	
<i>Juncus effusus</i> -Grp.	■				G/W (T)	X	X	X	X	X	
<i>Cardamine pratensis</i> -Grp.	■				G/W (T)	○		X	X		
<i>Cirsium oleraceum</i> -Grp.	■				(T)	X		X	X	○	
<i>Ranunculus repens</i> -Grp.	■				(T)	X	X	X	X	X	
<i>Agropyron repens</i> -Grp.	■				I (/G/W/T)			X	X	X	
<i>Taraxacum officinale</i> -Grp.	■				I (/G/W/T)	X		X	X	X	
<i>Lolium perenne</i> -Grp.	■				I (/G/W/T)	○		X	X	X	
<i>Cirsium arvense</i> -Grp.***	■				I (/G/W)		X	X	X	X	
<i>Festuca rubra</i> -Grp.	■				I (/G/W)			○	X	X	
<i>Bromus hordeaceus</i> Grp.****	■				I (/G/W)			X		X	
<i>Lamium purpureum</i> -Grp.	■				I (/G)					X	
<i>Silene alba</i> -Grp.	■				I					○	

Quellen der Aufnahmen: ILLIG (2002, schriftl.), eigene Aufnahmen der Jahre 2001 – 2003

- Indikationsbereich
- () keine spezifische Indikation oder unsichere Einschätzung
- X Artengruppe vorhanden bei hoher bis mittlerer Gruppenstetigkeit und mittlerer Gruppendeckung meist $\geq 5\%$
- Artengruppe schwach vertreten bei Gruppenstetigkeit $< 20\%$ und mittlerer Gruppendeckung $< 5\%$
- * ROTH & SUCCOW (2001)
- ** *Glyceria fluitans*-Grp. bei ROTH & SUCCOW (2001)
- *** *Urtica dioica*-Grp. bei ROTH & SUCCOW (2001)
- **** *Stellaria media*-Grp. bei ROTH & SUCCOW (2001)

Vegetationsformen

- W-SG Wasserschwaden-Schlankseggen-Grasland
- B-SG Brennessel-Schlankseggen-Grasland
- W-G Wasserschwaden-Grasland
- BW-G Brennender Hahnenfuß-Weiche Trespen-Grasland
- AF-G Ackerkratzdistel-Flatterbinsen-Grasland
- PW-G Purpurrote Taubnessel-Weiche Trespen-Grasland

Die Sandtrockenrasen im PEP (Gruppen-Code 051210) werden im Biotoptyp **Grünland trockener Standorte** zusammengefasst. In den Modellierungen werden nur die flächenhaften Bestände berücksichtigt, wodurch viele lineare Bestände auf den Deichen herausfallen. Der Anteil des trockenen Graslands beträgt danach weniger als 1 % der Untersuchungsgebietsfläche. Die Vegetationsaufnahmen lassen sich zu gleichen Anteilen den Hydrotypen 2-I (mäßig trocken) und 3-I (trocken) zuordnen. Die trockenen Standorte sind durch Arten wie *Jasione montana*, *Artemisia campestris* und *Corynephorus canescens* gekennzeichnet. Zu dieser Gruppe gehören auch die Kennarten der PEP-Biotoptypen, so dass von 3-I als Leit-Hydrotyp ausgegangen wird.

Tab. 10 Vegetationsökologische Eigenschaften des trockenen Graslandes

	Biotoptyp				Grasland trocken	
					K-G	S-G
	Vegetationsform				2-I	3-I
	Hydrotoptyp				2	2
	Anz. Aufnahmen					
	Wasserstufe					
Art-Gruppe*	3+	2+	2-	3-		
Rumex crispus-Grp.	■	■	■	■	X	
Plantago lanceolata-Grp.	■	■	■	■	X	X
Bromus hordeaceus-Grp.	■	■	■	■	X	X
Hypochoeris radicata-Grp.	■	■	■	■	X	X
Jasione montana-Grp.	■	■	■	■		X

Quellen der Aufnahmen: MÜLLER-STOLL et al. (1992d)

■ Indikationsbereich

X Artengruppe vorhanden bei hoher bis mittlerer Gruppenstetigkeit und mittlerer Gruppendeckung meist $\geq 5\%$

* KLEINKE et al. (1974)

Vegetationsformen

K-G Krauser Ampfer-Grasland

S-G Sandrapunzel-Grasland

Röhrichte und Staudenfluren

Die Biotoptypen des ungenutzten Offenlandes wie die Röhrichte (Codes 01210, 02210, 04120), die Hochstaudenfluren (Gruppen-Code 05140) und das aufgelassene Grasland (Gruppen-Code 05130) wurden in der PEP-Kartierung nur teilweise nach floristischen Merkmalen differenziert. Eine wichtige Rolle spielten ebenfalls strukturelle Merkmale und der räumlich-ökologische Kontext (Nähe zu Gewässern, ehemalige Nutzflächen).

In allen Vegetationsaufnahmen kommen Durchmischungen von Röhrichtarten, Großseggen und Hochstauden vor, die halbnasse Feuchteverhältnisse anzeigen (Wasserstufe 4+). Die Röhrichte zeichnen sich jedoch darüber hinaus durch Vegetationsformen aus, die nasse Standorte der Wasserstufe 5+ anzeigen (Tab. 11). Diese fehlen sowohl bei den Hochstaudenfluren als auch beim aufgelassenen Grasland. Aus diesem Grund werden die Einheiten des ungenutzten Offenlandes zu zwei neuen Typen zusammengefasst, die durch ihre ökologischen Feuchteamplituden differenziert werden: 1) **Röhrichte nasser Standorte** und 2) **Röhrichte/Staudenfluren feuchter Standorte**, in denen die Biotoptypen 05131 Aufgelassenes Grasland feuchter Standorte und 05141 Hochstaudenfluren feuchter bis nasser Standorte zusammengefasst sind. Die Röhrichte nasser Standorte werden durch die Vegetationsformen des Hydrotoptyps 5+T gekennzeichnet, die Röhrichte/Staudenfluren feuchter Standorte durch die Vegetationsformen des Hydrotoptyps 4+Ue.

Aufgelassenes Grasland und **Staudenfluren frischer und trockener Standorte** sind nur kleinflächig kartiert worden und nur unzureichend durch Vegetationsaufnahmen dokumentiert. Für die frischen Standorte wird der gleiche Hydrotoptyp, der für das bewirtschaftete Grünland frischer Standorte ermittelt wurde, angenommen (2+G). Die Staudenfluren trockener Standorte werden entsprechend der Biotoptypenbeschreibung des PEP dem Hydrotoptyp 3-I zugeordnet.

Tab. 11 Vegetationsökologische Eigenschaften der Röhrichte und Staudenfluren

Biotoptyp	Röhricht nasser Standorte			Staudenflur/ Röhricht feuchter Standorte							
	WRS-R RS-R SG-R	SS-R	SM-S	MK-S WBS-S							
Vegetationsform	5+T	5+Ue (Tw)	4+Ue	3+G							
Hydrotoptyp	49	5	94	7							
Anzahl Aufnahmen											
Wasserstufe											
Wasserregime											
Art-Grp.*	6+	5+	4+	3+	2+	2-					
Lemna minor-Grp.							T	X			
Typha angustifolia-Grp.							T	X			
Potentilla palustris-Grp.							T	X	X	O	
Bidens tripartita-Grp.							Ue	X	X		
Ranunculus sceleratus-Grp.							(Ue)	O			
Ranunculus lingua-Grp.							T/Ue	O			
Carex elata-Grp.							T/Ue	O			
Cicuta virosa-Grp.							T/Ue	O	X		
Typha latifolia-Grp.							T/Ue	X	X		
Rorippa amphibia-Grp.							T/Ue	X	X	X	
Lysimachia thyriflora-Grp.							T/Ue	X	X	X	
Caltha palustris-Grp.							T/Ue	O	X	X	
Galium palustre-Grp.							T/Ue	X	X	X	
Glyceria maxima-Grp.							T/Ue	X	X	X	
Ranunculus flammula-Grp.							(Ue)	O	X	X	
Glyceria fluitans-Grp.							(Ue)	O		O	O
Thelypteris palustris-Grp.							T	X	X	X	
Thalictrum flavum-Grp.							Ue	O	X	X	X
Carex disticha-Grp.							(T/Ue/G/W)	X	X	X	O
Juncus effusus-Grp.							T/Ue/W	X	X	X	X
Solanum dulcamara-Grp.							T/Ue/W	X	X	X	X
Eupatorium cannabinum							(T/Ue/G)	O		X	X
Lythrum salicaria-Grp.							(T/Ue/G/W)	X	X	X	X
Carex paniculata-Grp.										O	O
Polygonum bistorta-Grp.							(T/)G	O		X	X
Cirsium oleraceum-Grp.							(T/)G	O		X	X
Achillea ptarmica							(G)			X	O
Phragmites australis-Grp.							(T/Ue/G/W)	X	X	X	X
Phalaris arundinacea-Grp.							(T/Ue/G/W)	X	X	X	X
Ranunculus repens-Grp.							(T/Ue/G/W)	O	X	X	O
Alopecurus pratensis-Grp.							(T/Ue/G/W)		X	O	
Holcus lanatus-Grp.							(G)	O	X	X	O
Agropyron repens-Grp.							(G/W)			X	X
Urtica dioica-Grp.							(G/W)	X	X	X	X

Quelle der Aufnahmen: ILLIG (2002, schriftl.), PESCHEL & BRAUN (1998)

- sicherer Indikationsbereich
- () keine spezifische Indikation oder unsichere Einschätzung
- X Artgruppe vorhanden bei hoher bis mittlerer Gruppenstetigkeit und mittlerer Gruppendeckung meist >= 5 %
- o Artgruppe schwach vertreten bei Gruppenstetigkeit < 20 % und mittlerer Gruppendeckung < 5 %
- * KOSKA et al. (2001b)

Vegetationsform

- SG-R Spitzmoos-Großseggen-Ried
- RS-R Rohrkolben-Schnabelseggen-Ried
- WRS-R Wasserkresse-Rohrkolben-Schilf-Ried
- SS-R Sumpfdotterblumen-Schlankseggen-Ried
- SM-S Sumpfdotterblumen-Mädesüß-Staudenflur
- MK-S Mädesüß-Kohldistel-Staudenflur
- WBS-S Weiderich-Brennnessel-Schilf-Staudenflur

Vorwälder, Gebüsche, Wälder und Forsten

Vorwälder und Gebüsche nasser Standorte kommen vor allem im Kerngebiet des Biosphärenreservates auf aufgelassenen Feuchtwiesen vor. Bei ihnen handelt sich um Erlen-Vorwälder und Grauweiden-Gebüsche, die den von CLAUSNITZER & SUCCOW (2001) beschriebenen Vegetationsformen Sumpffarn-Grauweidengebüsch und Seggen-Lorbeerweidengebüsch entsprechen. Sie zeigen nasse Standorte an (4+, 5+).

Vorwälder und Gebüsche frischer und trockener Standorte nehmen zusammen weniger als 0,2% des Untersuchungsgebietes ein. Vegetationsaufnahmen liegen zu ihnen nicht vor. Nach den Definitionen der entsprechenden PEP-Biototypen kann für die PEP-Biototypen frischer Standorte der Leit-Hydrotyp 2+G und für die PEP-Biototypen der trockenen Standorte 3-I als Leit-Hydrotyp angenommen werden.

Die **naturnahen Wälder** sowie die **Erlen- und Pappelforsten** nasser und feuchter Standorte sind durch zahlreiche Aufnahmen von BRAUN (1994a, 1994b, 1995a, 1995b, 1996 und 1997) und VATER (1999) belegt. Wälder und Forsten unterscheiden sich in einigen Punkten von den bereits beschriebenen Formationen, wodurch die bioindikatorische Charakterisierung in einigen Punkten methodisch abweicht:

- 1) Die Zuordnung zu Vegetationsformen und die Ermittlung der Hydrotypen erfolgt mit Hilfe der Krautschichtarten, da die meisten Gehölze keine geeigneten Bioindikatoren sind.
- 2) Der Kartierschlüssel zu den PEP-Biototypen stellt die Wälder und Forsten in zwei unterschiedliche Obergruppen mit der Konsequenz, dass die Differenzierung auf den unteren Ebenen nach unterschiedlichen Kriterien erfolgt: Die Wälder werden nach floristischen und standörtlichen Kriterien abgegrenzt, wodurch die Zuordnung von Vegetationsaufnahmen ohne weiteres möglich ist. Die Forsten werden hingegen lediglich nach den herrschenden Baumarten unterschieden. Ergänzend wurden daher die Vegetationskarten von BRAUN (1994a, 1994b, 1995a, 1995b, 1996 und 1997) und von VATER (1999) zu Differenzierungen herangezogen. In diesen wird, anders als bei der Biotypenkartierung, nicht zwischen Forsten und Wäldern unterschieden. Voraussetzung war, dass bei den Forstbeständen die natürliche Pflanzengesellschaft in der krautigen Vegetation erkennbar ist. Die Erlenforste wurden in Bestände frischer, feuchter und nasser Standorte differenziert.
- 3) CLAUSNITZER & SUCCOW (2001) weisen auf die Schwierigkeit hin, die 4+ und 5+-Standorte mit vegetationsökologischen Methoden zu differenzieren. Dies konnte auch im Spreewald festgestellt werden: Unter den Arten, die nach CLAUSNITZER & SUCCOW (2001) 5+-Standorte anzeigen, gibt es Arten wie *Carex elata* oder die *Bidens frondosa*-Gruppe, die im Spreewald ebenfalls mit hoher Stetigkeit auch auf den halbnassen Standorten (4+) vorkommen.
- 4) Die Kennarten der feuchten bis mäßig trockenen Standorte wie die *Festuca gigantea*-, *Urtica dioica*- und *Humulus lupulus*-Gruppe kommen oftmals auch auf nassen Standorten mit hoher Stetigkeit vor. Sie besiedeln dort Baumstubben, Wurzelhalse und andere Bodenerhebungen.
- 5) Die bioindikatorische Bestimmung des Wasserregimes ist nur bedingt für Waldstandorte mit hoher Dynamik geeignet: Im zugrunde gelegten Klassifikationssystem für Gehölzbestände von CLAUSNITZER & SUCCOW (2001) fehlen, anders als bei den Offenlandformationen, Artgruppen, die eine stärkere Dynamik anzeigen (Regimetypen Ue bei nassen und W auf feuchten Wasserstufen). Als Folge daraus wurden alle Wald-/Forst-Vegetationsformen den Wasserregimetypen T (bei Wasserstufe 5+ und 4+) und G (bei Wasserstufe 3+ und 2+) zugeordnet.

Die Unterscheidung der Vegetationsformen nasser, längere Zeit überstauter Standorte (Wasserfeder-Erlenwälder, 5+) von den Vegetationsformen halbnasser Standorte (Walzenseggen- und Schwertlilien-Erlenwälder, 4+) beruht auf den Kennarten *Hottonia palustris*, *Potentilla palustris* und der *Glyceria fluitans*-Gruppe. Die Vegetationsformen der halbnassen Standorte sind deutlich häufiger nachgewiesen worden und werden deshalb als Leittypen der nassen Wälder und Forsten angesehen.

In den **Wäldern und Forsten feuchter und frischer Standorte** (2+, 3+) fehlen die genannten Nässezeiger bzw. kommen nur in geringer Stetigkeit vor. Statt dessen haben Artgruppen mit Amplituden von mäßig trockenen bis feuchten Standorten wie *Moehringia trinervia* und die *Oxalis acetosella*-Gruppe hohe Stetigkeiten.

Für die feuchten Wälder und Forsten wurden die Vegetationsformen Traubenkirschen- und Brennessel-Sumpfschilf-Erlen-Wälder nachgewiesen. Diese entsprechen dem Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald (*Pruno-Fraxinetum* Oberd. 1953) in der pflanzensoziologischen Systematik. Die feuchten Wälder und Forsten (Hydrotoptyp 3+G) unterscheiden sich von den **Wäldern frischer Standorte** (Hydrotoptyp 2+G) durch das häufige Auftreten der Arten der *Lysimachia vulgaris*-, *Carex acutiformis*- und *Iris pseudacorus*-Gruppe.

In den frischen Eichen-Hainbuchenwäldern und frischen Erlen-Forsten kommen Arten mit hoher Stetigkeit vor, die frische und nährstoffreiche Standortverhältnisse anzeigen wie *Milium effusum*, *Galium odoratum*, *Stachys sylvatica*, *Polygonatum multiflorum*, *Lamium galabardum*, *Convallaria majalis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Moehringia trinervia* und *Anemone nemorosa*. Als Vegetationsform wurde Flattergras-Erlen-Eschen-Wald bestimmt.

Mit nur zwei Vegetationsaufnahmen sind die Eichen-Mischwälder nur schwach belegt. Die Grundwasserflurabstände und die hydromorphen Merkmale im Bodenprofil, die von SCAMONI (1954) und KLEMM (1976) beschrieben werden, bestätigen die Zuordnung zum Hydrotoptyp 2+G. Im Gegensatz zu den Aufnahmen der frischen Eichen-Hainbuchen-Wälder treten in den Eichenmischwäldern *Vaccinium myrtillus*, *Molinia caerulea* und Arten der *Avenella flexuosa*-Gruppe auf. Diese lassen auf nährstoffarme bodensaure Verhältnisse schließen. Als Vegetationsform wurde Pfeifengras-Stieleichen-Wald bestimmt.

Die frischen Wälder und Forsten differenzieren sich von den mäßig trockenen Wäldern durch das Vorkommen von *Deschampsia cespitosa*.

Zu den **Wäldern und Forsten mäßig trockener und trockener Standorte** liegen zwar zahlreiche Vegetationsaufnahmen vor, es fehlt aber ein geeignetes vegetationsökologisches Klassifikationssystem.

In den Vegetationsaufnahmen aus den Wäldern mäßig trockener Standorte (Rotbuchen-, Eichen-Misch- und Eichen-Hainbuchen-Wälder) fehlen typische Trockenheitszeiger. Die Angaben zu hydromorphen Merkmalen im Bodenprofil sowie zum Grundwasserflurabstand von SCAMONI (1954) und KLEMM (1976) verdeutlichen, dass diese Wälder im Winterhalbjahr im Einflussbereich des kapillaren Aufstiegs liegen. Daher wird 2-I als Leit-Hydrotoptyp angenommen.

In den trockenen Kiefernwäldern kommen hingegen Trockenheitszeiger der Xerothermrassen vor. Nach KLEMM (1976) besiedelt dieser Biotoptyp die grundwasserfernen Standorte im Spreewald. Es wird der Hydrotoptyp 3-I angenommen.

Tab. 12 Vegetationsökologische Eigenschaften der Vorwälder, Wälder und Forsten

Art-Grp.*	Wasserstufen					Wasser- regime	Vorwald/ Gebüsch nass		Wald nass Erle		Forst nass Erle, Pappel	Wald feucht Erle- Esche	Forst feucht Erle	Wald frisch Eiche- Hain- buche	Wald frisch Eichen- Misch- wald
	5+	4+	3+	2+	2-		SG-G SL-G	SG-G	Wf-EW	W-EW S-EW	W-EW S-EW	T-EEW BS-EEW	T-EEW BS-EEW	F-EEW	P-SW
Vegetationsform						5+T	4+T	5+T	4+T	4+T	3+G	3+G	2+G	2+G	
Hydrotyp						32	8	16	74	24	82	48			
Anzahl Aufnahmen															
Hottonia palustris	■					T			X						
Potentilla palustris	■					(T)	X				○		○		
Eriophorum angustifolium	■					(T)	○								
Glyceria fluitans-Grp.	■					T		X		○					
Carex elata	■					(T)		X	X	X	○	○			
Berula erecta-Grp.	■					(T)					○				
Carex pseudocyperus-Grp.	■					(T)			○	○					
Bidens frondosa-Grp.	■					T	X		○	X	X	○	○		
Carex canescens-Grp.	■					(T)	○								
Lysimachia thyrsoflora	■					(T)				X					
Carex disticha-Grp.	■					(T)	X		○	○		○			
Plagiothecium elatum	■					(G)							○		
Peucedanum palustre-Grp.	■					(T)/(G)	X		X	X	X	X			
Galium palustre-Grp.	■					(T)/(G)	X	X		○	X		X	○	
G Salix pentandra	■					(T)/(G)		X	○						
Calamagrostis canescens	■					(T)/G	X	X	X	X	X	X	X		
Lysimachia vulgaris-Grp.	■					(T)/G	X	X	X	X	X	X	X	○	
Carex acutiformis-Grp.	■					(T)/G	X	X	X	X	X	X	X		
Ranunculus repens-Grp.	■					(T)/(G)	○		X	X	○	X	X		
Iris pseudacorus-Grp.	■					(T)/G	X		X	X	X	X	X		
Carex appropinquata-Grp.	■					(T)			X	X		X			
G Alnus glutinosa	■					(T)/(G)	X		X	X	X	X	X	○	
Polygonum bistorta-Grp.	■					(T)/G	○			○	X	○	○		
Geum rivale-Grp.	■					(T)/G			X	X	○	X	X		
Cirsium oleraceum-Grp.	■					(T)/G	X		X	X	X	X	X		
Juncus effusus	■					(T)/G	○		X	X	X	X	○	○	
Phragmites australis-Grp.	■					(T)/G	○	X	○	X	X	X	X	○	
G Betula pubescens-Grp.	■					(T)/(G)	X	X	X	X	X	X	X	○	
G Salix cinerea	■					T/(G)	X	X	X	○	X				
Eurhynchium praelongum	■					(T)/(G)					○				
Deschampsia cespitosa-Grp.	■					(T)/G	○		X	X	X	X	X	X	
G Fraxinus excelsior-Grp.	■					(T)/(G)	○		X	X	X	X	X	X	
Tetraphis pellucida-Grp.	■					(T)/(G)			○	○					
Hypnum cupressiforme-Grp.	■					(T)/(G)	○		X	○	X	X	○		
Avenella flexuosa-Grp.	■					(G)				○	○			○	
G Populus tremula-Grp.	■					(T)/(G)	X			○		○		○	
Mnium hornum-Grp.	■					(T)/(G)				○	○			○	
Plagiomnium affine-Grp.	■					(T)/(G)				○					
Holcus lanatus-Grp.	■					(T)/(G)				○	○	○	○		
Milium effusum-Grp.	■					(G)				○	○	X	X	X	
Festuca gigantea-Grp.	■					(G)	○		X	X	X	X	X	X	
Pteridium aquilinum-Grp.	■					(G)							○	X	
Oxalis acetosella-Grp.	■					(G)				○ ¹		X	X	X	
Moehringia trinervia	■					(G)			○ ¹	○ ¹	○ ¹	X	X	X	
Humulus lupulus-Grp.	■					(G)	X ¹	X ¹	X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	
Urtica dioica-Grp.	■					(G)	○ ¹		X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	
G Sambucus nigra	■					(T)/(G)						X	○		
G Quercus robur	■					(G)	○ ¹		○ ¹	○ ¹		X	X	X	
G Fagus sylvatica-Grp.	■					(G)					○		X	X	
G Prunus padus	■					(T)/(G)			X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	
G Rhamnus catharticus	■					(G)			○ ¹	○ ¹	X ¹		X		
G Euonymus europaea	■					(G)			○ ¹	○ ¹		○		X	
G Viburnum opulus-Grp.	■					(T)/(G)			○ ¹	X ¹	X ¹	X	X	○	
G Sorbus aucuparia-Grp.	■					(G)			X ¹	X ¹	X ¹	X	X	X	
G Pinus sylvestris	■					(T)/(G)								X	
Vaccinium myrtillus	■					(G)							○	X	
Molinia caerulea	■					(T)/(G)						○		X	

Quelle der Aufnahmen: BRAUN (1994a, 1994b, 1995a, 1995b, 1996 und 1997) und VATER (1999)

- sicherer Indikationsbereich
- () keine spezifische Indikation oder unsichere Einschätzung
- X Artengruppe vorhanden bei hoher bis mittlerer Gruppenstetigkeit und mittlerer Gruppendeckung meist >= 5 %
- Artengruppe schwach vertreten bei Gruppenstetigkeit < 20 % und mittlerer Gruppendeckung < 5 %

*	CLAUSNITZER & SUCCOW (2001)
G	Gehölze
¹	Vorkommen nur auf Bulten
Wf-EW	Wasserfeder-Erlenwald
W-EW	Walzenseggen-Erlenwald
S-EW	Schwertlilien-Erlenwald
T-EEW	Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wälder
BS-EEW	Brennessel-Sumpfschilf-Erlen-Eschen-Wälder
F-EEW	Flattergras-Erlen-Eschen-Wälder
P-SW	Pfeifengras-Stieleichen-Wald
SG-G	Sumpffarn-Grauweiden-Gebüsch
SL-G	Seggen-Lorbeerweiden-Gebüsch

Acker

Die Ackerflächen liegen vor allem in den Randbereichen des Spreewaldes sowie in der Umgebung von Burg im südlichen Oberspreewald. In der PEP-Kartierung wurden die Äcker nach intensiver und extensiver Nutzung und die extensiv genutzten Äcker nach standörtlichen Merkmalen (Substrat/Vernässung) differenziert.

Bei intensiver Ackernutzung setzt sich die Segetalvegetation aus nur wenigen Arten zusammen, die zudem breite hydroökologische Amplituden haben, so dass keine Aussagen zu den Hydrotopeigenschaften des Standortes möglich sind. Es wird in diesem Fall angenommen, dass solche Äcker vornehmlich unter für intensive Ackernutzung günstigen Standortbedingungen vorkommen, das heißt, dass die Standorte nicht vernässt sind und zumindest zu Beginn der Vegetationsperiode kapillar aufsteigendes Wasser zur Verfügung steht. Dies entspricht dem Hydrotoptyp 2-I.

Für die extensiv genutzten Äcker der PEP-Kartierung liegen durch Grundwassermessungen unterlegte Vegetationsdaten von KLEMM (1976) vor. Auf dieser Grundlage wurde den staufeuchten Äckern (Code 09120) der Hydrotoptyp 2+G und den Sandäckern (Code 09110) der Hydrotoptyp 3-I zugeordnet. Auf den 3-I Standorten reißt bereits zu Beginn der Vegetationsperiode der kapillare Anschluss ans Grundwasser ab.

5.1.2 Ausgewählte Pflanzenarten

5.1.2.1 Arten der Roten Listen

Im Biosphärenreservat Spreewald konnten aktuell 232 Farn- und Blütenpflanzen nachgewiesen werden, die in der Roten Liste Brandenburgs verzeichnet sind (SEITZ & JENTSCH 1999). Damit ist fast die Hälfte (40 %) der in Brandenburg gefährdeten Arten im Spreewald vertreten. Im Rahmen der Biotoptypenkartierung zum PEP konnten 101 dieser Arten konkreten Biotopflächen⁵ zugeordnet und damit ihre Vorkommen flächenscharf dargestellt werden. Sie haben ihre größte Dichte im Inneren Oberspreewald im Bereich Lübben-Lehde-Leipe (Abb. 6d, Abb. 7d). Hier finden sich die größten Vorkommen extensiv genutzter Nasswiesen und Seggenwiesen. Laut Pflege- und Entwicklungsplan ist die Mehrzahl der im Spreewald vorkommenden Rote-Liste-Arten (41) an Nasswiesen (überwiegend reiche Feuchtwiesen und Seggenwiesen, z.T auch arme Feuchtwiesen) gebunden (LAGS 1996). Tab. 13 listet die Rote-Liste-Arten des Untersuchungsgebietes auf, die an feuchte Standortbedingungen gebunden sind und die von Veränderungen des Wasserhaushaltes im Spreewald besonders betroffen wären.

Tab. 13 Im Untersuchungsgebiet flächenscharf nachgewiesene Pflanzenarten der Roten Listen Brandenburgs und Deutschlands (PEP-Kartierung, LAGS 1996)

(nur Arten feuchter Standorte: Feuchtezahl - F: 6-10)

Botanischer Name	Deutscher Name	F	RL Brdgbg	RL D
<i>Achillea ptarmica</i>	Sumpf-Schafgarbe	8	3	
<i>Butomus umbellatus</i>	Schwabenblume	10	3	
<i>Calla palustris</i>	Schlangenwurz	9	3	3
<i>Caltha palustris</i>	Sumpf-Dotterblume	9	3	
<i>Cardamine amara</i>	Bitteres Schaumkraut	9	3	
<i>Cardamine flexuosa</i>	Wald-Schaumkraut	8	3	
<i>Cardamine palustris</i>	Wiesen-Schaumkraut	9	3	
<i>Carex appropinquata</i>	Schwarzschof-Segge	9	3	2
<i>Carex canescens</i>	Grau-Segge	9	3	
<i>Carex distans</i>	Entferntährige Segge	6	3	3
<i>Carex flacca</i>	Blaugrüne Segge	6	3	
<i>Carex nigra</i>	Wiesen-Segge	8	3	
<i>Carex panicea</i>	Hirse-Segge	8	3	
<i>Carex rostrata</i>	Schnabel-Segge	10	3	
<i>Carex vesicaria</i>	Blasen-Segge	9	3	
<i>Crepis paludosa</i>	Sumpf-Pippau	8	3	
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblättriger Sonnentau	9	3	3
<i>Eleocharis acicularis</i>	Nadel-Sumpfsimse	10	3	3
<i>Epilobium palustre</i>	Sumpf-Weidenröschen	9	3	
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Schmalblättriges Wollgras	9	3	
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Scheidiges Wollgras	9	3	
<i>Genista tinctoria</i>	Färber-Ginster	6	3	
<i>Geranium palustre</i>	Sumpf-Storchschnabel	7	3	
<i>Gratiola officinalis</i>	Gottes-Gnadenkraut	8	3	2
<i>Inula britannica</i>	Wiesen-Alant	7	3	
<i>Isolepis setacea</i>	Schuppensimse	9	3	

⁵ Der Biotoptyp entspricht nicht notwendiger Weise dem Lebensraum der Pflanze, die genauso gut in kleinflächigen Sonderhabitaten innerhalb des kartierten Biotops vorkommen kann.

<i>Juncus alpino-articulatus</i>	Alpen-Binse	9	3	3
<i>Juncus filiformis</i>	Faden-Binse	9	3	
<i>Juncus squarrosus</i>	Sparrige Binse	7	3	
<i>Lathyrus palustris</i>	Sumpf-Platterbse	8	3	3
<i>Ledum palustre</i>	Sumpf-Porst	9	3	3
<i>Listera ovata</i>	Grosses Zweiblatt	6	3	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Kuckucks-Lichtnelke	7	3	
<i>Lycopodium annotinum</i>	Sprossender Bärlapp	6	3	
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fieberschmalz, Bitterklee	9	3	3
<i>Oenanthe fistulosa</i>	Röhrlige Pferdesaat	9	3	3
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Natternzunge	7	3	3
<i>Oxycoccus palustris</i>	Gemeine Moosbeere	9	3	3
<i>Paris quadrifolia</i>	Einbeere	6	3	
<i>Potentilla palustris</i>	Sumpf-Blutauge	9	3	
<i>Pseudolysimachium longifolium</i>	Langblättriger Blauweiderich	8	3	3
<i>Rhinanthus serotinus</i>	Grosser Klappertopf	6	3	3
<i>Salix repens</i>	Kriech-Weide	7	3	
<i>Senecio aquaticus</i>	Wasser-Greiskraut	8	3	
<i>Senecio paludosus</i>	Sumpf-Greiskraut	9	3	3
<i>Stellaria palustris</i>	Graugrüne Sternmiere	9	3	3
<i>Succisa pratensis</i>	Teufelsabbiss	7	3	
<i>Trifolium fragiferum</i>	Erdbeer-Klee	7	3	
<i>Ulmus glabra</i>	Berg-Ulme	6	3	
<i>Ulmus laevis</i>	Flatter-Ulme	8	3	
<i>Valeriana dioica</i>	Kleiner Baldrian	8	3	
<i>Veronica scutellata</i>	Schild-Ehrenpreis	9	3	

F Feuchtezahl (aus ELLENBERG et al. 1992); 10=Wechselwasserzeiger; 9=Nässezeiger; 8=zwischen 7 und 9 stehend; 7=Feuchtezeiger; 6= zwischen 5 und 7 stehend; 5=Frischezeiger
 RLBrdbg/D Kategorien der Rote Liste der gefährdeten Farn und Blütenpflanzen Brandenburgs (BENKERT & KLEMM 1993) bzw. Deutschlands (KORNECK et al. 1996);
 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet

5.1.2.2 Neophyten

Eine Zunahme biologischer Invasionen als Folge des Globalen Wandels gilt in Mitteleuropa als wahrscheinlich (DUKES & MOONEY 1999, KOWARIK 2001). Im Rahmen dieses Teilvorhabens von GLOWA-Elbe wird untersucht, welche Auswirkungen veränderte Umweltbedingungen auf die Invasibilität von Biotopen im Spreewald haben. Die Untersuchung beschränkt sich auf Neophyten, die bereits heute im Spreewald vorkommen und als problematisch angesehen werden. Ob und welche Probleme diese Arten tatsächlich verursachen, soll dabei offen bleiben.

Im Pflege- und Entwicklungsplan (LAGS 1996) werden "expansive Neophyten" aufgelistet. Größere Vorkommen, für die Bestandsdaten vorliegen, gibt es im Spreewald von der Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und dem Indischen Springkraut (*Impatiens glandulifera*). Zur Spätblühenden Traubenkirsche (*Prunus serotina*) liegen keine Daten vor.

Die Vorkommen der Robinie können aus den Daten der flächendeckenden Biotopkartierung zum PEP abgeleitet werden, bei der sie als Haupt- und Nebenbaumart in Gehölzbeständen ausgewiesen wurde (Abb. 4 links). Sie finden sich in den Randbereichen der Niederung. Weil keine Einzelbäume und Vorkommen in kleinen Gehölzbeständen aufgenommen worden sind, dürfte die Art im Spreewald noch häufiger als in der Abbildung dargestellt vorkommen. Zum Indischen Springkraut liegen Angaben der Biosphärenreservatsverwaltung vor (BUTZEK 2003, mdl.). Danach ist die Art stark in Ausbreitung begriffen. Derzeit gibt es zwei Verbreitungszentren, in der Umgebung von Burg und im Gebiet zwischen Lübbenau und Lehde. Letzteres wurde im Jahr 2003 flächenscharf mit Hilfe eines GPS aufgenommen (Abb. 4 rechts).⁶ Das Indische Springkraut ist zur Fernverbreitung durch Wasser, insbesondere durch Überflutung entlang von Fließgewässern befähigt. Eine Auswilderung aus Gärten, die sich z.B. in Lehde in unmittelbarer Nähe zu den Fließsen befinden, ist wahrscheinlich (GRODOFZIG in Vorb.). Die Art kommt vor allem in ungenutzten Säumen entlang von Fließsen, Gräben und Wegen vor (Abb. 5).

⁶ Diplomarbeit von Beate Grodofzig (in Vorbereitung)

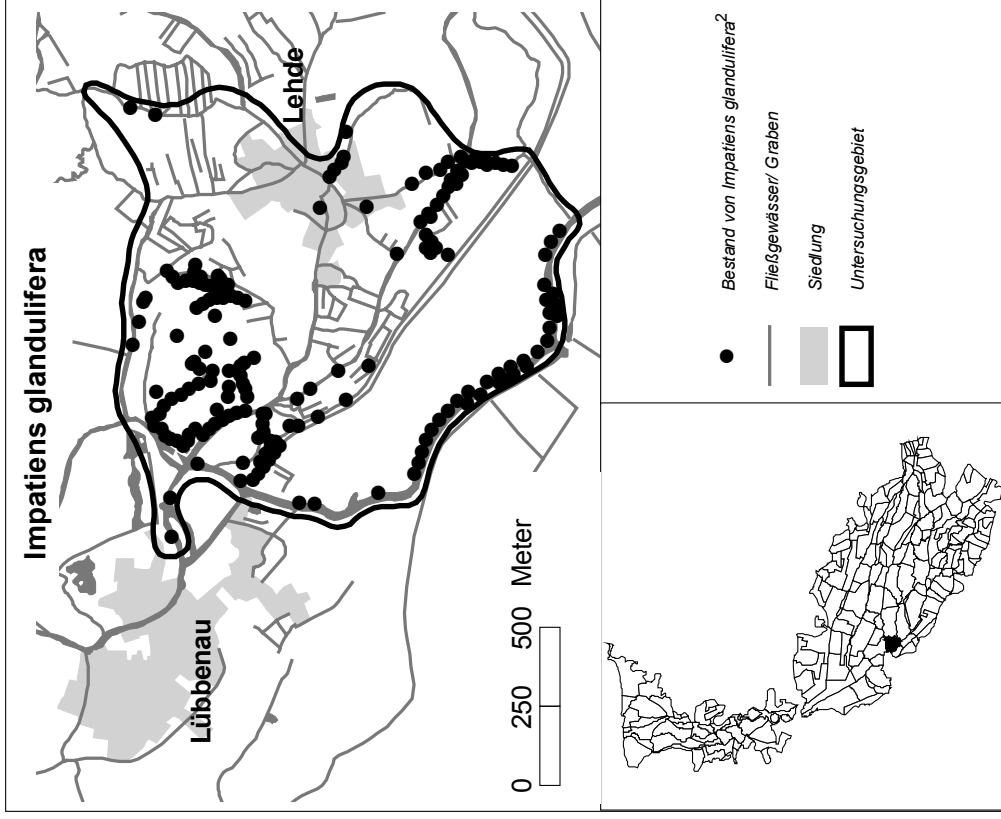
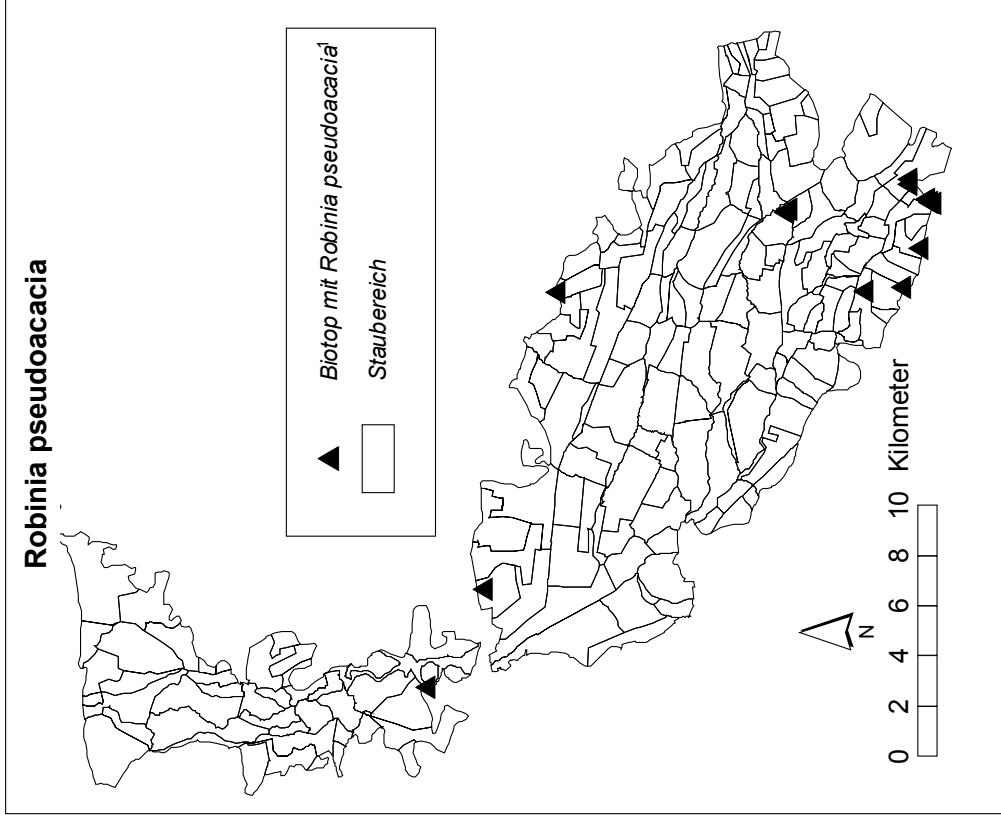


Abb. 4 Vorkommen ausgewählter Neophyten (*Robinia pseudoacacia*, *Impatiens glandulifera*) im Spreewald

¹ im Rahmen der PEP-Kartierung erfasste Biotope (Haupt- und Begleitbiotope) mit *Robinia pseudoacacia* (LAGS 1996)

² im August 2003 erfasste Bestände des Hauptvorkommens von *Impatiens glandulifera* im Bereich Lübbenau/Lehde (GRODOFZIG in Vorb.)



Abb. 5 Das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*) an der Hauptspreewald bei Lübbenau (Bangert, Aug. 2003)

5.1.3 Besonders schutzwürdige Landschaftsbestandteile

Die Risikoanalyse (ERAW) untersucht die Folgen von Wasserstandsänderungen auf die Schutzgüter des Naturschutzes. Diese werden im Bundesnaturschutzgesetz (BNATSCHG b) benannt. Das Oberziel ist die Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit der Naturgüter (§ 1, 1.). Hierfür wie auch für die Regenerationsfähigkeit und nachhaltige Nutzungsfähigkeit der Naturgüter (§ 1, 2.) liefert die Vegetation als Bestandteil der Ökosysteme einen wesentlichen Beitrag, z.B. für die Regulationsfunktion der Niedermoore, für auf das Wasser bezogene Funktionen (Dargebot, Qualität), für den Erosionsschutz etc. (zur Bewertung siehe TV 2.3 - Wasserhaushalt, TV 2.6 - Boden). Unmittelbar von der Vegetation hängen vor allem das Landschaftserleben als primär landschaftsästhetisches Schutzgut (Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft; § 1, 4.) sowie die biotischen Schutzgüter (Tier- und Pflanzenwelt einschließlich ihrer Lebensstätten und Lebensräume; §1, 3.) ab. Auf diese konzentriert sich die Risikoanalyse.

5.1.3.1 Schutzgut Landschaftserleben

Die Erlebniswirksamkeit der Landschaft als Voraussetzung für die landschaftsbezogene, ruhige Erholung zu sichern und zu entwickeln sind vordringliche Ziele des Landschaftsrahmenplans (LRP), nicht zuletzt, weil der Spreewald zu den bedeutendsten Tourismusregionen

Brandenburgs zählt (MUNR 1998). Hierfür wurden im LRP erhaltenswerte sowie aufzuwertende Landschaftsbildtypen ermittelt und abgrenzt (Tab. 14). Die (besonders) erhaltenswerten Landschaftsbildtypen konzentrieren sich vor allem auf die Kernzone und Pflege- und Entwicklungszone des Biosphärenreservates, während die aufzuwertenden Raumeinheiten in den stark meliorierten Randzonen liegen (Abb. 6a).

Tab. 14 Erhaltenswerte und besonders erhaltenswerte Landschaftsbildtypen im Spreewald (MUNR 1998)

Landschaftsbildtyp	Wertstufe des LRP
Naturnahe Niederungslandschaft	besonders erhaltenswert
Stehendes Gewässer, Feuchtgebiet	besonders erhaltenswert
Kleinteiliges Vegetationsmosaik	besonders erhaltenswert
Spreewaldtypische Streusiedlung	besonders erhaltenswert
Spreewaldtypisches Wasserstraßendorf	besonders erhaltenswert
Regionstypischer Ort mit harmonischem Übergang in die Landschaft	besonders erhaltenswert
Bedingt naturnaher Wald	erhaltenswert
Mischwald	erhaltenswert
Niederungslandschaft mit meist feuchtem Grünland	erhaltenswert
Kleinräumiges Grün- und Feuchtgrünland, Gehölze	erhaltenswert
Kleinräumiges Grün- und Feuchtgrünland, Gärten	erhaltenswert
Regionstypischer Ort mit leichten Zersiedlungserscheinungen	erhaltenswert

Im Rahmen der Risikoanalyse gilt es zu ermitteln, wann Veränderungen der Vegetation zugleich Risiken für die Erlebniswirksamkeit der Landschaftsbildtypen darstellen. Das wird vor allem dann der Fall sein, wenn die typischen, die landschaftliche Eigenart prägenden Elemente betroffen sind. Der Pflege- und Entwicklungsplan (PEP), der auf einer detaillierteren Maßstabsebene als der LRP angelegt ist, benennt Biotoptypen, die für den Spreewald und seine Landschaftsbildtypen charakteristisch sind. Diese Information wurde genutzt, um die Vegetationseinheiten zu ermitteln, bei deren Veränderung das Risiko einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes groß ist. Sie können als besonders schutzwürdige Landschaftselemente aus Sicht des Naturschutzes gelten. Ihre Gesamtfläche im Untersuchungsgebiet beträgt zum Ausgangspunkt der Modellierung 60 km² (19 % der Untersuchungsgebietsfläche). Abb. 7a stellt ihren Anteil bezogen auf die Fläche der Staubereiche des Spreewaldes dar. Die Staubereiche, in denen die charakteristischen Biotope der erhaltenswerten Landschaftsbildtypen des Spreewaldes vorkommen, sind aus Sicht des Naturschutzes besonders empfindlich gegenüber Wasserstandsänderungen.

5.1.3.2 Schutzgut Arten und Biotope

Das Naturschuttoberziel 'Sicherung der Tier- und Pflanzenwelt einschließlich ihrer Lebensstätten und Lebensräume' wird in der Risikoanalyse durch drei Schutzgüter operationalisiert, die im Rahmen der verfügbaren Daten möglichst viele Ebenen der Biodiversität abdecken sollen:

1) Biotope: komplexe Einheiten des abiotischen und biotischen Lebensraumes der Biozönose⁷; als besonders schutzwürdig können die Zielbiotope des Pflege- und Entwicklungsplans gelten, deren Lebensraumfunktion für Pflanzen und Tiere als hoch bewertet wurde.

2) Standorte: abiotischer Teil des Lebensraumes einer (pflanzlichen) Biozönose oder Art; als besonders schutzwürdig können die für Feuchtgebiete typischen und allgemein gefährdeten semiterrestrischen Standorte gelten.

3) Arten: Arten der Farn- und Blütenpflanzen; als besonders schutzwürdig können die nach der Rote Liste Brandenburgs gefährdeten Taxa gelten.

Zielbiotope des Pflege- und Entwicklungsplans

Der Pflege und Entwicklungsplan (PEP) bewertet den Spreewald aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes und benennt im Anhang wertvolle, sehr wertvolle und potenziell wertvolle Biotope (Abb. 6b).⁸ Folgende Kriterien haben zu den Einstufungen geführt (LAGS 1996):

- Gefährdung (nach LUA 1995),
- Biotopausbildung (nach LUA 1995),
- Repräsentanz in Bezug auf das Biosphärenreservat,
- Alter bzw. Wiederherstellbarkeit des Biotoptyps (nach RIECKEN et al. 1994),
- Vorkommen von gefährdeten Pflanzenarten (Flora) (nach BENKERT & KLEMM 1993),
- Lebensraumqualität für planungsrelevante Tierartengruppen (Habitatfunktion),
- Vorhandensein gefährdeter Begleitbiotope (nach LUA 1995).

Diese Bewertungskriterien sind entweder mit dem Biotoptyp direkt verbunden (Gefährdung, Repräsentanz, Wiederherstellbarkeit, Habitatfunktion) und werden deshalb für alle entsprechenden Biotope einheitlich angewandt oder werden für jeden Biotop nach seinen individuellen Merkmalen ermittelt (Ausbildung, Flora, Fauna, Begleitbiotop). Allen Kriterien wird jeweils eine Wertstufe von 1 bis 3 zugeordnet. Die ebenfalls dreistufige Gesamtbewertung ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der ungewichteten Einzelkriterien (LAGS 1996).

Die Bewertung erfolgt für die nach dem LUA-Schlüssel kartierten Biotope und kann daher unmittelbar in das VEGMOS übernommen werden. Als die zum Startpunkt der Modellierung aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes besonders schutzwürdigen Landschaftseinheiten werden die sehr wertvollen Biotope angesehen. Ihr Anteil beträgt 15 % der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes (Tab. 15).

⁷ hierfür wäre der Begriff Ökotoptyp treffender; der Biotopbegriff hat sich jedoch als Ausdruck für die abiotische und Teile der biotischen Komponenten eines Ökosystemausschnittes eingebürgert und wird hier in diesem Sinne weiter verwendet.

⁸ Die Biotopbewertung in der digitalen Datenbank ist nur zum Teil in den offiziellen PEP übernommen worden und hat den Status eines politisch nicht abgestimmten Fachgutachtens. Der im Rahmen des Gewässerrandstreifenprojektes (HIEKEL et al. 2001) überarbeitete Pflege- und Entwicklungsplan lag in seiner endgültigen Fassung zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch nicht vor.

Tab. 15 Flächenanteile der aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes bewerteten Biotop im Untersuchungsgebiet (LAGS 1996)

Wertstufe	km ²	%
sehr wertvoll	48	15
wertvoll	156	49
potenziell wertvoll	94	30
nicht bewertet	19	6
Σ	318	100

Abb. 7b stellt die Flächenanteile bezogen auf die Staubereiche des Spreewaldes dar. Die höchsten Anteile finden sich im Inneren Spreewald in den Kerngebieten des Biosphärenreservates.

Semiterrestrische Standorte

Ergänzend zu den Zielbiotopen des PEP und als weitere besonders schutzwürdige Landschaftsbestandteile werden die semiterrestrischen, unter direktem Grund- oder Stauwasserfluss stehenden Standorte in die Risikoanalyse einbezogen. Sie sind typische Elemente eines Feuchtgebietes wie dem Spreewald und als solche überregional gefährdet. Somit gibt es eine teilweise Überschneidung mit der Biotop-Bewertung des PEP. Unter den semiterrestrischen Standorten gibt es jedoch auch solche mit gegenwärtig geringem Wert aus Sicht des Arten und Biotopschutzes, denen jedoch ein hohes Entwicklungspotenzial zukommt.

Die hydroökologischen Standorteigenschaften werden nach der in Kap. 4.2 beschriebenen Methode für die Biotoptypen der PEP-Kartierung ermittelt. Als semiterrestrisch gelten Biotoppe, deren Leitvegetation die Hydrotoptypen der +-Wasserstufen anzeigt (5+ bis 2+). Eine weitergehende Abstufung der Schutzwürdigkeit z.B. nach Vernässungsgrad erfolgt nicht. 73 % der vegetationsgeprägten Biotopfläche oder 199 km² des Untersuchungsgebietes sind als semiterrestrisch einzustufen (Abb. 6c, Abb. 7c). Die terrestrischen und damit gegenüber Wasserstandsänderungen weniger empfindlichen Bereiche finden sich vor allem auf den Schwemmfächern der Region Burg und in den Randbereichen des Oberen und Unteren Spreewaldes.

Arten der Roten Listen

Das Vorkommen gefährdeter Pflanzenarten geht zwar als Kriterium bereits in die Biotopbewertung des PEPs ein (s.o.). Zahlreiche Vorkommen liegen jedoch außerhalb der Zielbiotope. Um die Gefährdung aller Vorkommen bei Wasserstandsänderungen ermitteln zu können, wurden sie als eigenständiges Schutzgut in die Risikoanalyse einbezogen. Die Vorkommen wurden bereits in Kapitel 5.1.2.1 dargestellt.

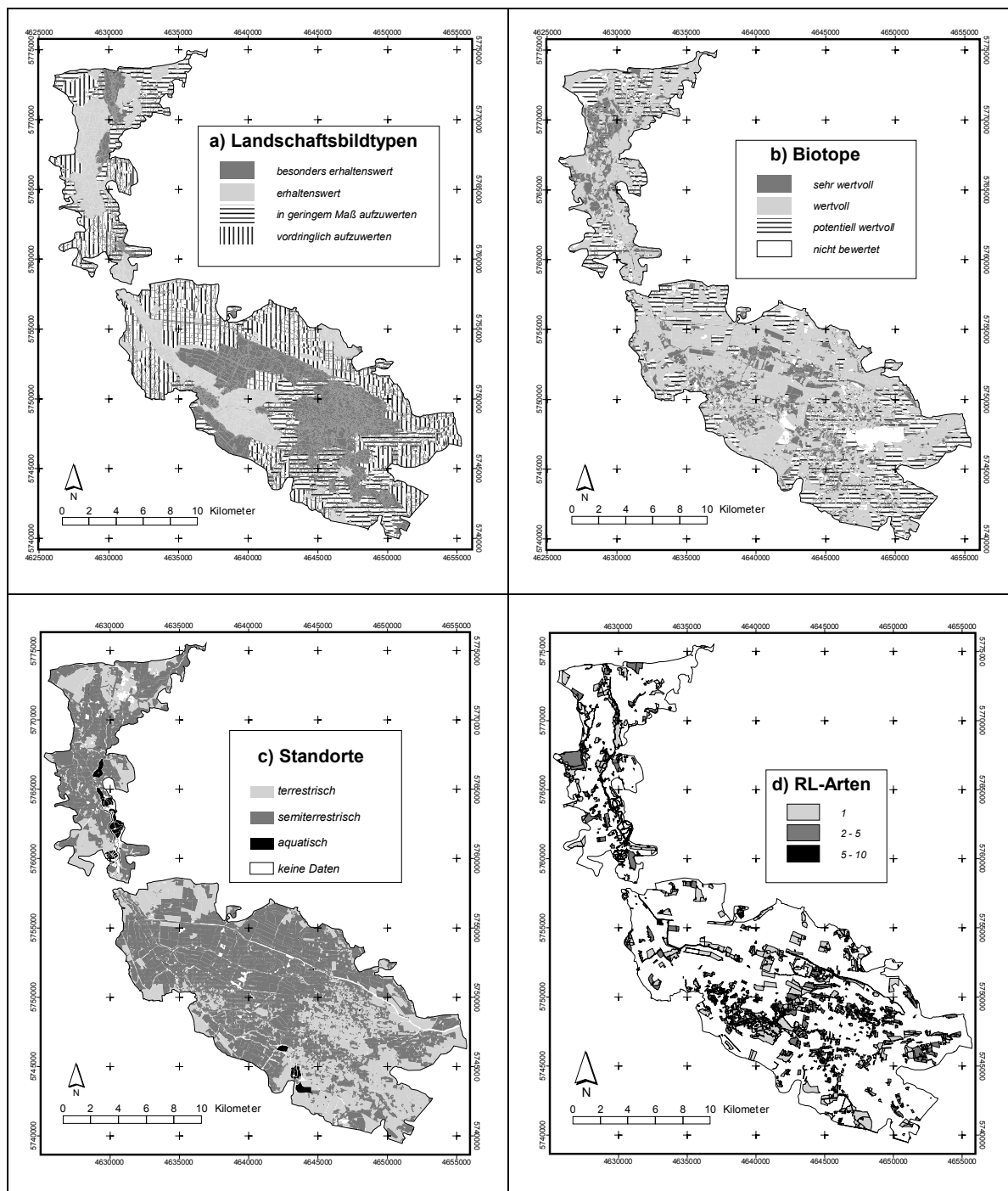


Abb. 6 Schutzgüter des Naturschutzes als Objekte der Risikoanalyse einer veränderten Wasserversorgung im Spreewald.

a) Landschaftsbildtypen: Wertstufen des Landschaftsrahmenplans (MUNR 1998)

b) Biotope: Wertstufen des Pflege- und Entwicklungsplans (PEP) (LAGS 1996)

c) Standorte: Bioindikatorische Klassifizierung der Biotoptypen des PEP (LAGS 1996)

d) RL (=Rote-Liste)-Arten feuchter Standorte: Anzahl der Vorkommen von Farn- und Blütenpflanzenarten der Rote Liste Brandenburgs mit einer F-Zahl zwischen 6 und 10 (biotopbezogene Daten des PEP (LAGS 1996))

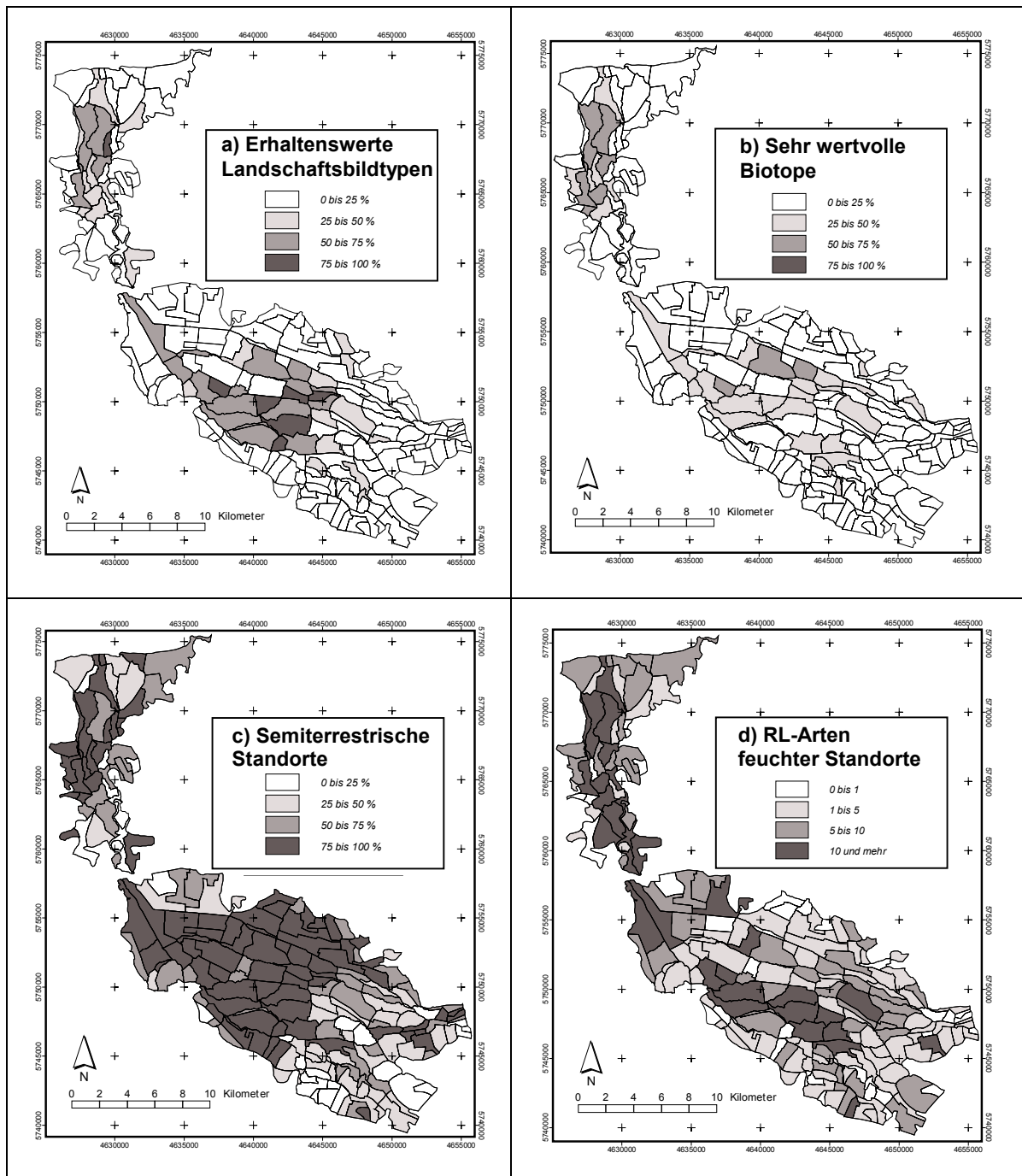


Abb. 7 Anteile der besonders schutzwürdigen Landschaftselemente bezogen auf die Staubereiche im Spreewald

- a) Erhaltenswerte Landschaftsbildtypen: Flächenanteil der Wertstufen "erhaltenswert" und "besonders erhaltenswert" des Landschaftsrahmenplans (MUNR 1998)
- b) Sehr wertvolle Biotope: Flächenanteil der Wertstufe "sehr wertvoll" des Pflege- und Entwicklungsplans (LAGS 1996)
- c) Semiterrestrische Standorte: Flächenanteil der bioindikatorisch klassifizierten Biotoptypen des PEP (LAGS 1996)
- d) RL (=Rote-Liste)-Arten feuchter Standorte: Anzahl der Vorkommen von Farn- und Blütenpflanzenarten der Rote Liste Brandenburgs mit einer F-Zahl zwischen 6 und 10 (biotopbezogene Daten des PEP (LAGS 1996))

5.1.4 Ertrageigenschaften der Grünlandtypen

Als Beitrag zur Modellierung der Ertragsveränderungen bei einer sich wandelnden Wasserverfügbarkeit im Spreewald (TV 2.8 - Ökonomie) wurden zusätzlich zu den hydroökologischen Eigenschaften der Graslandtypen ihre Futterwerte ermittelt. Hierfür wurde aus den gewichteten Futterwerten der vorkommenden Pflanzen ein Mittelwert für jede Vegetationsaufnahme gebildet (vgl. Kap. 4.4.1). Um die Futterwerte ermitteln zu können, muss die Bewirtschaftungsart und –intensität bekannt sein. Sie konnte durch Befragungen als überwiegende Bewirtschaftungsweise der Graslandtypen ermittelt werden (PETSCHICK 2002, mdl.). Danach werden die extensiven Graslandtypen im Biosphärenreservat i.d.R. nicht mit Stickstoff gedüngt. Eine PK-Düngung zum Ausgleich des Entzuges findet nach Bedarf statt. Die meisten Flächen werden als Mähweiden ab Ende Mai zum ersten Mal genutzt. Das Großseggenrasland wird nicht gedüngt und spät genutzt.

Abb. 8 zeigt die Futterwerte zu den Aufnahmen der drei Graslandtypen.

Die Futterwerte pro kg TM (Trockenmasse) des **Großseggenraslandes** liegen bereits ab der 3. Woche bei allen Proben unter dem für die Fütterung von Hochleistungsrindern geltenden Grenzwert von 6 MJ NEL. Zum üblichen Nutzungszeitpunkt Anfang Juli betragen sie 4,0-4,3 MJ NEL kg⁻¹ TM (Median 4,2 MJ NEL). Die geringen Futterwerte rühren vor allem von den hohen Anteilen der Schlangensegge (*Carex gracilis*) mit 54-96 % in der Frischmasse her. KÄDING et al. (1999) geben einen Futterwert von 4,5 MJ NEL für den Typus "Großseggenröhricht" im Oberen Rhinluch an.

In der Frischmasse (FM) des **Graslandes feuchter Standorte** dominieren Gräser der Wirtschaftsgrünländer, die nicht zu den Zielgräsern der Futternutzung gehören (*Phalaris arundinacea*, *Deschampsia cespitosa*, *Holcus lanatus*, *Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis et trivialis*) mit 34-78 % FM (Median 50 % FM). Daneben kommen hohe Anteile niedrigwüchsiger Flutrasenarten vor (6-41 % FM, Median 15 % FM). Der berechnete Futterwert pro kg TM bei einer frühen Nutzung in der vierten Maiwoche liegt zwischen 6,0-6,4 MJ NEL (Median 6,3 MJ NEL) und bei einer späten Nutzung Ende Juni (7. Woche ab 1. Mai) zwischen 5,3-5,8 MJ NEL (Median 5,6 MJ NEL). Der Wert von 6,0 MJ NEL wird ab der 6. Wochen in allen Proben unterschritten. Auf feuchtem 2-Schnitt-Grünland ohne N-Düngung werden für Rispen-Queckengrasland 5,8 MJ NEL angegeben (KAISER et al. 2001, Oberes Rhinluch). Dieser Wert liegt im Bereich des Mittels der beiden angenommenen Nutzungszeitpunkte.

In der Frischmasse des **Graslandes frischer Standorte** spielen Flutrasenarten keine Rolle. In den meisten Aufnahmen dominieren Gräser, die zu Zielgräsern der Wirtschaftsgrünländer zählen, namentlich *Lolium perenne*. Daraus resultiert der leicht höhere Futterwert der Vegetationsaufnahmen. Der berechnete Futterwert bei einer frühen Nutzung in der dritten Maiwoche liegt zwischen 6,4 und 6,5 MJ NEL kg⁻¹ TM (Median 6,4 MJ NEL kg⁻¹ TM) und bei einer späten Nutzung Ende Juni (7. Woche ab 1. Mai) zwischen 5,8 und 6,1 MJ NEL kg⁻¹ TM (Median 6,1 MJ NEL kg⁻¹ TM). Die 6,0-MJ NEL-Grenze wird von allen Aufnahme in der 8. Wochen nach dem 1. Mai unterschritten. Die bei KÄDING et al. (1999) für Vegetationseinheiten auf feuchten und wechsellackenen Standorten angegebenen Futterwerte liegen höher.

Futterwertberechnungen für die Vegetationsaufnahmen der **Grasländer trockener Standorte** konnten nicht vorgenommen werden, weil für die meisten Arten keine Daten verfügbar

sind. Für "Rotstraußgras- bzw. Schafschwingelfluren" geben KÄDING et al. (1999) 4,5 MJ NEL kg⁻¹ TM an.

Zu **intensiv genutzten Grasländern**, die mehr als zwei Mal im Jahr genutzt werden, liegen keine Vegetationsdaten aus dem Untersuchungsgebiet vor. KÄDING et al. (1999) geben für Weidelgras-Weißkleewiden und Intensivgrasland im Rhinluch Futterwerte von 6,3 bis 6,5 MJ NEL kg⁻¹ TM auf wechselfeuchten und wechselfrockenen Standorten an. Sie können als ungefähre potenzielle Werte bei einer Nutzungsintensivierung der Grasländer im Spreewald dienen.

Eingereiht in ordinale Futterwertklassen ergibt sich folgende Reihung von geringer zu hoher Qualität:

Klasse 1: Großseggen-Grasland (G_S) und Grasländer trockener Standorte (G tr)

Klasse 2: Grasland feuchter Standorte (G feu)

Klasse 3: Grasland frischer Standorte (G fr)

Klasse 4: Grasland intensiv genutzter Standorte (G int)

Die berechneten Futterwerte können nur Hinweise für einen qualitativen Vergleich der Bio-
toptypen geben. Vor einer quantitativen Betrachtung müsste eine repräsentative Probeflä-
chenauswahl erfolgen. Die individuellen Bewirtschaftungsweisen müssten bekannt sein und
die Futterwerte messtechnisch ermittelt werden.

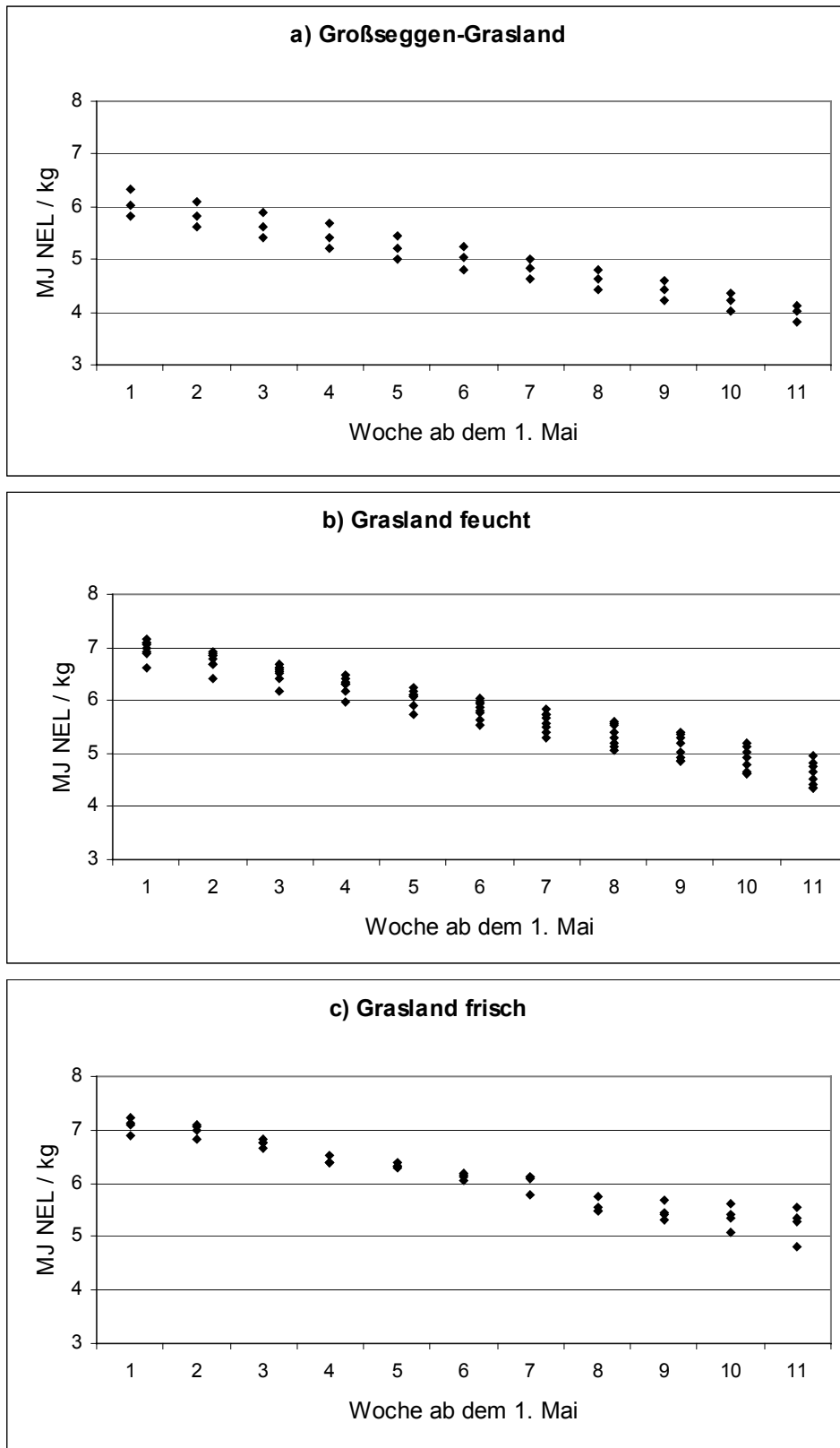


Abb. 8 Berechnete Futterwerte [MJ NEL /kg TM] der Vegetationsaufnahmen zu den Grünlandtypen in Abhängigkeit vom Nutzungstermin.

5.1.5 Ökologische Amplituden der Biotoptypen

Biotoptypen des Offenlandes

Die mit Hilfe der Vegetationsaufnahmen ermittelten Hydrotopeigenschaften ermöglichen es, die hydroökologischen Amplituden der Biotoptypen anzugeben. Die Vegetation des Grünlandes wird vor allem von den Wasserverhältnissen und der Nutzung bestimmt. Beide Faktoren lassen sich in einem Ökogramm zusammenführen, das die ökologischen Bedingungen der Biotoptypen abbildet (Abb. 9).

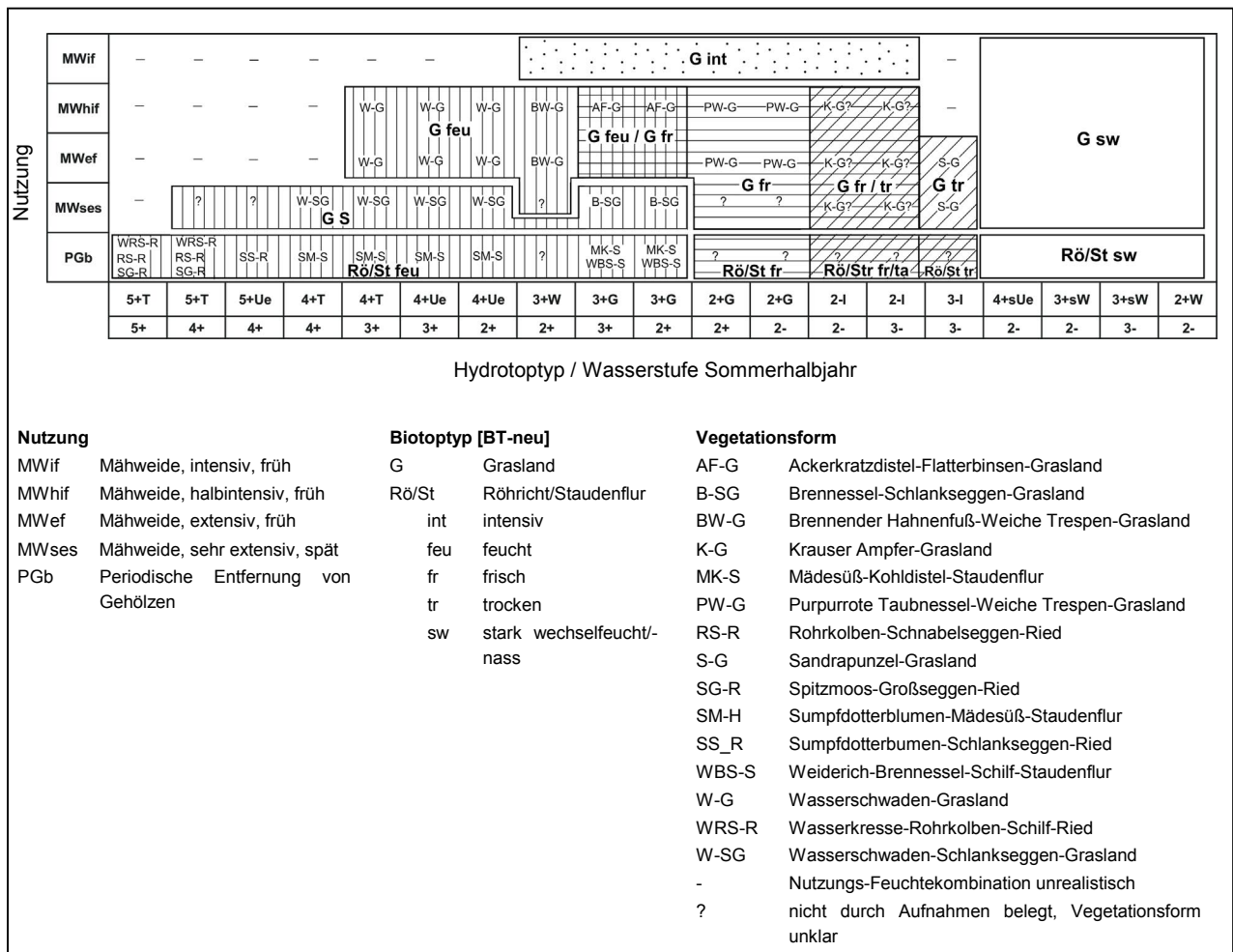


Abb. 9 Ökogramm der Biotoptypen des Offenlandes

Quellen: Befragung zur Bewirtschaftungsweise, Modifizierte Biotoptypen des PEP (LAGS 1996) und Vegetationsaufnahmen (Autoren siehe Kap. 5.1.1).

Die Skalen der Nutzungs- und der Hydrotypen sind um Klassen zu ergänzen, die im Verlauf der Modellierung neu auftauchen bzw. im Datenmaterial der vergangenen Jahre nicht nachgewiesen werden konnten. Das betrifft einerseits intensive, mehr als dreimal im Jahr genutzte Grünländer, die heute nur kleinflächig in der Nähe konventioneller Betriebe vorkommen, jedoch von potenzieller Bedeutung für die ökonomische Modellierung sind (siehe TV 2.8). Sie werden als ein weiterer Biotoptyp ‚Grasland intensiv‘ (G int) hinzugefügt. Die übrigen Graslandtypen können entsprechend als extensive Ausprägungen gelten.

Des Weiteren treten in der Modellierung der zukünftigen Grundwasserflurabstände extrem wechselfeuchte/-nasse Standorte auf, bei denen der Grundwasserspiegel im Sommer so tief absinkt, dass der Wurzelraum der Vegetation mit ihm nicht mehr im direkten Kontakt steht. Diese Standorte wurden in den Vegetationsaufnahmen nicht nachgewiesen und sind im Falle der Hydrotypen 3+sW und 4+sUe im zugrundegelegten Indikationssystem nicht enthalten. Sie werden als ‚Grasland stark wechselfeucht/-nass‘ (G sw) bzw. ‚Röhricht/Staudenflur stark wechselfeucht/-nass‘ (Rö/St sw) klassifiziert. Eine weitere Differenzierung nach Nutzung und Vegetation wird nicht vorgenommen.

Widersprüchliche Ökogrammfelder, wie in Fällen, wo eine frühe bzw. intensive Nutzung bei großer sommerlicher Nässe oder Trockenheit nicht möglich ist, bleiben im Ökogramm unbesetzt (Symbol "-" in Abb. 9).

Der Großteil der verbleibenden Ökogrammfelder kann mit nachgewiesenen Vegetationseinheiten besetzt werden, deren Aufzählung aber nicht vollständig sein muss.

Es verbleiben einige Standort-Nutzungskombinationen, die mit großer Wahrscheinlichkeit heute im Spreewald existieren, für die aber keine Daten verfügbar sind:

a) Stark vernässtes (5+T, 5+Ue), spät und extensiv genutztes (MWses) Grünland

KOSKA et al. (2001b) beschreiben Großseggenriede auf 5+T und 5+Ue Standorten, und sie wurden im Aufnahmematerial der Röhrichte und feuchten Staudenfluren des Spreewaldes nachgewiesen. Es handelt sich hier um Übergänge zu Röhrichtern mit nur noch geringen Anteilen an Wirtschaftsgrünlandarten. Die Schlanksegge (*Carex gracilis*) toleriert im Gegensatz zu echten Röhrichtarten regelmäßige Schnittnutzung, so dass diese Bestände als stabil gelten können.

=> Diese Ökogrammfelder werden als Vegetationstyp ohne Bezeichnung („?“) zum Biotoptyp ‚Großseggen-Grasland‘ hinzugefügt.

b) Wechselfeuchtes (3+W), spät und extensiv genutztes (MWses) Grünland

Auf wechselfeuchten Standorten reicht die Grundwasseroberfläche nur in den Feinwurzelraum. In den Untersuchungen von SUCCOW & ROTH (2001) kommen Großseggen unter diesen Bedingungen lediglich vereinzelt vor. Die Autoren geben für diese Standorte Knickfuchsschwanz-Wiesen an.

=> Diese Ökogrammfelder werden als Vegetationstyp ohne Bezeichnung („?“) zum Biotoptyp ‚Grasland feucht‘ hinzugefügt.

c) Wechselfeuchtes (4+Ue), früh und extensiv genutztes (MWef) Grünland

Im Indikationssystem für Wiesen und Weiden (SUCCOW & ROTH 2001) wird auf nassen Standorten nicht zwischen einem topogenen (T) und einem Überflutungsregime (Ue) unterschieden.

=> Diese Ökogrammfelder werden mit dem gleichen potenziellen Vegetationstyp wie 4+T-Standorte belegt.

d) mäßig trockenes (2-I), früh und spät und extensiv (MWef, MWses) genutztes Grünland

Die Wasserstufe 2- ist für das Wirtschaftsgrünland kaum durch Aufnahmen belegt. Gerade mit Blick auf die Vegetationsentwicklung bei sinkenden Grundwasserflurabständen ist davon auszugehen, dass auf extensiv genutzten Grünländern, die heute noch grundwasserbeeinflusst sind (3+, 2+), die Feuchtezeiger zurückgehen. Zurück bleiben Bestände aus Wirtschaftsgrünlandarten mit weiter Feuchteamplitude ohne Zeigerarten, die eine eindeutige Klassifizierung in das Wasserstufensystem ermöglichen würden. Solche weder den feuchten noch den trockenen Standorten zuzuordnenden Vegetationseinheiten werden zu den frischen Grünländern gestellt. SUCCOW & ROTH (2001) geben für diese Standorte Rotschwengel-Glatthafer-Wiesen an.

=> Diese Ökogrammfelder werden als Vegetationstyp ohne Bezeichnung („?“) zum Biotoptyp ‚Grasland frisch‘ hinzugefügt.

e) feuchte bis mäßig trockene, mäßig trockene und trockene (2+G, 2-I, 3-I) Biotope mit periodischer Entfernung des Gehölzaufwuchses (PGB)

KOSKA et al. (2001b) beschreiben auf 2+G, 2-I-Standorten Brennessel-Staudenfluren. Auf ganzjährig trockenen Standorten (3-I), die von Gehölzaufwuchs freigehalten werden, sind ebenfalls Staudenfluren anzunehmen.

=> Diese Ökogrammfelder werden als Vegetationstypen ohne Bezeichnung („?“) zum Biotop-
typ 'Staudenfluren frischer Standorte' bzw. 'Staudenfluren trockener Standorte' hinzugefügt.

Waldbiotoptypen

Die Waldbiotoptypen werden ökologisch danach differenziert, ob es sich um genutzte Bestände handelt, deren Baumartenzusammensetzung anthropogen ist (Forsten) oder ob es sich um Bestände handelt, deren Vegetation im wesentlichen von den Standortbedingungen bestimmt wird (Vorwälder, Wälder). Hierzu werden auch die Wirtschaftswälder gezählt (entsprechend der Systematik von KOWARIK 1999). Abb. 10 zeigt das Ökogramm der Wald- und Forstbiotoptypen in Abhängigkeit von Nutzung und Hydrotopotyp.

	Vorwald / Gebüsch	SG- u. SL-G Vorw- u. Geb	SG- u. SL-G Vorw- u. Geb	SG-G Vorw- u. Geb	SG-G Vorw- u. Geb	? ? ? Vorw- u. Geb feucht	? ? ? ? ? Vorw- u. Geb	? ? Vorw- u. Geb tr				
Nutzung	Wald	Wf-EW Erl-W. nass	Wf-EW Erl-W. nass	W- u. S-EW Erl-W. nass	W- u. S-EW Erl-W. nass	? T- u. BS- EEW T- u. BS- EEW Erl-Es-W feucht	? F-EEW u. P-SW F-EEW u. P-SW Ei-Hai-	P-SW, A-EBW, W-EHW u. F-BW W mäßig tr	S-KW S-KW Kie-W u. F tr			
	Forst	Wf-EW Laubh-F nass	Wf-EW Laubh-F nass	W- u. S-EW Laubh-F nass	W- u. S-EW Laubh-F nass	? T- u. BS- EEW T- u. BS- EEW Laubh-F feucht	? F-EEW u. P-SW F-EEW u. P-SW Laubh-	P-SW, A-EBW, W-EHW u. F-BW F mäßig tr	Kie-W u. F tr			
		5+T	5+Ue	4+T	4+Ue	4+sUe	3+W	3+G	3+sW	2+G	2+W	2-I

Hydrotopotyp

Biotoptyp [BT-neu]		Vegetationsform
Erl-W. nass	nasser Erlen-Wald	Wf-EW Wasserfeder-Erlenwald
Erl-Es-W feu	feuchter Erlen-Eschen-Wald	W-EW Walzenseggen-Erlenwald
Ei-Hai-W fri	frischer Eichen-Hainbuchen-Wald	S-EW Schwertlilien-Erlenwald
EiM-W fri	frischer Eichen-Mischwald	T-EEW Traubekirschen-Erlen-Eschen-Wälder
W mäßig tr	Wald mäßig trockener Standorte (Eichen-Hainbuchen-, Eichen-Misch- und Rotbuchen-Wald)	BS-EEW Brennessel-Sumpfschilf-Erlen-Eschen-Wälder
Kie-W u. -F tr	trockener Kiefern-Wald und Forste	F-EEW Flattergras-Erlen-Eschen-Wälder
Laubh-F nass	Forst nasser Standorte (Erlen- und Pappelforst)	P-SW Pfeifengras-Stieleichen-Wald
Laubh-F feucht	Forst feuchter Standorte (Erlen- und Pappelforst)	W-EHW Waldhaarmützenmoos-Eichen-Hainbuchen-Wald
Laubh-F frisch	Forst frischer Standorte (Erle)	A-EBW Adlerfarn-Eichen-Birnenwald
Vorw- u. Geb nass	Vorwald und Gebüsch nasser Standorte	F-BW Frühlingshainsimsen-Buchen-Wald
Vorw- u. Geb feu	Vorwald und Gebüsch feuchter Standorte	S-KW Straußgras-Kiefern-Wald
Vorw- u. Geb frisch	Vorwald und Gebüsch frischer Standorte	SG-G Sumpffarn-Grauweidengebüsch
Vorw- u. Geb tr	Vorwald und Gebüsch trockener Standorte	SL-G Seggen-Lorbeerweiden-Gebüsch
		? nicht durch Aufnahmen belegt, Vegetationsform unklar

Abb. 10 Ökogramm der Wald-/Forst-Biotoptypen

Quellen: Modifizierte Biotoptypen des PEP (LAGS 1996) und Vegetationsaufnahmen (Autoren siehe Kap. 5.1.1).

Nach den Modellrechnungen zur Wasserstandsentwicklung treten auf Waldstandorten zukünftig extrem wechsellasse (4+sUe) und extrem wechselfeuchte Hydrotopotypen (2+W, 3+sW) auf, die im Datenmaterial zur heutigen Vegetation fehlen. Die wechsellassen Standorte sind im Winter überstaut (Wasserstufe 5+). Im Sommer reicht die Grundwasseroberfläche

che nur noch bis in den Feinwurzelraum der krautigen Vegetation. Es wird davon ausgegangen, dass dies Standorte sind, die von Erlen-Eschenwäldern besiedelt werden können, in denen die typischen Nässezeiger wie *Solanum dulcamara*, *Carex elata*, *Carex elongata* und *Thelypteris palustris* der nassen Erlen-Wälder fehlen.

Auf den wechselfeuchten Standorten liegt der Grundwasserspiegel außerhalb des Wurzelraumes der krautigen Vegetation mit der Folge, dass die Zeigerarten der Erlen-Eschenwälder wie *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Carex acutiformis*, *Lycopus europaeus*, *Iris pseudacorus* und *Eupatorium cannabinum* vermutlich ausfallen. Als potenzielle Waldbiotoptypen dieser Standorte werden aufgrund des hohen Trophiegrades Eichen-Hainbuchenwälder angenommen.

5.1.6 Ökologische Amplituden ausgewählter Pflanzenarten

Arten der Roten Listen

Über ihre Zugehörigkeit zu ökologisch-soziologischen Artgruppen können die hydroökologischen Amplituden der Arten als Empfindlichkeits-Merkmal gegenüber Wasserstandsänderungen ermittelt werden (Tab. 16).

Tab. 16 Wasserstufen-Amplituden (WS-A) der im Spreewald vorkommenden Pflanzenarten der Roten Listen (LAGS 1996)

(nur Arten feuchter Standorte: Feuchtezahl - F: 6-10)

Botanischer Name	Deutscher Name	F	WS-A
<i>Achillea ptarmica</i>	Sumpf-Schafgarbe	8	5+4+3+2+
<i>Butomus umbellatus</i>	Schwabenblume	10	5+
<i>Calla palustris</i>	Schlangenwurz	9	5+
<i>Caltha palustris</i>	Sumpf-Dotterblume	9	5+4+
<i>Cardamine amara</i>	Bitteres Schaumkraut	9	5+
<i>Cardamine flexuosa</i>	Wald-Schaumkraut	8	-
<i>Cardamine palustris</i>	Wiesen-Schaumkraut	9	5+
<i>Carex appropinquata</i>	Schwarzschof-Segge	9	5+4+
<i>Carex canescens</i>	Grau-Segge	9	5+
<i>Carex distans</i>	Entferntährige Segge	6	-
<i>Carex flacca</i>	Blaugrüne Segge	6	5+4+3+2+
<i>Carex nigra</i>	Wiesen-Segge	8	5+4+3+
<i>Carex panicea</i>	Hirse-Segge	8	5+4+3+
<i>Carex rostrata</i>	Schnabel-Segge	10	6+5+4+
<i>Carex vesicaria</i>	Blasen-Segge	9	5+
<i>Crepis paludosa</i>	Sumpf-Pippau	8	5+4+3+2+
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblättriger Sonnentau	9	5+
<i>Eleocharis acicularis</i>	Nadel-Sumpfsimse	10	-
<i>Epilobium palustre</i>	Sumpf-Weidenröschen	9	5+4+
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Schmalblättriges Wollgras	9	6+5+
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Scheidiges Wollgras	9	5+
<i>Genista tinctoria</i>	Färber-Ginster	6	-
<i>Geranium palustre</i>	Sumpf-Storchnabel	7	5+4+3+2+
<i>Gratiola officinalis</i>	Gottes-Gnadenkraut	8	-
<i>Inula britannica</i>	Wiesen-Alant	7	-
<i>Isolepis setacea</i>	Schuppensimse	9	-
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	Alpen-Binse	9	5+
<i>Juncus filiformis</i>	Faden-Binse	9	5+4+
<i>Juncus squarrosus</i>	Sparrige Binse	7	-
<i>Lathyrus palustris</i>	Sumpf-Platterbse	8	5+4+
<i>Ledum palustre</i>	Sumpf-Porst	9	5+4+3+
<i>Listera ovata</i>	Grosses Zweiblatt	6	-
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Kuckucks-Lichtnelke	7	5+4+3+2+
<i>Lycopodium annotinum</i>	Sprossender Bärlapp	6	-
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fiebertee, Bittertee	9	6+5+
<i>Oenanthe fistulosa</i>	Röhrlige Pferdesaat	9	5+4+3+
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Natternzunge	7	5+4+3+
<i>Oxycoccus palustris</i>	Gemeine Moosbeere	9	-
<i>Paris quadrifolia</i>	Einbeere	6	-
<i>Potentilla palustris</i>	Sumpf-Blutauge	9	6+5+
<i>Pseudolysimachium longifolium</i>	Langblättriger Blauweiderich	8	5+4+3+
<i>Rhinanthus serotinus</i>	Grosser Klappertopf	6	4+3+2+2-
<i>Salix repens</i>	Kriech-Weide	7	5+4+
<i>Senecio aquaticus</i>	Wasser-Greiskraut	8	-
<i>Senecio paludosus</i>	Sumpf-Greiskraut	9	5+4+3+

<i>Stellaria palustris</i>	Graugrüne Sternmiere	9	5+4+
<i>Succisa pratensis</i>	Teufelsabbiss	7	5+4+3+2+
<i>Trifolium fragiferum</i>	Erdbeer-Klee	7	-
<i>Ulmus glabra</i>	Berg-Ulme	6	-
<i>Ulmus laevis</i>	Flatter-Ulme	8	-
<i>Valeriana dioica</i>	Kleiner Baldrian	8	5+4+
<i>Veronica scutellata</i>	Schild-Ehrenpreis	9	5+4+

F Feuchtezahl (aus ELLENBERG et al. 1992); 10=Wechselwasserzeiger; 9=Nässezeiger; 8=zwischen 7 und 9 stehend; 7=Feuchtezeiger; 6= zwischen 5 und 7 stehend; 5=Frischezeiger
WS-A Wasserstufen-Amplitude (aus SUCCOW & JOOSTEN 2001); - = keine Daten

Neophyten

Die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) besiedelt nahezu alle Standorttypen. Sie meidet jedoch Staunässe. Die Art gilt als Rohboden-Besiedlerin. Beides erklärt, warum Robinien vor allem in den sandigen Randbereichen und kaum im inneren Spreewald vorkommen. Die Samen werden mit dem Wind selten weiter als 100 m verweht. Neben der generativen Ausbreitung verfügt die Art über ein starkes klonales Wachstum. Aufgrund dieser Eigenschaften verfügen Robinien über ein nur geringes Fernausbreitungsvermögen. Voraussetzung für die Besiedlung neuer Habitate sind in der Nähe vorhandene Ausgangsbestände.

Das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*) kommt vor allem auf feuchten bis nassen Standorten vor. Durch den Schleudermechanismus der Früchte können die Samen Distanzen von bis zu 7 m überwinden. Die Art wird meist durch Fließgewässer ausgebreitet. Anthropogene oder überflutungsbedingte Störungen des Bodens begünstigen die Ansiedlung. Das Springkraut kann jedoch auch in dichte Hochstauden- und Röhrichtbestände eindringen. Genutzte Biotoptypen werden nicht besiedelt. Von Weg- und Ufersäumen vermag die Art in aufgelassenes Grünland vorzudringen. Im Laufe der Ausbreitungsgeschichte in Mitteleuropa wurde beobachtet, dass *Impatiens glandulifera* sich zunehmend auf fließgewässerfernen Standorten ausbreitet (PYSEK & PRACH 1993).

5.2 Szenarien zur Vegetationsentwicklung im Spreewald

5.2.1 Veränderung der Hydrotupe

Die aus Biotop- und Vegetationsdaten abgeleiteten Hydrotupe spiegeln die ökologischen Feuchte-Bedingungen im Gebiet zur Zeit der Datenerhebung zwischen 1994 und 2003 wider. Sie bilden die Ausgangspunkte der Modellierung und werden für die erste 5-Jahres-Zeitscheibe (2003 – 2007) übernommen. Im Modul Hydrotopentwicklung im VEGMOS wird berechnet, in wie weit sich die Hydrotupe verändern, wenn sich der Grundwasserflurabstand (ΔGW) in den Staubereichen des Spreewaldes als Ergebnis der Modellrechnungen des ARCGRM Spreewald (TV 2.3) ändert.

Durch einen Klimawandel und eine veränderte Wasserbewirtschaftung im Oberlauf der Spree nimmt bis zum Jahr 2053 der Anteil feuchtgebietstypischer, direkt grundwasserbeeinflusster Hydrotupe ab. Die Auswirkungen werden im Vergleich der ersten und der letzten Zeitscheibe der modellierten Spanne von 50 Jahren deutlich (Abb. 11). Die drei Berechnungsvarianten (20 %-, 50 %-, 80 %-Werte des GW_{HT}) zeigen die gleichen Richtungen an. Die Änderungsbeträge sind im Referenzszenario geringer als im B2-Basissszenario. Es wird deutlich, dass Änderungen vor allem die feuchten und mäßig feuchten Standorte (3+, 2+) betreffen, während sich die Flächenanteile der nassen Standorte (5+, 4+) nur wenig verändern. Vor allem gehen die mäßig wechselfeuchten Hydrotoptypen (3+W) und in geringerem Maße die mäßig wechsellassen Standorte (4+Ue) zurück. Um den gleichen Betrag nehmen solche Hydrotoptypen zu, bei denen der Unterschied zwischen den Wasserständen im Sommer- und Winterhalbjahr größer ist und drei Wasserstufen beträgt (3+sW, 4+sUe). Im Fall dieser stark wechselfeuchten und -nassen Standorte liegt der Grundwasserspiegel im Sommer außerhalb des Wurzelraumes, und der kapillare Aufstieg kann bei trocken-warmer Witterung abreißen.

Mäßig feuchte Standorte (2+G), bei denen die Grundwasseroberfläche im Bereich des Feinwurzelraumes liegt, nehmen ebenfalls ab. Auf der anderen Seite nehmen Standorte, die im Sommer nur noch im Bereich des kapillar aufsteigenden Grundwassers liegen, zu (2-I).

Standorte, die heute bereits nur im Bereich des kapillaren Aufstiegs liegen (2-I) verlieren im B2-Basissszenario ganzjährig den Anschluss ans Grundwasser (3-I).

Die auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogenen Flächenänderungen der Hydrotoptypen zeigen die Richtung der Veränderungen an. Sie sagen jedoch noch nichts über das Ausmaß des Wandels aus, da dieser räumlich unterschiedlich abläuft und sich entgegengesetzte Veränderungen aufheben können.

Von Standortveränderungen sind vor allem die nördlichen und südlichen Randbereiche des Oberen Spreewaldes betroffen sowie die Staubereiche, die vom Großen Fließ versorgt werden. Hingegen bleiben die stark vernässten Kerngebiete des Biosphärenreservates und die Staubereiche im Versorgungsbereich des Nord- und Südumfluters weitgehend unverändert (Abb. 13 und Abb. 14).

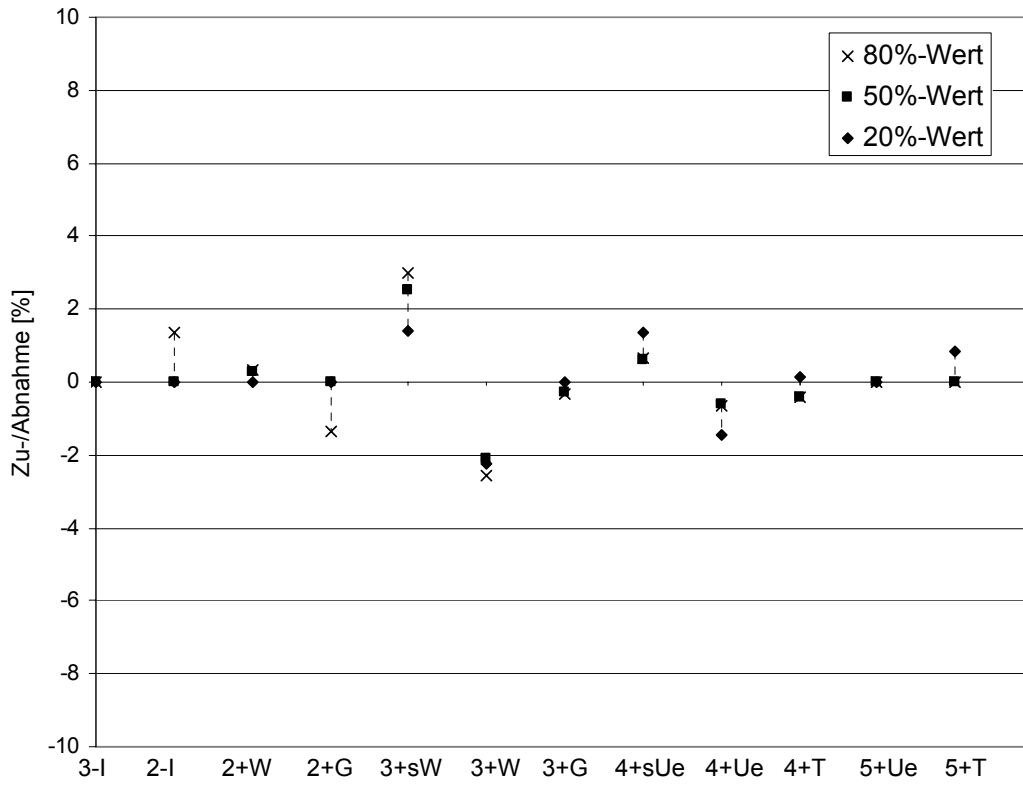
Die skizzierten Hydrotop-Veränderungen, vor allem die Verschiebung von wechselfeuchten zu stark wechselfeuchten Hydrotoptypen erfassen im B2-Basissszenario die meisten Staubereiche in den Randbereichen während sie sich im Referenzszenario auf den Nordosten im Umfeld von Straupitz konzentrieren. Im Versorgungsbereich des Großen Fließes treten sie in beiden Szenarien in gleicher Intensität auf.

Das Feuchtgebiet schrumpft ausgehend vom Rand der Aue zusammen, während es gleichzeitig im Zentrum zu einer keilförmigen Aufgliederung in einen nördlichen und südlichen Teil kommt.

Der Wandel unterliegt einer zeitlichen Dynamik. Abb. 12 stellt über alle Zeitscheiben die Flächenanteile der Hydrototypen, die im Winter- und Sommerhalbjahr unter direktem Grundwassereinfluss stehen (+-Wasserstufen) dar. Diese Standorte nehmen mit 199 km² 73 % der modellierten Flächen des Spreewaldes ein. Im B2-Basisszenario gehen sie bereits in der zweiten Zeitscheibe zurück. In den folgenden Zeitscheiben gehen beide Szenarien von einem leichten Rückgang aus, der sich dann zunächst bis zur vierten Zeitscheibe stabilisiert und danach ab 2023 – 2027 stark zunimmt. Im B2-Basisszenario sind 2028 – 2032 die grundwasserbeeinflussten Standorte auf ca. 80 % ihres Ausgangswertes abgesunken. Der Grund ist eine für die Wasserversorgung des Spreewaldes ungünstige Konstellation aus klimabedingter Wasserverknappung und der Wasserförderung und Restlochbefüllung in den Tagebaurevieren der Lausitz (siehe TV 2.3). Nach einer zwischenzeitlichen Erholung ist dieser Zustand am Ende des Modellierungszeitraumes annähernd wieder erreicht.

In den Moorschutzszenarien wird angenommen, dass in den Gebieten mit Niedermoorböden der Grundwasserstand soweit angehoben wird, dass eine (weitere) Degradierung der Torfsubstanz unterbleibt. Dadurch steht in den übrigen Gebieten weniger Wasser zur Verfügung. Die Modellergebnisse zeigen jedoch kaum Unterschiede in der Hydrotopentwicklung im Vergleich zu den Szenarien ohne verstärkten Moorschutz. Das liegt daran, dass die Wasserstandsanhörungen zu gering sind, um großflächig die Klassengrenzen der Hydrototypen zu überwinden und dass die Absenkungen in den selben Staubeichen stattfinden, in denen auch ohne Moorschutz Versorgungsdefizite auftreten. In diesen Bereichen entstehen bereits grundwasserferne Hydrotope, in denen sich eine zusätzliche Absenkung nicht mehr auswirkt.

a) Referenzszenario



b) B2-Szenario

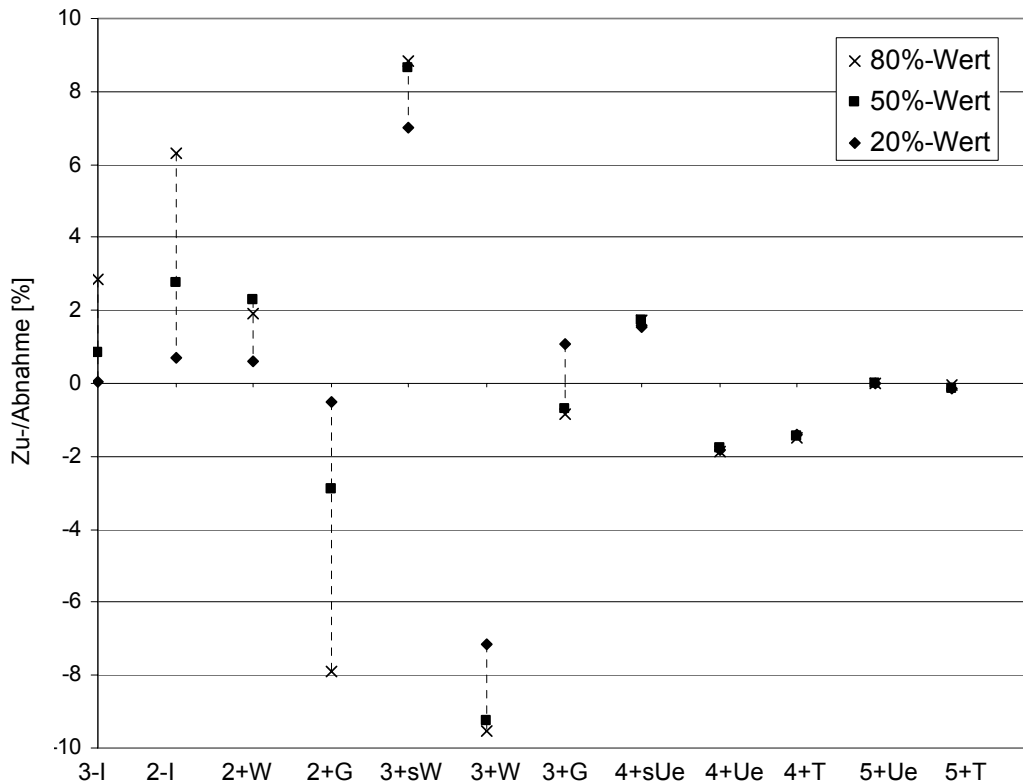


Abb. 11 Veränderung der Flächenanteile [%] der Hydrotypen zwischen den Zeitscheiben 2003-2007 und 2048 – 2053; a) Referenzszenario, b) B2-Basisszenario (Modellrechnungen mit den 80 %-, 50 %- und 20 % Werten der GW_{HT})

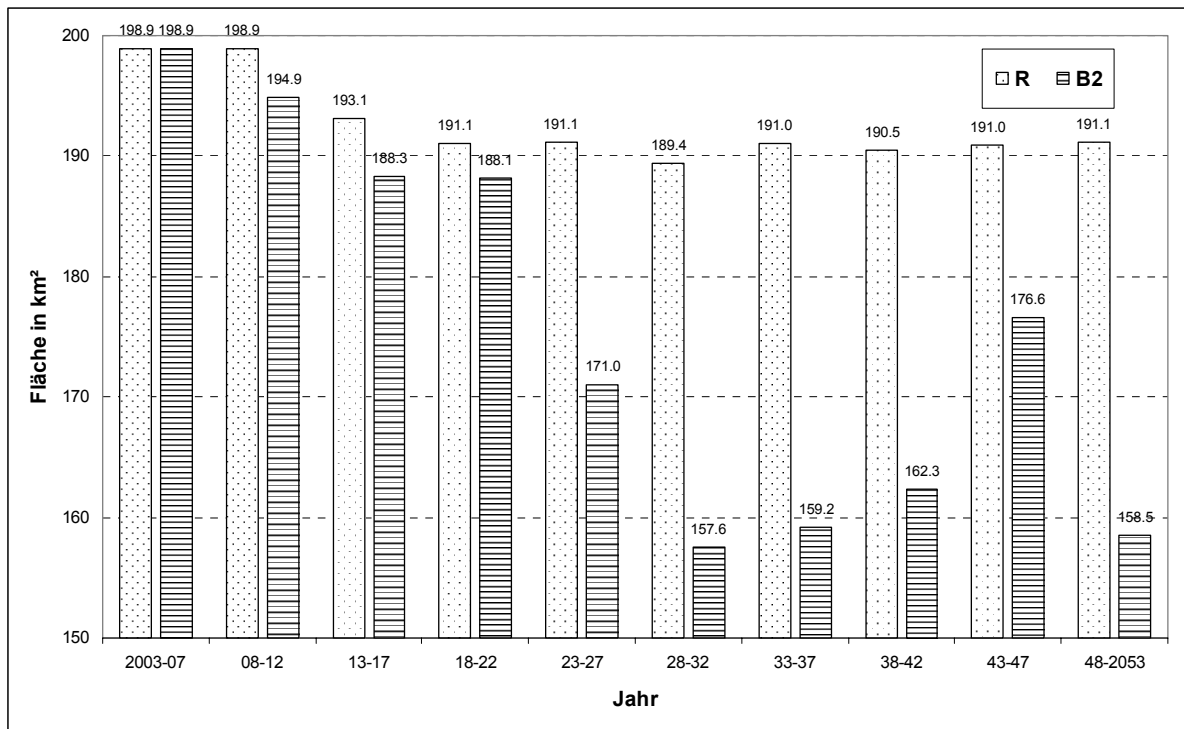


Abb. 12 Entwicklung des Flächenumfangs [km²] von Feuchtgebietstandorten mit ganzjährigem Grundwassereinfluss* im Spreewald bis 2053; R: Referenzszenario, B2: B2-Basisszenario.

(Modellrechnung mit den Mittelwerten der GW_{HT})

* Hydrotypen: 2+G, 3+G, 3+W, 4+T, 4+Ue, 5+T, 5+Ue

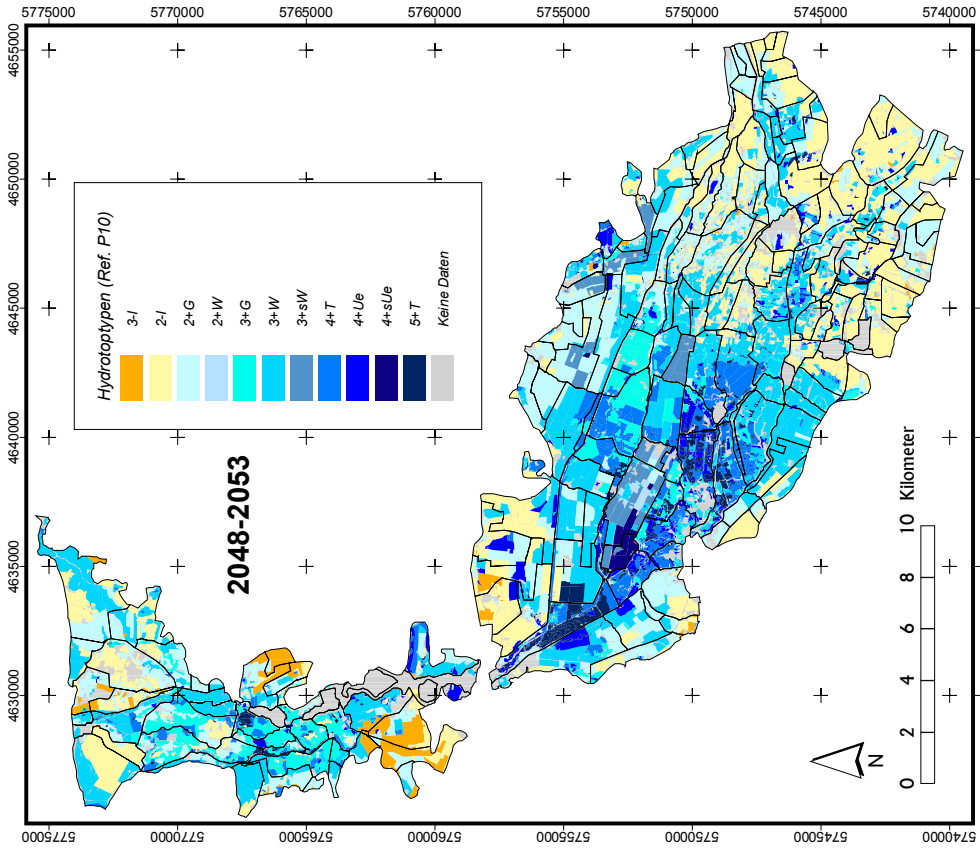
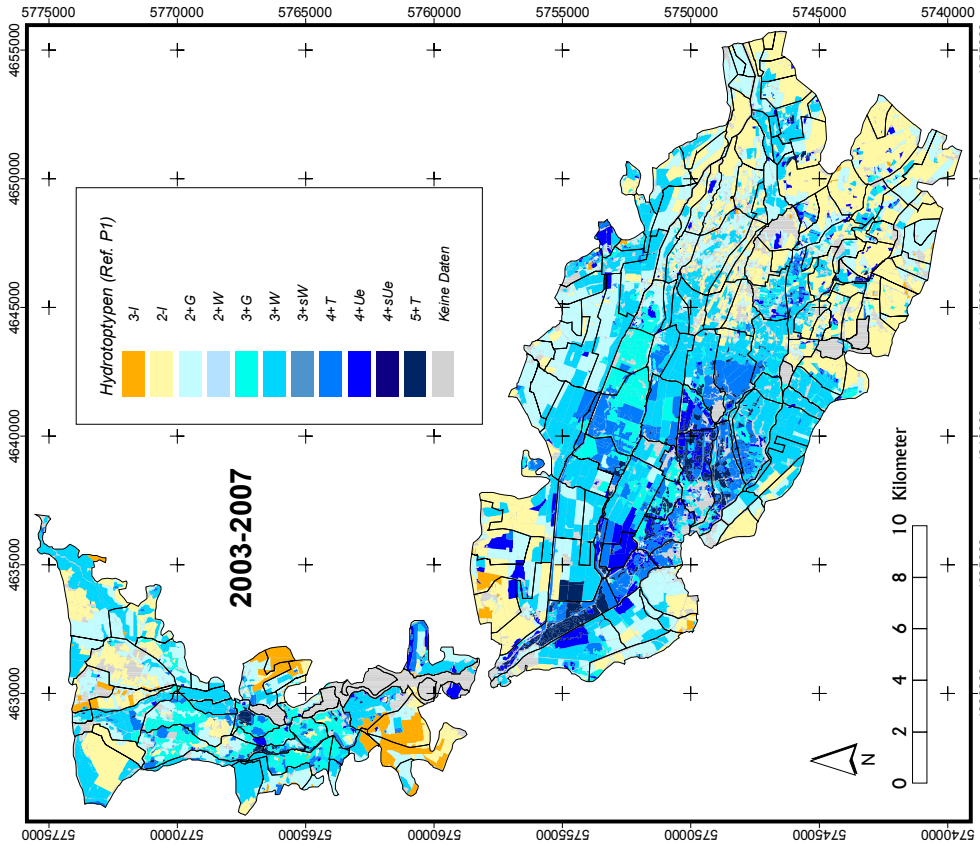


Abb. 13 Flächenanteile der Hydrotypen im Referenzszenario zu Beginn und am Ende des Modellierungszeitraumes;
 links: Zeitscheibe 2003 – 2007, rechts: Zeitscheibe 2048 – 2053
 (Modellrechnungen mit den Mittelwerten der GW_{HT})

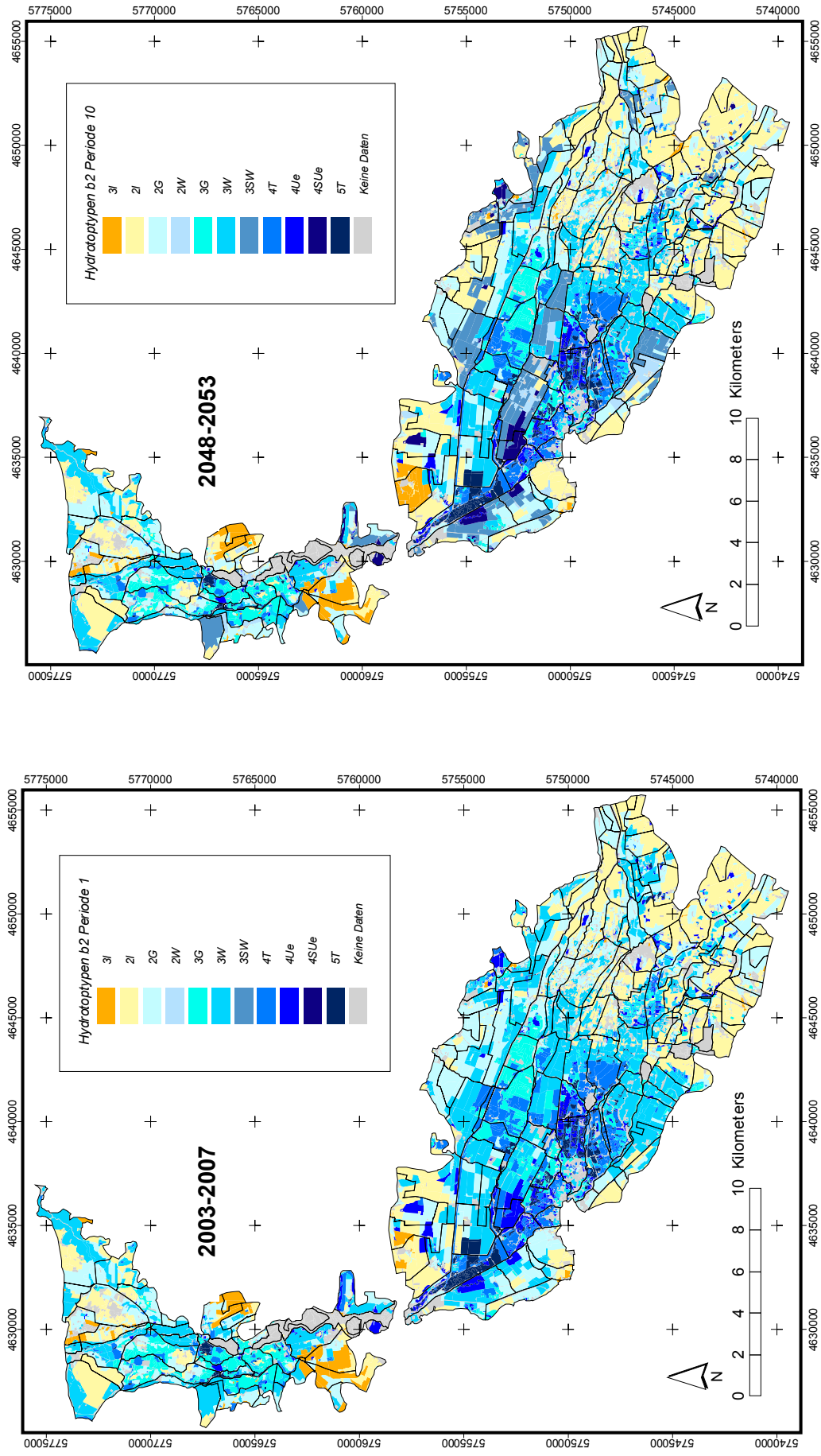


Abb. 14 Flächenanteile der Hydrotypen im B2-Basiszenario zu Beginn und am Ende des Modellierungszeitraumes;

links: Zeitscheibe 2003 – 2007 , rechts: Zeitscheibe 2048 – 2053
(Modellrechnungen mit den Mittelwerten der GW_{HT})

5.2.2 Veränderung der Vegetation und Futterqualität des Wirtschaftsgrünlandes

Für die Wasserbewirtschaftungsszenarien "Referenz" und "B2-Basis" wurde abgeschätzt, wie sich die Grünlandstandorte im Spreewald verändern und welche Folgen sich daraus für die Vegetation und Futterqualität ergeben.⁹ Es wurde angenommen, dass die Grünlandstandorte auch zukünftig wie heute bewirtschaftet werden. Die potenzielle Vegetation wurde aus den Standort- und Nutzungsbindungen der Vegetationseinheiten, die im Grünland-Ökogramm dargestellt sind (siehe Abb. 9), abgeleitet. Es wurde davon ausgegangen, dass die Grünlandvegetation bei sich ändernden Faktorenkonstellationen innerhalb der betrachteten 5-Jahreszeitscheiben ohne Zwischenstadien in andere Einheiten, die durch das Ökogramm definiert werden, übergeht.

Annähernd die Hälfte des Untersuchungsgebietes, 149 km², sind aktuelles oder potentielles Wirtschaftsgrünland.¹⁰ Die Grünlandbereiche sind zugleich von allen Biotoptypen am stärksten von Wasserstandsänderungen betroffen, weil sich die Wasserbewirtschaftung vor allem in den landwirtschaftlich genutzten Staubereichen ändert. Abb. 15 stellt die Veränderungen der Grünlandtypen als Vergleich ihrer Flächenanteile über alle Zeitscheiben der Modellierung dar. Es lassen sich drei wesentliche Entwicklungstrends festmachen:

1) Das **Grasland feuchter Standorte** nimmt am stärksten ab. Es ist mit dem Leit-Hydrotyp 3+W in die Modellierung eingegangen. Bis zur Zeitscheibe 2048 – 2053 haben sich im B2-Basiszenario auf 30 km² (= 37 % des Ausgangsbestandes) andere Hydrotypen eingestellt. Gleichzeitig nehmen stark wechselfeuchte bis –nasse Standorte (3+sW) um 24 km² zu. Dies sind Folgen der gerade im Sommer auftretenden Wasserdefizite. Bei den sich einstellenden stark wechselfeuchten bis –nassen Standorten reißt im Sommer der direkte Anschluss an das Grundwasser ab. In der aktuellen Vegetation fehlen mit Daten belegbare Beispiele für solche Bedingungen. Wahrscheinlich ist, dass die ökologischen Artgruppen der halbnassen (4+) und halbnassen bis feuchten Wasserstufen (4+ bis 3+) sowie die Artgruppen des Grund- und Stauwasserregimes (G) zurückgehen werden. Das betrifft die *Glyceria maxima*-, *Ranunculus flammula*-, *Caltha palustris*-, *Equisetum palustris*- und *Galium uliginosum*-Gruppe. Möglicherweise gehen darüber hinaus die Artgruppen zurück, deren Amplituden das Infiltrations-Wasserregime (I) nicht einschließen. Dazu zählen die *Juncus effusus*-, *Ranunculus repens*-, *Cirsium oleraceum* und *Cardamine pratensis*-Gruppe. Profitieren dürften Artgruppen mit weiten Amplituden (4+ bis 2-), die zugleich Zeiger eines Infiltrations-Wasserregimes sind, wie die *Agropyron repens*-, *Taraxacum officinale*-, *Lolium perenne*-, *Cirsium arvense*-, *Festuca rubra*- und *Bromus hordeaceus*-Gruppe. Diese Entwicklung könnte bei einer gleichbleibenden Bewirtschaftung mit einer Zunahme der Futterqualität einhergehen. So zeichnen sich die bestandsbildenden Gräser der potenziell zurück-

⁹ Die Szenarien zur Veränderung des Ertrages und zu den agrarökonomischen Konsequenzen sind Gegenstand des TV 2.8 - Ökonomie.

¹⁰ als aktuelles und potenzielles Wirtschaftsgrünland wurden die PEP-Biotoptypen der Codes 051 ... (vgl. Tab. 8) aufgefasst, d.h. alle als Weide und Wiese sowie als aufgelassenes Grasland und flächige Staudenflur kartierten Biotope.

gehenden Artgruppen durch eine geringere Futterqualität¹¹ aus als die der potenziell zunehmenden Arten¹². Auf der anderen Seite steigt durch die fehlende Grundwasseranbindung im Sommer die Gefahr trockenheitsbedingter Ausfälle des Masseertrages.

2) Das **Grasland frischer Standorte** (Leit-Hydrotoptyp 2+G) nimmt um 11 km² (= 20 % des Ausgangsbestandes) ab. Nur ein kleiner Anteil wandelt sich in Standorte um, die ganzjährig trocken sind (3-I). Hier werden die Trockenrasen-Arten zunehmen, und der Futterwert wird in die niedrigste Klasse absinken. Für den größeren Teil der ehemaligen 2+G-Standorte steht im Winterhalbjahr und zu Beginn der Vegetationsperiode kapillar aufsteigendes Grundwasser zur Verfügung. Im Sommer kann es jedoch zum Abreißen des Grundwasseraufstieges kommen. Die Artgruppen der feuchten Standorte und die Artgruppen, die nicht an ein reines Infiltrations-Wasserregime angepasst sind, wie die *Ranunculus repens*- und die *Juncus effusus*-Gruppe, werden zurückgehen und die Artgruppen, deren Amplitude bis in den mäßig trockenen Bereich reicht (vgl. Tab. 9), werden zunehmen. Hierdurch kann der Futterwert ebenfalls zunehmen. Bei gleichbleibender Bewirtschaftung werden jedoch nicht die Werte intensiv genutzter Grünländer (Futterwertklasse 1) erreicht. Dem geringfügigen qualitativen Anstieg steht auch hier die Gefahr trockenheitsbedingter quantitativer Einbußen beim Masseertrag gegenüber.

3) Die Standortbedingungen für das **Großseggen-Grasland** (Leit-Hydrotoptyp 4+T) werden durch das Absinken des Grundwasserspiegels auf 0,54 km² so ungünstig, dass die Artgruppen der halbnassen (4+) und halbnassen bis feuchten Standorte (4+ bis 3+) zurückgehen. Darunter sind auch die Großseggen insbesondere *Carex gracilis* und *Carex acutiformis*. Beide haben von den bestandsbildenden Arten die niedrigsten Futterwerte. BOCKHOLT (2001) gibt auf extensiv genutztem Feuchtgrünland für *Carex acutiformis* einen mittleren Futterwert von 4,7 MJ NEL kg⁻¹ TM.¹³ Die Bestände verändern sich in Richtung der Graslandvegetation feuchter Standorte. Die Futterwerte dürften damit um eine Klasse zunehmen. Auf Torf kann es zu Degradierungen und in der Folge zu quantitativen Ertragseinbußen kommen.

Bei allen Graslandtypen bewirken Wasserstandsänderungen nur geringfügige Veränderungen der Vegetation, die sich vor allem in der Abnahme der Feuchtezeiger und der Zunahme der Arten mit einer breiten hydroökologischen Amplitude äußert. Von größerer Bedeutung für die Grünlandvegetation und ihren Futterwert ist es, wenn mit einem Rückgang der Bodenfeuchte Nutzungsänderungen einhergehen. Die Nutzungszeitpunkte könnten vorverlagert und die -häufigkeit gesteigert werden. Erst dies führte zu stärkeren Veränderungen, z.B. dem Ablösen von Seggen durch Süßgräser oder dem Übergang von Rohrglanzgras-Grünländern in Weidelgras-Weißklee-Weiden mit besseren Ertragseigenschaften. Die Nutzungsänderun-

¹¹ *Ranunculus repens*-Gruppe: *Alopecurus pratensis*: 5,1 MJ NEL; *Phalaris arundinacea*: 5,5 MJ NEL; *Deschampsia cespitosa*: 5,7 MJ NEL; MJ NEL kg⁻¹ TM als Mittel von 11 im wöchentlichen Abstand ab dem 1. Mai genommen Proben (aus BOCKHOLT 2001).

¹² *Agropyron repens*-Gruppe: *Agropyron repens*: 6,2 MJ NEL; *Poa trivialis*: 5,8 MJ NEL; *Poa pratensis*: 6,5 MJ NEL, MJ NEL kg⁻¹ TM als Mittel von 11 im wöchentlichen Abstand ab dem 1. Mai genommen Proben (aus BOCKHOLT 2001).

¹³ als Mittel von 11 im wöchentlichen Abstand ab dem 1. Mai genommen Proben

gen und Ertragsgewinne sind als Optionen jedoch unsicher, weil auf der anderen Seite das Risiko sommerlicher Ertragsausfälle wächst (zur ökonomischen Modellierung siehe TV 2.8). Im Moorschutzszenario werden in einigen Staubereichen im inneren Oberspreewald die Stauziele so geregelt, dass die Flächen im Winter mehrheitlich überstaut sind (Ziel-1-Gebiete). Im Sommer steht das Grundwasser oberflächennah an. Vorgreifend auf die Ergebnisse der ökonomische Modellierung kann davon ausgegangen werden, dass dadurch der Druck zur Nutzungsauffassung der Flächen zunimmt. In der Vegetationsmodellierung wird daher simuliert, was passiert, wenn in diesen Bereichen die Grünlandnutzung ab der ersten Zeitscheibe 2003 – 2007 aufgegeben wird und stattdessen nur noch eine Pflegenutzung zur Verhinderung von Gehölzaufwuchs in mehrjährigem Turnus erfolgt (Abb. 16).

In den Modellregeln wird von einem Übergang von Wirtschaftsgrünland i.e.S. in Stauden-, Seggen- und Röhrichtarten dominierten Formationen nach fünf bis zehn Jahren ausgegangen. In der 5. Zeitscheibe (2023 – 2027) werden im B2-Basisszenario die Feuchtgrünlandbestände durch den verstärkten Niedermoorschutz um weitere 7 km² zurückgehen. Damit wären 37 km² oder 46 % des Ausgangsbestandes bedroht. Das Grünland frischer Standorte geht um weitere 1,7 km² (20 % statt 16 % des Ausgangsbestandes) zurück. Die weitere Entwicklung bis zur 10. Zeitscheibe (2048 – 2052) wird dann durch zunehmende Wasserdefizite wie im B2-Basisszenario ohne verstärkten Moorschutz bestimmt.

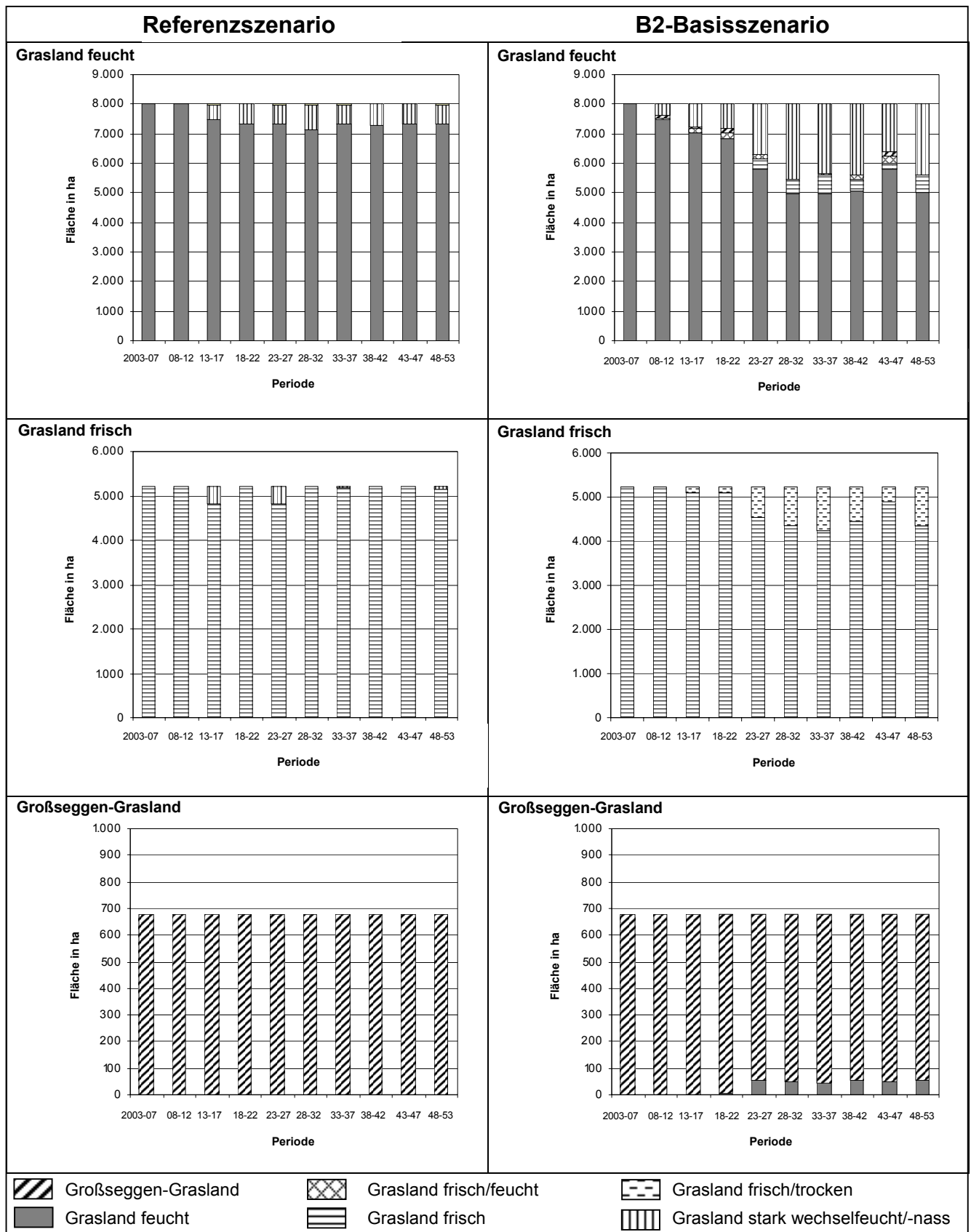


Abb. 15 Veränderungen der Graslandtypen des Spreewaldes [ha] in 5-Jahreszeitscheiben bis 2053;
 links: Referenzszenario, rechts: B2-Basisszenario
 (Modellrechnungen mit den Mittelwerten der GW_{HT})

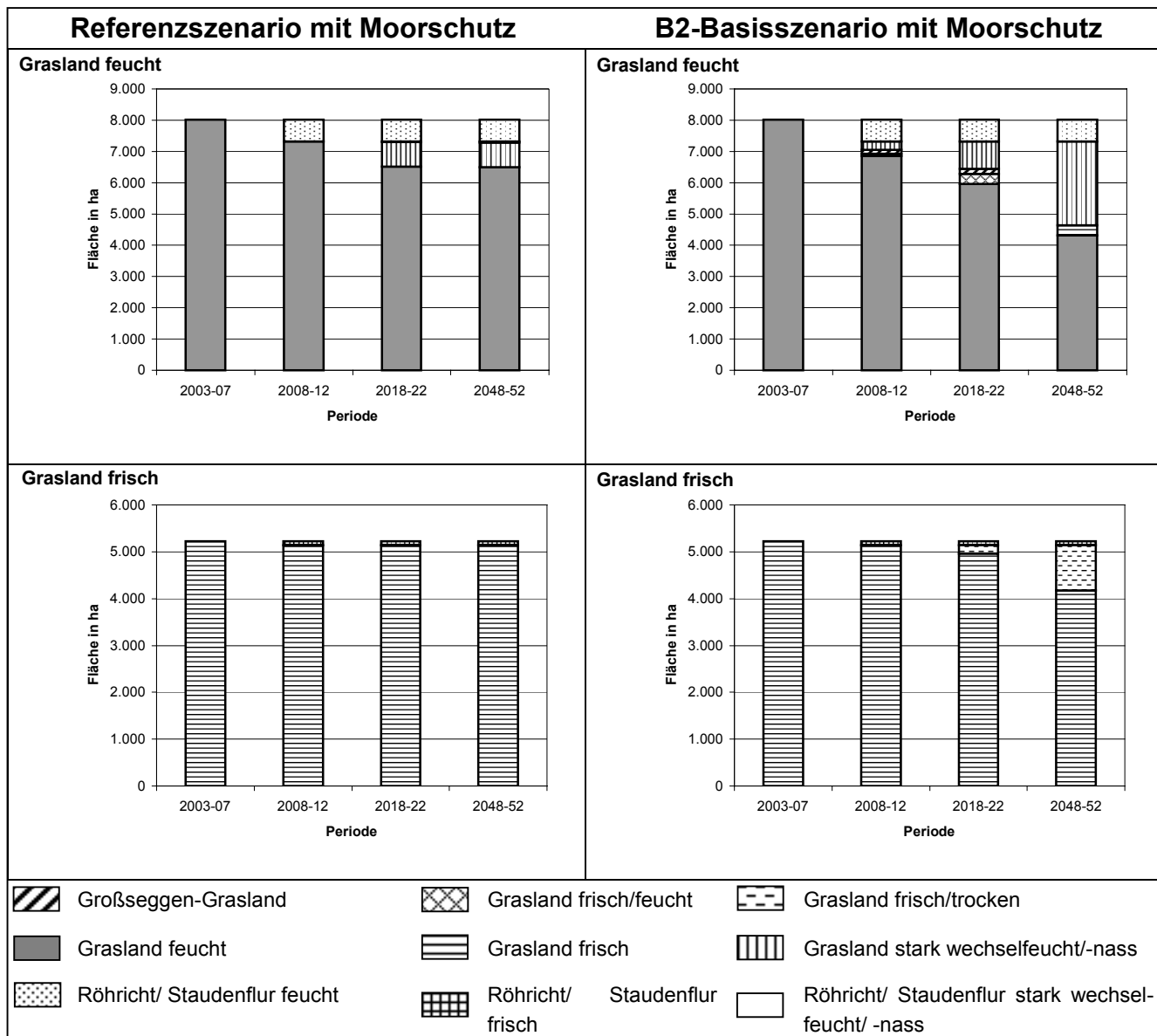


Abb. 16 Veränderungen der Graslandtypen des Spreewaldes [ha] in 5-Jahreszeitscheiben bis 2053; links: Referenzszenario mit Moorschutz, rechts: B2-Basisszenario mit Moorschutz (Modellrechnungen mit den Mittelwerten der GW_{HT})

5.2.3 Veränderung der Feuchtwälder und -forsten

Die Entwicklung der Wälder und Forsten wurde für die Zeitscheiben 2008 – 12, 2018 – 22 und 2048 – 52 modelliert. Es wurde über den gesamten Zeitraum eine gegenüber heute unveränderte Nutzung angenommen. Als Grundlage für die Ableitung der Vegetationsentwicklung dienen die Standorts- und Nutzungsbedingungen der Vegetationseinheiten. Diese sind im Ökogramm der Wald- und Forstgesellschaften (Abb. 10) dargestellt. Es wurde angenommen, dass bei veränderten hydroökologischen Bedingungen die Vegetation ohne Zwischenstadien innerhalb der betrachteten Zeitscheiben (mindestens 10 Jahre) in andere Einheiten übergeht. Dabei ist anzumerken, dass die Definition der Biotoptypen sich in erster Linie an der krautigen Vegetation orientiert, die schneller als die Gehölzvegetation auf Standortveränderungen reagiert. Für Gehölze ist der Feuchtegrad insbesondere zum Zeitpunkt der Etablierung im Bestand ausschlaggebend. Veränderte ökohydrologische Bedingungen spiegeln sich daher in erster Linie in der Gehölzverjüngung wider. In den älteren Baumschichten kann die Artenzusammensetzung dagegen noch lange unverändert bleiben.

Insgesamt sind die Wälder und Forsten deutlich weniger von einem verringerten Wasserdargebot betroffen als das Wirtschaftsgrünland. Die Veränderungen in den Szenarien konzentrieren sich im wesentlichen auf zwei Biotopkomplexe:

1. Die **feuchten Erlen-Eschen-Wälder** sowie die **feuchten Erlen- und Pappel-Forste** bilden zusammen den größten Teil der Niederungswälder des Spreewaldes. Zusammen besiedeln sie 1918 ha der Niederung (ca. 6 % der Gesamtflächen). Aufgrund der sehr großen floristische Übereinstimmung in der krautigen Vegetation können die feuchten Pappel- und Erlenforste als potentielle Standorte der Erlen-Eschen-Wäldern angesehen werden. Der überwiegende Teil (1277 ha) wird von den feuchten Erlen-Eschen-Wäldern gebildet. Die größten zusammenhängenden Flächen der feuchten Erlen-Eschen-Wälder und -Forste sind im Unterspreewald zu finden. Weitere Bestände befinden sich im Oberspreewald insbesondere im Hochwald sowie in der Umgebung von Lübbenau. Die feuchten Pappel-Forste konzentrieren sich auf den inneren Oberspreewald. Zu einem großen Teil befinden sich diese außerhalb der geschlossenen Waldbestände. Anhand der Vegetationsanalyse wurden alle oben genannten Biotoptypen die Traubenkirschen- und Brennessel-Sumpfschilf-Erlen-Eschen-Wälder als Leitvegetationsform mit dem Hydrotyp 3+G zu Grunde gelegt. Auf diesen Standorten liegt die Grenze des dauerhaften Grundwassereinflusses in etwa im Bereich der Untergrenze des Hauptwurzelraumes. Für an Feuchte angepasste Arten ist Wasser ganzjährig direkt verfügbar. Eine Absenkung des Grundwasserstandes auf ein Niveau, das dauerhaft nur noch den unteren Wurzelraum erreicht, hat zur Folge, dass der Hauptwurzelraum nur noch über den kapillaren Aufstieg mit Wasser versorgt wird. Diese nun mehr frischen Bedingungen führen zu einer Abnahme bzw. einem Verschwinden der typischen Feuchtezeiger. Es ist ein verstärktes Auftreten typischer Frischezeiger wie *Milium effusum*, *Galium odoratum*, *Stachys sylvatica*, *Polygonatum multiflorum*, *Lamium galeobdolon*, *Brachypodium sylvaticum*, *Moeringia trinervia* und *Anemone nemorosa* zu erwarten. Diese Bestände entwickeln sich damit zu Flattergras-Erlen-Eschen-Wäldern, die dem Biotyp der feuchten Eichen-Hainbuchen-Wälder zugeordnet werden. Im Referenzszenario bleiben die Bestände in ihrem heutigen Zustand weitgehend erhalten. Beim B2-Basisszenario ist bei den feuchten-Erlen-Eschen-Wäldern mit einem Rückgang von etwa 8 % bis 2052 zu rechnen. Diese Entwicklung konzentriert sich auf kleinere Bestände in den Randbereichen insbesondere des Oberspreewaldes.

waldes sowie auf die Stauabsenkung Nord. Bei den feuchten Erlen-Forsten ist bei beiden Szenarien ein Rückgang von mehr als 13 % zu erwarten. Bei den feuchten Pappel-Forsten liegt der Anteil beim B2-Basis- bei 26 % bzw. beim Referenzszenario bei 21 %. Die vergleichsweise starken Veränderungen der Forstbestände liegen in deren räumlicher Lage begründet. Ein hoher Anteil befindet sich in der Stauabsenkung Nord. Dieser Bereich ist bei beiden Szenarien von einer Grundwasserabsenkung betroffen.

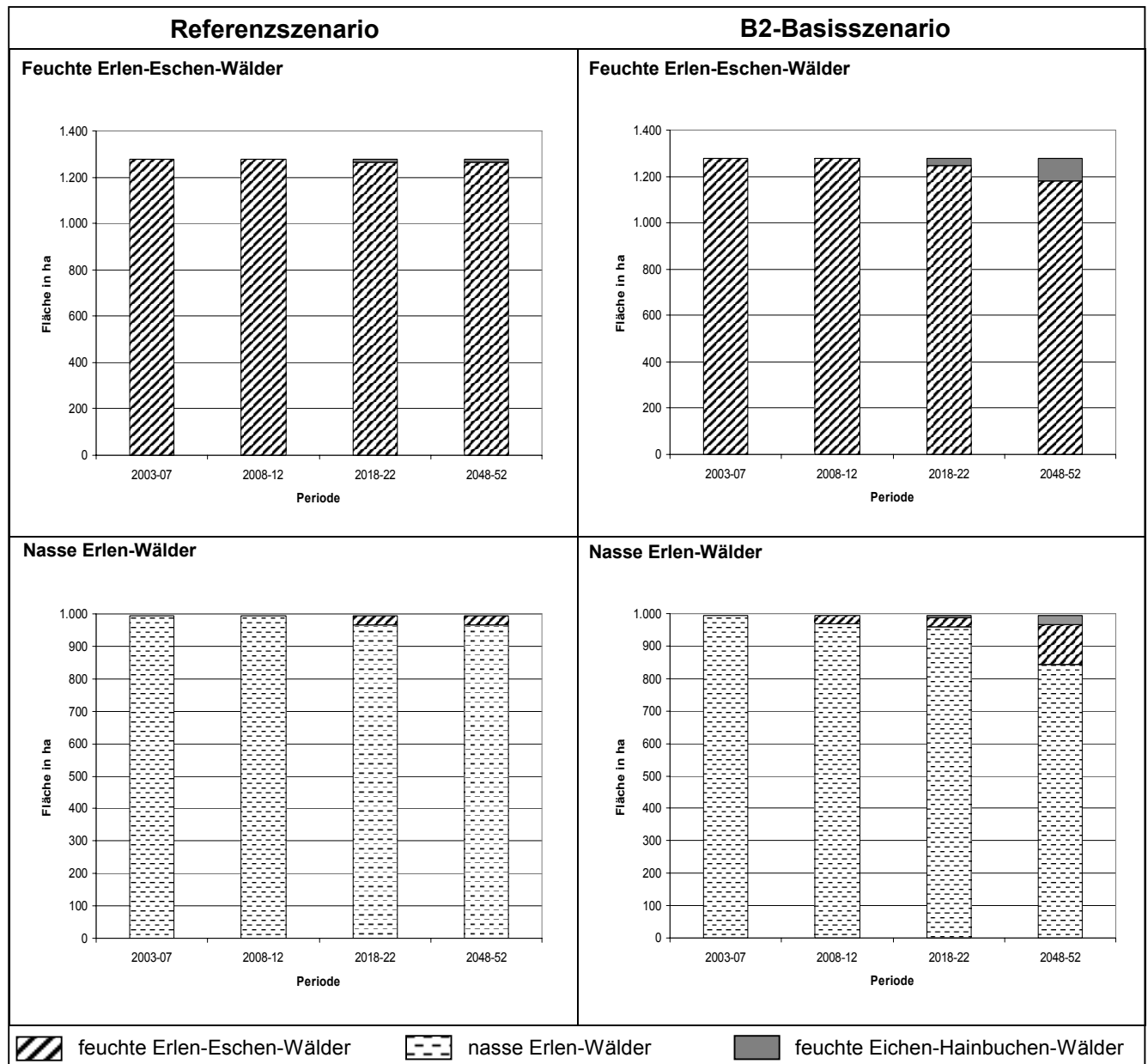


Abb. 17 Veränderungen der Waldtypen des Spreewaldes [ha] in den Zeitscheiben 2003-07; 2008-12; 2018-22 und 2048-2052; links: Referenzszenario, rechts: B2-Basiszenario (Modellrechnungen mit den Mittelwerten der GW_{HT})

2. Nasse Erlen-Wälder und -Forste nehmen nach den **feuchten Erlen-Eschen-Wäldern** und **-Forsten** die größte Fläche der Waldbiotoptypen in der Spreewaldniederung ein. Sie konzentrieren sich in erster Linie auf den Hochwald und auf die Waldbestände um Lübbe-

nau. Kleinere Bestände sind auch im Unterspreewald zu finden. Zusammen bedecken beide Biootypen eine Fläche von 1123 ha (ca. 3,5 % der Gesamtfläche), wovon 995 ha auf die feuchten Erlenwälder entfallen. Auf Grund des sehr hohen Anteils an Charakter- und Differenzialarten der Erlenbruchwälder werden die nassen Erlen-Forste als potentielle Standorte der nassen Erlen-Wälder angesehen. Als Leitvegetationsform wurden für die genannten Biootypen Walzenseggen- bzw. Schwertlilien-Erlen-Wälder mit dem Hydrotyp 4+T bestimmt. Das heißt, es handelt sich um Standorte mit stark oberflächenwirksamem Grundwasser. Der größte Teil des Hauptwurzelraums ist ständig nass. Bei einer Absenkung des Wasserpegels unterhalb des Hauptwurzelraums ist das Verschwinden der nässezeiger Arten *Peucedanum palustre*, *Myosotis palustris* agg. und *Glyceria maxima*, *Thelypteris palustris*, *Carex elongata* und *Solanum dulcamara* anzunehmen. Zu erwarten ist weiterhin die Zunahme der bereits in den Beständen vorhandenen typischen Feuchtezeiger insbesondere von *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Carex acutiformis*, *Eupatorium cannabinum* und *Iris pseudacorus*. Aufgrund dessen ist von der Entwicklung zu feuchten Erlen-Eschen-Wäldern und -Forsten auszugehen. Diese Veränderungen finden überwiegend im Oberspreewald statt und konzentrieren sich dort auf die Stauabsenkung Nord im B2-Basisszenario auch auf den Polder Koppainz. Bis 2050 ist von einem Rückgang der heutigen nassen Erlen-Wälder von ca. 3 % im Referenz- bzw. 12 % im B2-Basisszenario auszugehen. Bei den nassen Erlen-Forsten ist der Rückgang geringer (0 % im Referenz- bzw. 3 % im B2-Basisszenario).

Abb. 17 verdeutlicht die potenzielle Entwicklung der heutigen Bestände der für den Naturschutz bedeutungsvollen nassen Erlen-Wälder und feuchten Erlen-Eschen-Wälder. Auf Wassermangel zurückzuführende Veränderungen der Wälder spielen im Vergleich zum Grasland auch beim B2-Basisszenario eine untergeordnete Rolle (vgl. Abb. 15). Die großen zusammenhängenden Waldflächen bleiben weitgehend verschont. Veränderungen erfolgen vor allem bei den kleineren Waldbeständen in den Randlagen der Niederung und in der Stauabsenkung Nord.

Die veränderte Wasserbewirtschaftung im Moorschutzszenario beeinflusst die modellierte Entwicklung der potenziellen Waldvegetation nicht.

5.2.4 Szenarien zur Entwicklung der besonders schutzwürdigen Landschaftsbestandteile

Das Modul ERAW zur naturschutzfachlichen Risikoanalyse im VEGMOS ist so angelegt, dass es durch leicht variierbare Abfragerregeln im GIS die Flächen (Biotope und Staubereiche), in denen Gefährdungen schutzwürdiger Landschaftsbestandteile zu erwarten sind, für alle 5-Jahres-Zeitscheiben bis 2053 ausgeben kann. Damit können die Entscheidungen der Stakeholder für oder gegen Wasserbewirtschaftungsvarianten gestützt werden.

In Abb. 18 sind die Gefährdungen der besonders schutzwürdigen Landschaftsbestandteile zusammengefasst für die Staubereiche des Spreewaldes dargestellt. Wenn mehr als 1 % der Staubereichsfläche oder mehr als 1 Vorkommen einer Roten-Liste-Art gefährdet sind, wurde der betroffene Staubereich insgesamt als gefährdet ausgewiesen.¹⁴

Die im Vergleich der ersten und der letzten Szenario-Zeitscheibe bereits im Zusammenhang mit der Veränderung der Hydrotöpfe skizzierten räumlichen Schwerpunkte (Kap. 5.2.1) werden auch hier erkennbar. Wiederum sind die Veränderungen im B2-Basiszenario größer als im Referenzszenario. Es werden jedoch Unterschiede zwischen den Schutzgütern sichtbar: Semiterrestrische Standorte und ihre Vegetation sind in nahezu allen Staubereichen, in denen das ARCGRM-Spreewald Änderungen der Wasserstände vorhersagt, gefährdet (Abb. 18a), weil im überwiegenden Teil der Staubereiche diese Standorttypen vorkommen (Abb. 6). Es werden die Gefährdungsrichtungen sichtbar, die einerseits vom Rand des Feuchtgebietes und andererseits vom Zentrum, dem Versorgungsbereich des Großen Fließes, ausgehen. Die aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes besonders wertvollen Bereiche konzentrieren sich vor allem auf die Kerngebiete und die Pflege- und Entwicklungszonen des Biosphärenreservates (Abb. 6), in denen die Grundwasserstände gegenüber heute weitgehend unverändert bleiben. Dennoch gibt es auch in den am Rand gelegenen Staubereichen wie bei Koppainz, südlich von Straupitz oder im Versorgungsbereich des Großen Fließes sehr wertvolle Biotoptypen wie Großseggen-Wiesen oder Erlenbruchwälder, die zukünftig, vor allem im B2-Basiszenario, durch absinkende Grundwasserstände gefährdet werden. Die gleichen Risiken gelten in diesen Bereichen für die Elemente erhaltenswerter Landschaftsbildtypen und die Vorkommen von Arten der Roten Liste Brandenburgs. Das Gefährdungsausmaß variiert im Modellierungszeitraum (Abb. 19). Bei allen Schutzgütern ist erst ab der dritten Zeitscheibe ab 2013 eine starke Gefährdungszunahme zu erwarten. In beiden Szenarien folgt dann eine Phase konstanten Gefährdungsniveaus. Ab der 5. Zeitscheibe (2023 – 2027) nimmt die Gefährdung der Schutzgüter stark zu und erreicht einen Höhepunkt, der nach leichter Abschwächung dann in der letzten Zeitscheibe, die 2053 endet, wiederum nahezu erreicht wird. In den Berechnungsvarianten unter Annahme mittlerer Empfindlichkeiten (50 %-Wert) ist im Referenzszenario zu erwarten, dass im Maximum 3 bis 4 % der sehr wertvollen Biotope bzw. der Elemente besonders erhaltenswerter Landschaftsbildtypen gefährdet sind, während dies von den Vorkommen der Rote-Liste-Arten weniger als 1 % sind. Im B2-Basiszenario ist der Flächenanteil der gefährdeten ästhetischen und biotischen

¹⁴ Auf dieser Ebene können räumliche Risiko-Schwerpunkte im gesamten Spreewald ermittelt werden. Auf einer detaillierteren, den einzelnen Staubereich betrachtenden Ebene sind darüber hinaus Fragen zu klären wie: in welche Richtung geht die Entwicklung, welche neue Vegetation stellt sich ein und wie ist diese zu bewerten, wie relevant ist die Veränderung eines (einzelnen) Landschaftselementes für einen größeren Landschaftsausschnitt etc. (siehe Kap. 5.2.2 und 5.2.3)

Schutzgütern mit 10 bzw. 13 % etwa 3 bis 4 mal so hoch. Hier sind im Maximum 7 % der Vorkommen der Rote-Liste-Arten gefährdet.

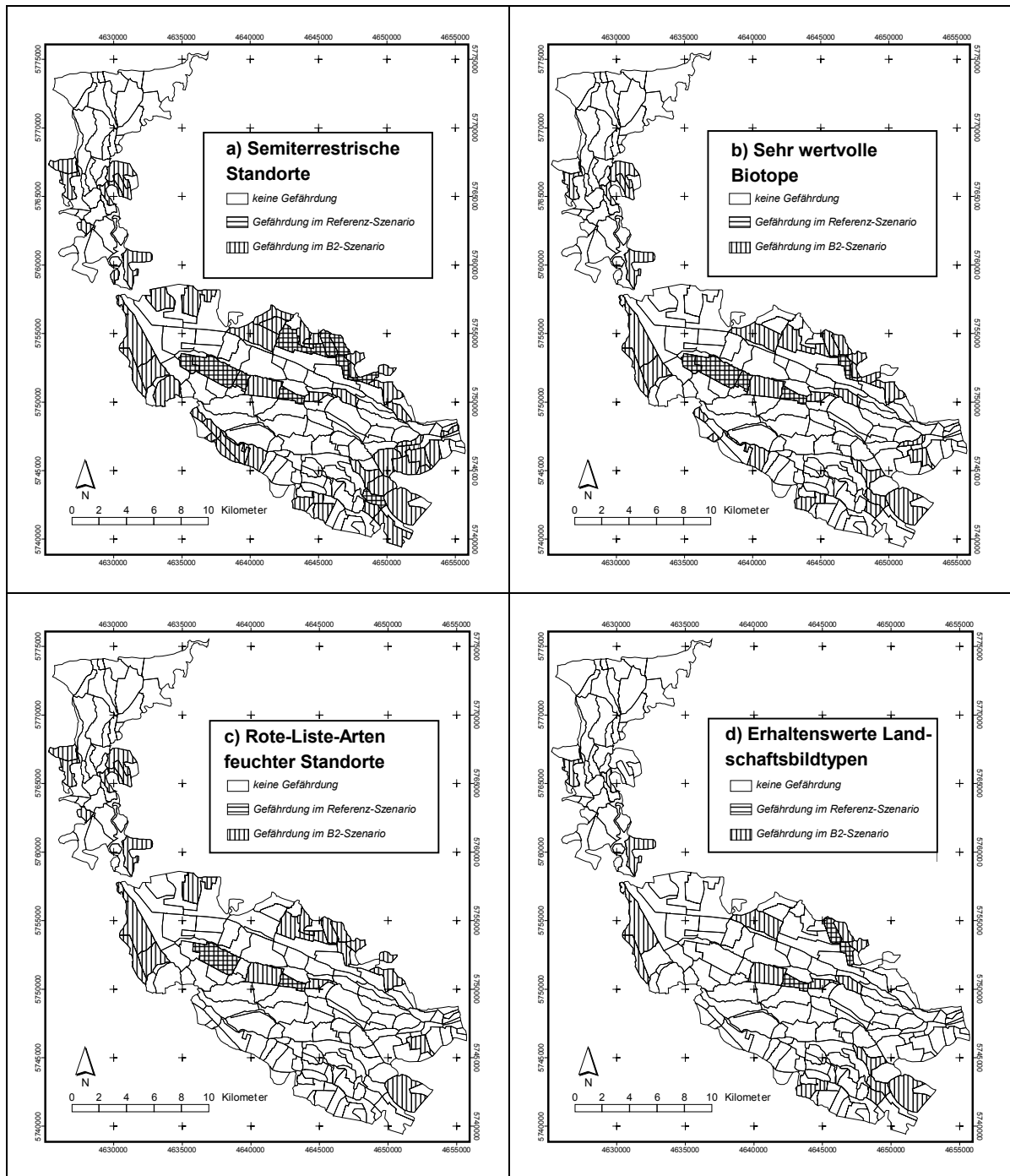


Abb. 18 Staubereiche des Spreewaldes, in denen eine Gefährdung besonders schutzwürdiger Landschaftselemente zu erwarten ist.

- a) Semiterrestrische Standorte (Klassifizierung nach Wasserstufen, SUCCOW & JOOSTEN 2001)
 - b) Sehr wertvolle Biotope (Wertstufe des PEP, LAGS 1996)
 - c) RL (=Rote-Liste)-Arten feuchter Standorte (Klassifizierung nach BENKERT & KLEMM 1993)
 - d) Erhaltenswerte Landschaftsbildtypen (Wertstufe des LRP, MUNR 1998)
- (Modellrechnung ERAW für eine mittlere Empfindlichkeit der Leitvegetation/Arten).

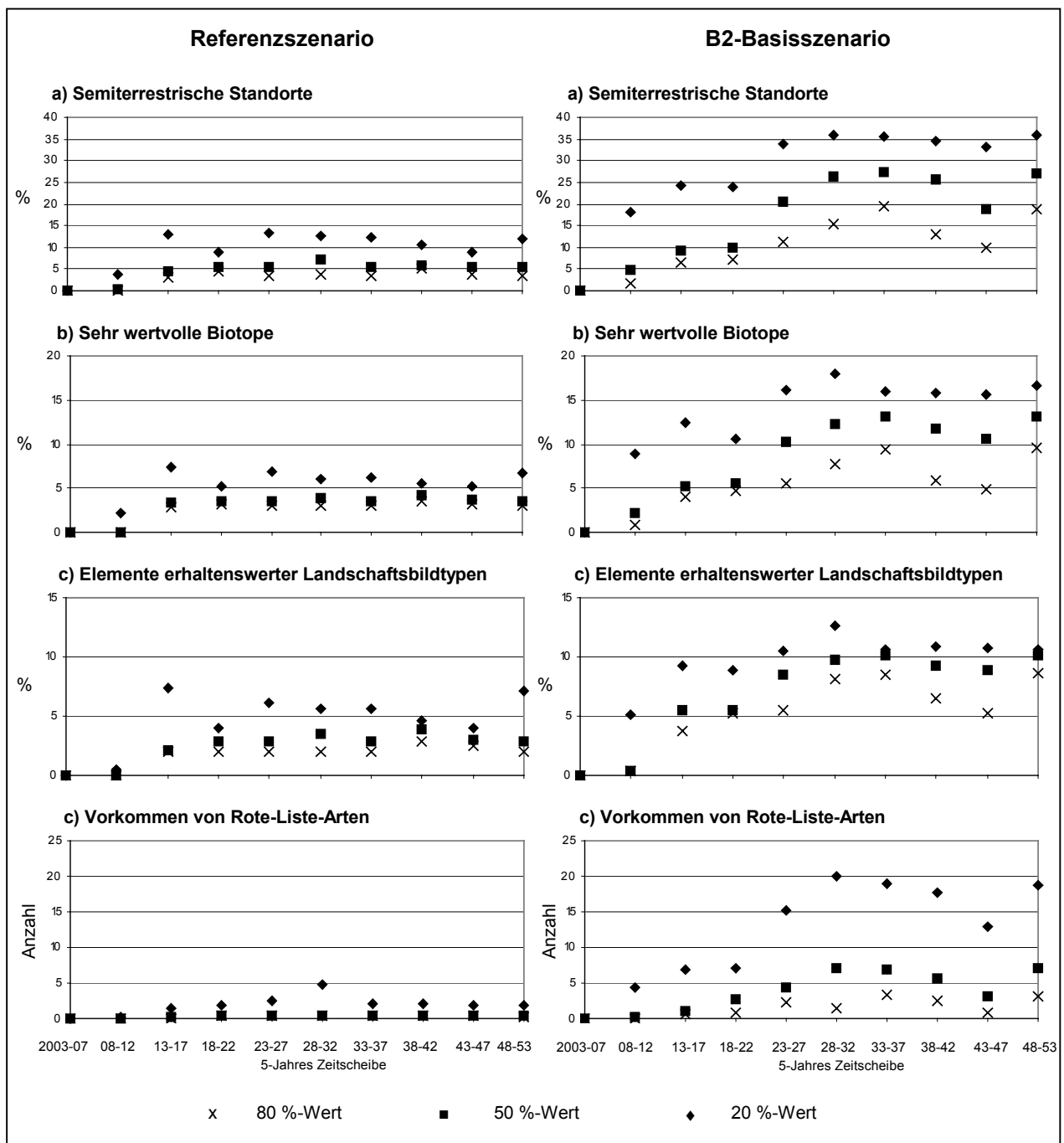


Abb. 19 Gefährdung besonders schutzwürdiger Landschaftselemente im Spreewald bis 2053 in % des Gesamtbestandes bzw. Anzahl an Vorkommen.

- a) Semiterrestrische Standorte (18850 ha = 100 %)
- b) Sehr wertvolle Biotope (Wertstufe des PEP) (4472 ha = 100 %)
- c) Elemente erhaltenswerter Landschaftsbildtypen (Wertstufe des LRP) (6037 ha = 100 %)
- d) Vorkommen von Rote-Liste-Arten feuchter Standorte (1475 = 100 %).

(Modellrechnungen ERAW für hohe (20 %) mittlere (50 %) und niedrige (80 %) hydroökologische Empfindlichkeiten der Leitvegetation/Arten)

5.2.5 Invasion von Neophyten

Zwar gibt es keine allgemeingültigen Regeln, die sichere Prognosen über den Verlauf biologischer Invasionen erlauben (WILLIAMSON 1996, 1999). Bestimmte Art- und Umwelteigenschaften machen eine Invasion jedoch wahrscheinlicher (KOWARIK 2003). Für die aus Sicht des Naturschutzes und der Forstwirtschaft als problematisch angesehenen Neophyten *Robinia pseudoacacia* (Robinie) und *Impatiens glandulifera* (Indisches Springkraut) ist das Risiko einer weiteren Ausbreitung erhöht, wenn in Reichweite der bereits heute vorhandenen Bestände durch Änderung des Wasserhaushaltes günstige Umweltbedingungen für die Arten entstehen. Im Fall der **Robinie** ist das in solchen Staubereichen der Fall, in denen die sommerlichen Grundwasserstände absinken und sich aus den ehemals für die Robinie ungünstigen ganzjährig grundwasserbeeinflussten semiterrestrischen Böden terrestrische Hydrotöpfe ohne unmittelbaren Grundwassereinfluss entwickeln (Hydrotöpfe 2-I, 3-I). Die Invasibilität ist dann besonders hoch, wenn in der Nähe Robinienbestände vorhanden sind. Abb. 20 (links) zeigt, dass diese Bereiche im B2-Basisszenario zunehmen. Ein weiteres Vordringen der heute noch auf die Randbereiche beschränkten Robinien ins Innere des Spreewaldes wird möglich. Für eine tatsächliche Etablierung sind darüber hinaus weitere Faktoren ausschlaggebend, insbesondere Störungen des Oberbodens, die eine Etablierung von Keimlingen ermöglichen. Die Diasporen des **Indischen Springkrautes** werden vor allem durch Fließgewässer verbreitet. Daher sind unterhalb der aktuellen Bestände flussabwärts gelegene Staubereiche besonders gefährdet. Die Invasibilität der Biotope nimmt zu, wenn, wie im Moorschutzszenario angenommen, die winterliche Überflutungsdynamik zunimmt und die sommerlichen Grundwasserstände angehoben werden. Eine indirekte Folge wird sein, dass die Nutzungsattraktivität der Grünländer in diesen Bereichen abnimmt. Fallen diese Flächen brach, ist das Eindringen von *Impatiens* wahrscheinlich. Abb. 20 (rechts) zeigt die Staubereiche mit erhöhter Invasibilität, ausgehend von den beiden Verbreitungszentren im Raum Burg und Gebiet Lübbenau/Lehde. Weitere, nicht berücksichtigte Vorkommen im Oberen und Unteren Spreewald sind darüber hinaus wahrscheinlich. Im Gegensatz zum Ausbreitungsmuster der Robinie nehmen die Bestände des Indischen Springkrautes in den inneren Bereichen des Feuchtgebietes zu. Obwohl im B2-Basisszenario und im Moorschutzszenario in Teilgebieten die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt konträr sind, nimmt bei beiden die Invasibilität für problematische Neophyten zu. Allgemein wird eine Zunahme der Umweltdynamik als Folge des Globalen Wandels als begünstigend für biologische Invasionen angesehen. Dabei ist das Augenmerk nicht nur auf Gefäßpflanzen zu legen. Auch pathogene Mikroorganismen können begünstigt werden. Es wird vermutet, dass das neuartige Erlensterben, das auch den Spreewald erfasst hat, durch eine erhöhte Wasserstandsdynamik begünstigt wird (WERRES et al. 2001). Auslöser sind pilzähnliche Mikroorganismen aus der Gattung *Phytophthora*, die vermutlich durch Hybridisierung mit neobiotischen Sippen hervorgegangen sind (BRASIER et al. 1999). Großflächig zusammenbrechende Erlenbestände schaffen wiederum neuen Lebensraum für Neophyten. Mit der zunehmenden Erwärmung infolge des Klimawandels können weitere Pflanzenarten aus wärmeren Klimaregionen einwandern. Der große Neophytenreichtum der Städte wird unter anderem auf die Wärmeinseln innerhalb der Städte zurückgeführt (KOWARIK 2003). Auch im Bereich der Äcker profitieren Arten vom klimatischen Wandel, die höhere Keimungstemperaturen benötigen. Noch kaum absehbar, jedoch von größter Bedeutung sind die Folgen des Nutzungswandels, z.B. durch den Rückzug der Grün-

landwirtschaft, dessen mögliche Folgen beispielhaft für *Impatiens* beschrieben wurden, oder durch den Anbau neuer Kulturarten, z.B. nachwachsender Rohstoffe.

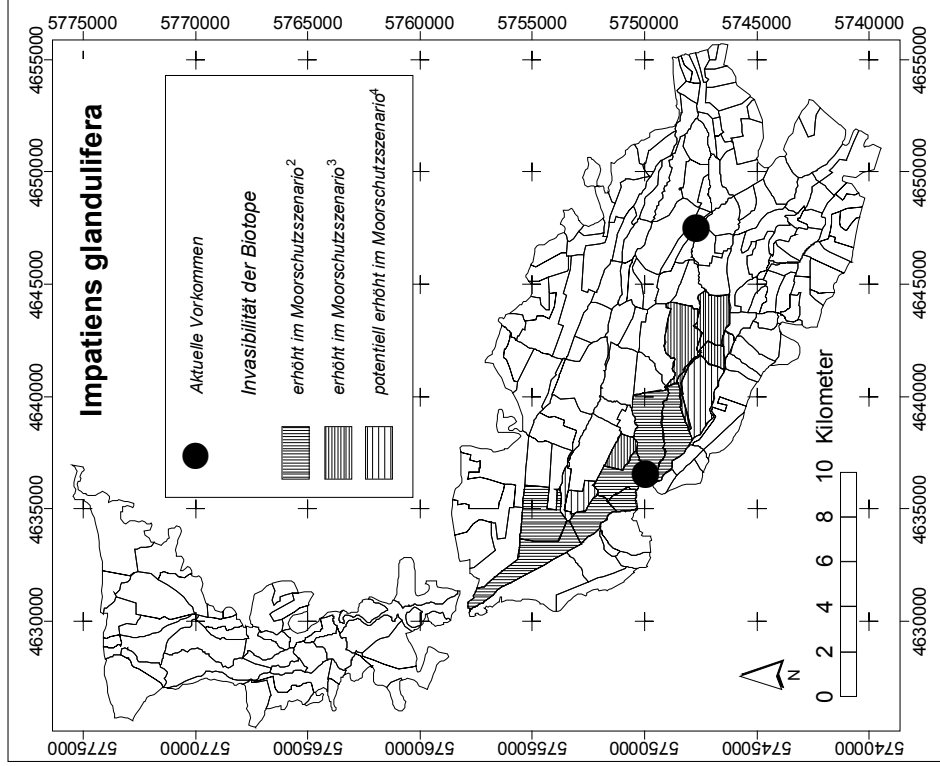
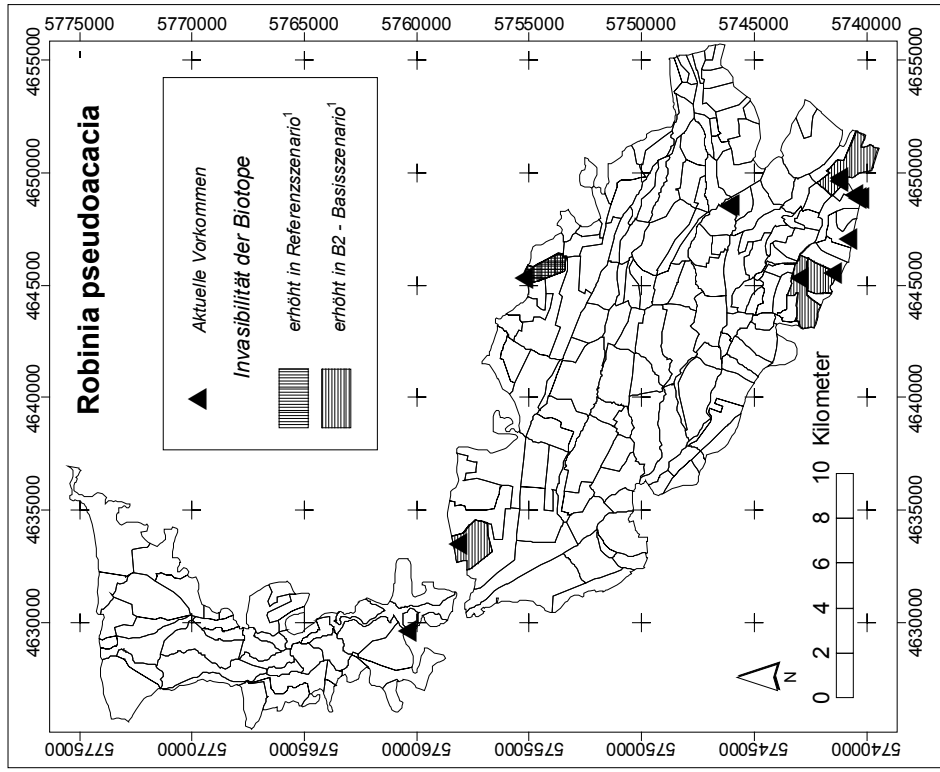


Abb. 20 Staubereiche mit erhöhter Invasibilität für ausgewählte Neophyten (*Robinia pseudoacacia*, *Impatiens glandulifera*)

Voraussetzung:

- ¹ Umwandlung von semiterrestrischen in terrestrische Hydrotope + Nähe zu aktuellen Vorkommen
- ² erhöhter Grundwasserstand/Überstauung + Gefahr einer Nutzungsaufgabe + Gewässeranbindung an aktuelle Vorkommen in Lübbenau/Lehde
- ³ erhöhter Grundwasserstand/Überstauung + Gefahr einer Nutzungsaufgabe + Gewässeranbindung an aktuelle Vorkommen in Burg
- ⁴ erhöhter Grundwasserstand/Überstauung + Gefahr einer Nutzungsaufgabe + Gewässeranbindung an aktuelle Vorkommen nicht bekannt

6 Schlussfolgerungen

6.1 Vorschläge für ein Handlungskonzept zur nachhaltigen Sicherung der Schutzgüter im Spreewald

Die Szenarien haben deutlich gemacht, dass die Umweltdynamik im Spreewald zunehmen wird. Die Folgen für die Biodiversität sind nicht eindeutig. Je nach räumlicher Perspektive kann ihre Beurteilung unterschiedlich ausfallen: die Einengung der Aue auf ihre Kernbereiche im B2-Basiszenario führt zum Verlust feuchtgebietstypischer Vegetation. Im Falle seltener Arten können davon auch die letzten Vorkommen im Gebiet betroffen sein, so dass die Artenvielfalt lokal abnimmt. Andererseits nimmt im B2-Basiszenario die Vielfalt an Standorten (Hydrotopen) zu. Auch die Wahrscheinlichkeit, dass neue Arten einwandern, wird größer. Ob dies auch aus überregionaler Perspektive zu einer Zunahme der Diversität von Arten und Lebensräumen führt, ist jedoch zu bezweifeln. Wenn Niedermoorstandorte durch den Klimawandel in Mitteleuropa grundsätzlich selten werden oder Arten einwandern, die global verbreitet sind, ist von einer Vereinheitlichung auszugehen.

Die Ergebnisdarstellungen der Risikoanalyse (ERAW, Kap. 5.2.4) bewerten die Wasserstandsänderungen aus Sicht der aktuellen, zum Bearbeitungszeitpunkt formulierten Naturschutzziele. Der Naturschutz wird seine Ziele in der betrachteten Zeitschiene immer wieder den neuen ökologischen und sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen anpassen. Wenn eine solche, am Status Quo orientierte naturschutzfachliche Bewertung vorgenommen wird, muss deutlich sein, dass sich auch die Ziele und Wertsetzungen des Naturschutzes im Laufe der Zeit ändern werden. Das Verfahren der Risikoanalyse ermöglicht, die eingebundenen Wertsetzungen zu modifizieren, so dass andere Bewertungsergebnisse und Schlussfolgerungen für das Management als Ergebnis stehen.

Die Risiken für Arten und Biotope sowie das Landschaftserleben wurden aufgezeigt. Darüber hinaus zählen zum Zielkanon des Bundesnaturschutzgesetzes auch die abiotischen Schutzgüter, die Gegenstand der anderen Teilvorhaben waren. Es ist wenig sinnvoll, die Risikoausagen zu den einzelnen Schutzgütern zu einem gesamten „Naturschutzrisiko“ zu aggregieren, da die auf die Schutzgüter gerichteten Ziele unterschiedlich, z.T. konträr sind. Eine Gewichtung, welche Schutzgüter zukünftig Priorität haben sollen, sollte von den Stakeholdern vorgenommen werden.

Ausgehend von der Risikoanalyse wird folgende Wassermanagementstrategie vorgeschlagen, um die aus Sicht des Naturschutzes besonders wertvollen Landschaftsbestandteile langfristig erhalten zu können. Die aktuelle Wasserversorgung bildet dabei den Referenzzustand.

Räumlich differenziertes Handlungskonzept:

1. In Staubereichen mit modellierten Risiken sollten die im betrachteten Zeitraum errechneten **Versorgungsdefizite rechtzeitig ausgeglichen** werden.

2. In Staubereichen mit besonders schutzwürdigen Landschaftsbestandteilen ohne modellierte Risiken sollte die **Versorgung langfristig auf heutigem Niveau** gehalten werden.

3. Die **Versorgung der Schutzzonen 1 und 2** des Biosphärenreservates sollte wie schon bisher Vorrang haben, d.h. ein Ausgleich der Defizite in den Randbereichen sollte nicht auf Kosten der Schutzzonen gehen.

4. Kein vordringlicher Handlungsbedarf (ggf. sind die Annahmen der Risikoanalyse zu überprüfen und zu modifizieren, vgl. Kap. 4.5).

Abb. 21 zeigt für die Ziele zu den biotischen und ästhetischen Schutzgütern, wie das Handlungskonzept in den Staubereichen umgesetzt werden kann.

Die hydrologische Realisierbarkeit der Wasserverteilung muss vor einer Umsetzung mit den ARCGRM-Modellen überprüft werden.

Da für eine Umverteilung des Wassers innerhalb des Spreewaldes zukünftig nur begrenzter Spielraum vorhanden ist, wird es notwendig sein, die Zuleitung von außen zu erhöhen bzw. die Abgabe nach außen zu verringern. Dies kann nur in Abwägung mit den Interessen der Stakeholder, einschließlich der Naturschutzziele im gesamten Einzugsgebiet (v.a. Region Obere Spree und Berlin) erfolgen. Weitere Handlungsoptionen in der Wasserbewirtschaftung der Braunkohlereviere, z.B. die verlangsamte Restlochflutung, die Konditionierung oder die Oderwasserüberleitung sind in ihren Folgen für den Spreewald zu überprüfen (siehe Ergebnisse des TGP Obere Spree).

Es ist unverzichtbar, auch den Wasserbedarf aus Sicht des Natur- und Ressourcenschutzes im Spreewald zu quantifizieren und in die Abwägung mit den anderen Interessen einzustellen. Die Teilvorhaben im TGP GLOWA-Spreewald haben dazu einen Beitrag geliefert.

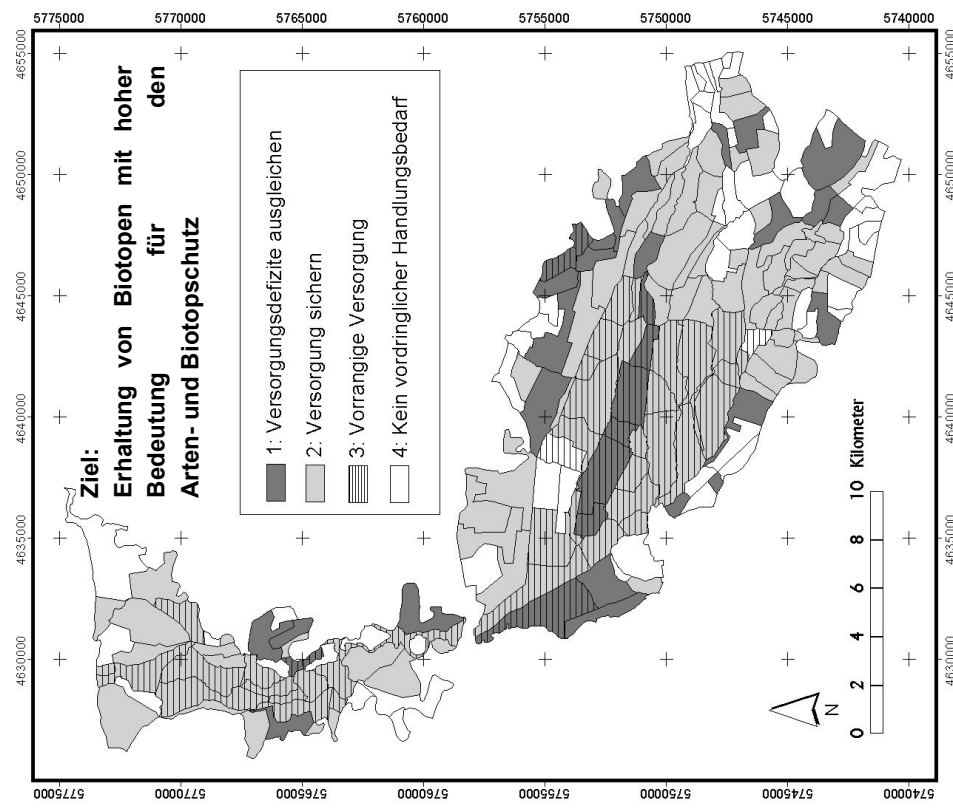
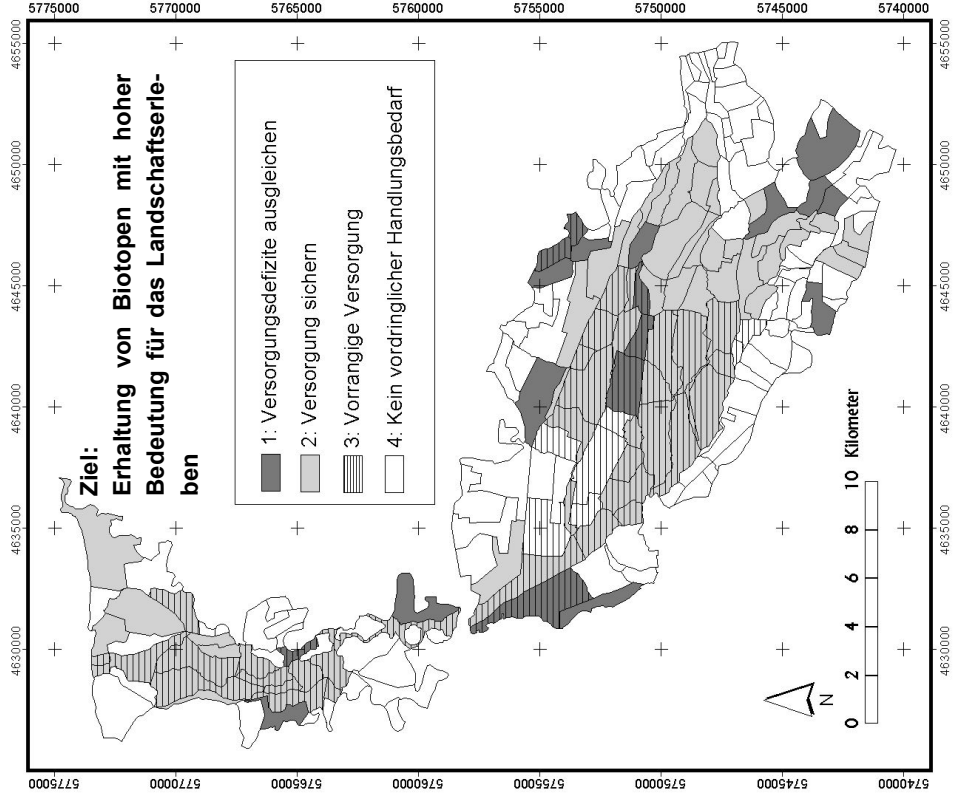


Abb. 21 Vorschlag für ein räumlich differenziertes Wassermanagement zur dauerhaften Sicherung der Naturschutzfunktionen des Spreewaldes

Grundlage: naturschutzfachliche Risikoanalyse für

a) wertvolle Biotope (Wertstufe des PEP, LAGS 1996) und

b) erhaltenwerte Landschaftsbildtypen (Wertstufe des LRP, MUNR 1998)

6.2 Ausblick

Die Szenarioergebnisse und die Vorschläge für ein Handlungskonzept zur nachhaltigen Sicherung der Schutzgüter im Spreewald werden voraussichtlich im März 2004 in einem erneuten Workshop mit den Stakeholdern und Verantwortlichen vorgestellt und diskutiert.

In einem weiteren Modelldurchgang könnten die Ergebnisse wieder in die Modelle der anderen Teilvorhaben eingehen und die Rückkopplungen mit variiertes Wasserbewirtschaftung und Nutzung ausgewertet werden. Je nach Bewertung der Szenarien und angestrebtem Handlungskonzept könnten die Interessen im Spreewald mit denen der Wassernutzer ober- und unterhalb des Spreewalds abgewogen und abgestimmt werden.

Eine Übertragung des VEGMOS auf andere Feuchtgebiete im Elbeeinzugsgebiet ist prinzipiell möglich. Das Wasserstufenkonzept nach KOSKA et al. (2001a) ist laut Aussage der Autoren auf den gesamten Klimaraum, in dem die Feuchtgebiete des Elbeeinzugsgebiets liegen, übertragbar. Die räumliche Datengrundlage in Form von Biotoptypenkarten steht für viele Gebiete zur Verfügung. Für eine Analyse der ökologischen Auswirkungen, insbesondere der Veränderungen der Standorte und der Vegetation mit den Folgen aus naturschutzfachlicher Sicht, müssten die Biotoptypen, wie in diesem Bericht geschildert, mit Untersuchungen zur jeweiligen Vegetation unterlegt werden. Mit diesen Daten könnte auch das Wasserstufenkonzept auf die Vegetation der Feuchtgebiete für das ganze Einzugsgebiet außerhalb des nordostdeutschen Tieflands angepasst werden.

7 Zusammenfassung

Das Teilvorhaben 2.7 „Auswirkungen eines verminderten Wasserdargebots und von Klima- veränderungen auf die Vegetation im Spreewald“ ist Teil des Verbundvorhabens GLOWA- Elbe – Integrierte Analyse der Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Umwelt und die Gesellschaft im Elbegebiet.

Im Teilvorhaben wurden neben der Vegetationsentwicklung sich daraus ergebende Konse- quenzen für den Spreewald aus naturschutzfachlicher Sicht untersucht.

Das Vorhaben war integriert in das Teilgebietsprojekt Spreewald, in dem der Wasserhaus- halt, die bodenökologische Entwicklung und die landwirtschaftliche Nutzung weitere Schwer- punkte waren. Im übergeordneten Teilprojekt Spree/Havel wurde das Zusammenspiel ver- schiedener Einzugsgebietsteile und Wassernutzer betrachtet. Neben dem Spreewald gehö- ren dazu der oberhalb liegende Braunkohletagebau und flussabwärts der Ballungsraum Ber- lin.

Szenarien zur Entwicklung der klimatischen und politischen Rahmenbedingungen wurden mit den Projektpartnern abgesprochen. Im Referenzszenario wurde das heutige Klima als Trend fortgeschrieben, im B2-Basissszenario wurde eine moderate Temperaturerhöhung von 1,4°C bis 2050 entsprechend dem IPCC Szenario B2 angenommen. Beide Szenarien wur- den in Absprache mit den Stakeholdern im Projektgebiet mit zwei Handlungsalternativen unterlegt: der Beibehaltung der heutigen Nutzung und Wasserbewirtschaftung und dem Moorschutz durch Anhebung der Wasserstände auf Niedermoorflächen. Das Wasserbewirt- schaftungsmodell ArcGRM Spreewald (Teilvorhaben 2.3) lieferte die Pegeländerungen in Abhängigkeit von Wasserbewirtschaftung und Klima für die einzelnen Staubereiche für alle betrachteten 5-Jahres-Zeitscheiben von 2000 bis 2050.

Im vorliegenden Teilvorhaben wurde das Modell VEGMOS entwickelt, mit dem für alle Szena- rien die Vegetationsveränderungen und Risiken für schutzwürdige Landschaftselemente mo- delliert und über ein Geografisches Informationssystem visualisiert werden können.

Es basiert auf Daten, die auch für andere Regionen zur Verfügung stehen. So stellt die Bio- toptypenkarte des Pflege- und Entwicklungsplans die räumliche Grundlage des Modells dar. Für die Biotoptypen wurde über differenzierte Vegetationsdaten, die für das Gebiet vorliegen, ein Leitvegetationstyp ermittelt.

In das Modell wurde ein Teil des Vegetationsformenkonzeptes von KOSKA et al. (2001a), das Wasserstufenkonzept, implementiert. Es beschreibt die Abhängigkeit der Vegetation vom Grundwasserstand, dessen Fluktuation und der Dauer von Überflutungen anhand von Art- gruppen. So ließen sich Hydrototypen als Raumeinheiten des hydroökologischen Standor- tes von Vegetationseinheiten ableiten. Die Grundwasseramplituden sind unterschiedlich und können als Maß für eine Empfindlichkeit der Vegetationseinheiten bei geänderten Wasser- standsbedingungen fungieren, woraus eine Gefährdung schutzwürdiger Landschaftsbestandteile abgeleitet werden kann. Das Vorgehen gewährleistet eine Übertragbarkeit des Modellprinzips auf andere Feuchtgebiete des gleichen Klimaraums.

Die Szenarioergebnisse zeigen, dass durch den Klimawandel und eine veränderte Wasser- bewirtschaftung im Oberlauf der Spree der Anteil feuchtgebietstypischer, direkt grundwas- serbeeinflusster Standorte bis zum Jahr 2053 abnimmt. Die Veränderungen sind im Refe- renzszenario geringer als im B2-Basissszenario. Es wird deutlich, dass vor allem die feuchten und mäßig feuchten Standorte betroffen sind, während sich die Flächenanteile der nassen Standorte nur wenig verändern. Die Ergebnisse sind räumlich differenziert. So sind beson-

ders die nördlichen und südlichen Randbereiche des Oberen Spreewalds von Standortveränderungen betroffen.

Entsprechend den Veränderungen der Standorte sind die Veränderungen der Vegetation im B2-Basisszenario ausgeprägter als im Referenzszenario.

Das Wirtschaftsgrünland in den landwirtschaftlich genutzten Staubereichen ist am stärksten von Wasserstandsänderungen betroffen. Ein Teil der Feuchtwiesen entwickelt sich zu Frischwiesen (etwa 7,5 % im B2-Basisszenario), ein Teil zu stark wechselfeuchtem bis -nassem Grünland (etwa 30 %). Die Futterqualität nimmt im B2-Basisszenario im Trend zwar zu, durch die stärker wechselfeuchten Bedingungen steigt im Sommer jedoch die Gefahr trockenheitsbedingter Ausfälle des Masseertrags.

Im Moorschutzszenario kann durch höher anstehendes Grundwasser der Druck zur Nutzungsauffassung der Flächen zunehmen. So werden im B2-Basisszenario die Feuchtgrünlandbestände durch den verstärkten Niedermoorschutz um weitere 7 km² auf 46 % des Ausgangszustands zurückgehen.

Die Wälder und Forsten konzentrieren sich eher auf die inneren Bereiche des Spreewalds und sind damit weniger von einem verringerten Wasserdargebot betroffen als das Wirtschaftsgrünland. Die naturschutzfachlich wertvollen Waldbiotoptypen, die Erlen-Eschenwälder und die nassen Erlen-Wälder gehen im B2-Basisszenario um etwa 8 %, respektive 12 % zurück. Die veränderte Wasserbewirtschaftung im Moorschutzszenario beeinflusst diese Ergebnisse nicht.

Durch die Zunahme trockenerer und stärker wechselfeuchter Standorte nimmt die Vielfalt der Biotoptypen im Spreewald zwar zu, überregional betrachtet ist jedoch durch den Verlust an feuchtgebietstypischer Vegetation eine Abnahme der Biodiversität zu verzeichnen. Durch die Zunahme der Dynamik kann die Invasibilität sich verändernder Biotope durch Neophyten ansteigen, wenn in der Nähe Vorkommen dieser Arten vorhanden sind. Dieses Risiko wurde am Beispiel von *Robinia pseudoacacia* und *Impatiens glandulifera* veranschaulicht.

Das Modul zur naturschutzfachlichen Risikoanalyse ermittelt, inwieweit besonders schutzwürdige Landschaftsbestandteile durch Grundwasserabsenkungen gefährdet sind. Die Ergebnisse als Flächenanteile können als Indikatoren zur Visualisierung möglicher Konsequenzen für Biodiversität und Erlebnisqualität der Landschaft herangezogen werden. Sie können eine Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Wasserbewirtschaftungsvarianten im Gebiet bieten. Die Gefährdungen sind im B2-Basisszenario umfangreicher als im Referenzszenario. Die Vegetation semiterrestrischer Standorte ist in nahezu allen Staubereichen, für die eine Wasserstandsänderung modelliert wurde, gefährdet. Für den Naturschutz besonders wertvolle Biotope in den Kernbereichen und der Pflege- und Entwicklungszone bleiben weitgehend erhalten. Sie sind jedoch in den Randbereichen gefährdet, wo ähnliche Risiken auch für die Elemente erhaltenswerter Landschaftsbildtypen und die Vorkommen von Arten der Roten Liste Brandenburgs gelten.

Die im Landschaftsrahmenplan formulierten Ziele, wie die Wiederherstellung eines naturnäheren Wasserregimes, die Regenerierung ökologisch degradierter Meliorationsflächen sowie eine Erhöhung des Waldanteils sind mit einem höheren Wasserbedarf verbunden und im B2-Basisszenario nur auf Kosten anderer Bereiche zu erreichen.

Ziele des Naturschutzes sind wandelbar, das Verfahren der Risikoanalyse lässt eine sachlich fundierte Veränderung der Ziele zu. Die derzeitige Wasserbewirtschaftung im Spreewald erweist sich auch unter den anzunehmenden Umweltveränderungen als weitgehend sinnvoll. In den Bereichen, in denen Risiken für die Schutzgüter ermittelt worden sind, sollten Versor-

gungsdefizite vorrangig ausgeglichen werden, soweit dies wasserwirtschaftlich möglich ist. In Staubereichen mit besonders schutzwürdigen Landschaftsbestandteilen sollte die Versorgung langfristig gewährleistet bleiben, auch wenn bislang keine Risiken identifizierbar sind. Defizite in den Randbereichen des Spreewalds sollten also nicht auf Kosten der Kernzone des Biosphärenreservats ausgeglichen werden. Das Handlungskonzept zur nachhaltigen Sicherung der Naturschutzfunktionen wird räumlich differenziert in einer Karte dargestellt. Eine Gewichtung, welche Schutzgüter zukünftig Priorität haben sollen, sollte den Stakeholdern überlassen bleiben.

Wir fassen zusammen, dass der typische Feuchtgebietscharakter der Kulturlandschaft Spreewald auch unter den Bedingungen des globalen Wandels zumindest in den Kernbereichen weitgehend erhalten bleiben kann. Darüber hinausgehende Ziele können nur zu Lasten anderer schutzwürdiger Landschaftsbestandteile umgesetzt werden, solange aus den oberhalb liegenden Teilen des Einzugsgebiets nicht mehr Wasser zur Verfügung gestellt werden kann. Die gezeigten Modelle machen die Auswirkungen globaler Umweltveränderungen und einer veränderten Wasserbewirtschaftung auf die Vegetation des Spreewalds und die von ihr abhängigen Schutzgüter sichtbar. Den lokalen Stakeholdern und Entscheidungsträgern wird damit ein Instrument an die Hand gegeben, mit dem die Konsequenzen verschiedener Handlungsstrategien verglichen und gegeneinander abgewogen werden können.

8 Quellenverzeichnis

Literatur

- AMT DES MINISTERPRÄSIDENTEN 1990: Verordnung über die Festsetzung von Naturschutzgebieten und einem Landschaftsschutzgebiet von zentraler Bedeutung mit der Gesamtbezeichnung „Biosphärenreservat Spreewald“ vom 12. September 1990. – Gesetzblatt der Deutschen Demokratischen Republik
- BACHFISCHER, R. 1978: Die ökologische Risikoanalyse. Diss., TU München, 276 S.
- BENKERT, D. & G. KLEMM 1993: Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen. In: Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (MUNR) (Hrsg.) 1993: Rote Liste - Gefährdete Farn- und Blütenpflanzen, Algen und Pilze im Land Brandenburg. Unze: Potsdam, 216 S.
- BOCKHOLT, R., 2001: Futterwert und Siliereignung der häufigsten autochthonen Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes. Arch. Acker-Pfl. Boden. 47: 183-199.
- BRASIER, C.M., D.E.L. COOKE & J.M. DUNCAN 1999: Origin of a new *Phytophthora* pathogen through interspecific hybridization. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96: 5878-5883.
- BRAUN, H. 1994a: Vegetationskundliche Untersuchungen im Biosphärenreservat Spreewald (Brandenburg) als Grundlagen für Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen. Diplomarbeit am FB Biologie d. FU Berlin (unveröff.)
- BRAUN, H. 1994b: Vegetationskundliche Untersuchungen der Waldgesellschaften und Sukzessionsflächen im Oberspreewald als Grundlage zur Sicherung von Biotopen in der Kernzone Hochwald-Polenzoa. Im Auftrag d. Biosphärenreservates Spreewald in Brandenburg (unveröff.)
- BRAUN, H. 1995a: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Pflanzengesellschaften in der Kernzone Kriegsbusch-Unterspreewald als Grundlage zur Sicherung von Biotopen. Im Auftrag d. Biosphärenreservates Spreewald in Brandenburg (unveröff.)
- BRAUN, H. 1995b: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Pflanzengesellschaften in den Kernzonen Huschepusch und Luschna (Oberspreewald) als Grundlage zur Sicherung von Biotopen. Im Auftrag d. Biosphärenreservates Spreewald in Brandenburg (unveröff.)
- BRAUN, H. 1996: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Vegetationsgesellschaften von Wäldern in dem NSG "Innerer Oberspreewald" als Grundlage zur Sicherung von Biotopen. Im Auftrag d. Biosphärenreservates Spreewald in Brandenburg (unveröff.)
- BRAUN, H. 1997: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Vegetationsgesellschaften von Wäldern in dem NSG "Innerer Oberspreewald" südlicher Teil außerhalb des bereits 1996 bearbeiteten Gebietes als Grundlage zur Sicherung von Biotopen. Im Auftrag des Biosphärenreservates Spreewald in Brandenburg (unveröff.)
- CLAUSNITZER, U. & M. SUCCOW 2001: Vegetationsformen der Gebüsche und Wälder. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. Schweizerbart: Stuttgart, S. 161-169.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG- Futterwerttabellen – Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt.
- DUKES, J.S. & H.A. MOONEY 1999: Does global change increase the success of biological invaders? Tree 14 (4): 135-139.
- ELLENBERG H., H.E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, Göttingen, 258 S.
- ESER, U. 2000: Zur Relevanz des ökologischen Risikobegriffs für das politisch-gesellschaftliche Handeln. In: B. Breckling & F. Müller (Hrsg.): Der Ökologische Risikobegriff. Verlag Peter Lang, Frankfurt, S. 181-202.
- FREITAG, H. & H.-D. KRAUSCH 1961: Vegetationskarte des Oberspreewaldes, Maßstab 1:40.000. Jena.
- GOSENS, T. 1994: Veränderungen der Waldgesellschaften im Unterspreewald seit 1952. Diplomarbeit FB Biologie FU Berlin (unveröff.)
- GRODOFZIG, B. (in Vorb.): Das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera* Royle.) im Oberspreewald. Ausbreitungstendenzen und Schlussfolgerungen für den Naturschutz. Diplomarbeit am Institut für Ökologie der TU-Berlin.

- HIEKEL, I., G. STACHE, E. NOWAK & J. ALBRECHT 2001: Gewässerrandstreifenprojekt Spreewald, Land Brandenburg. *Natur und Landschaft* 76 (9/10): 432-441.
- HUNDT, R. & M. SUCCOW 1984: Vegetationsformen des Graslandes der DDR. *Wiss. Mitt. Inst. f. Geogr. u. Geoökol. AdW d. DDR* 14, Leipzig, S. 61-104
- KÄDING, H., W. LEIPNITZ, T. KAISER, W. HABERSTOCK, A. FISCHER & M. GLEMNITZ 1999: Futtererzeugung im Oberen Rhinluch unter Berücksichtigung der Standortbedingungen und Bewirtschaftungsintensitäten. *Arch. Acker- Pfl. Boden.* 44: 197-207.
- KAISER, T., W. LEIPNITZ, H. KÄDING, W. HABERSTOCK & M. GLEMNITZ, 2001: Die räumliche Herleitung der Grünlandvegetation eiers Niedermoorgebietes anhand von Standort- und Nutzungsdaten. *Arch. Acker- Pfl. Boden.* 46: 91-101.
- KLEINKE, J, M. SUCCOW & U. VOIGTLÄNDER 1973: Der Wasserstufenzeigerwert von Grünlandpflanzen im nördlichen Teil der DDR. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 14 (1974).
- KLEMM, G. 1976: Die Beziehung zwischen Wasserfaktor und Pflanzengesellschaft eines grundwasser-nahen Talsandgebietes (Unterspreewald-Randgebiet). In: *Limnologica* H.: 125-160, Berlin.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & I. VOLLMER, 1996: Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28: 21-187.
- KOSKA, I., M. SUCCOW & U. CLAUSNITZER 2001a: Vegetation als Komponente landschaftsökologischer Naturraumkennzeichnung. In: M. Succow & H. Joosten (Hrsg.) 2001: *Landschaftsökologische Moorkunde. 2. völlig neu bearb. Aufl.; Schweizerbart: Stuttgart*, 622 S.
- KOSKA, I., M. SUCCOW & T. TIMMERMANN 2001b: Vegetationsformen der offenen naturnahen Moore und des aufgelassenen Feuchtgrünlandes. M. Succow & H. Joosten (Hrsg.): *Landschaftsökologische Moorkunde. Schweizerbart: Stuttgart*, S. 144-160.
- KOWARIK, I. 1999: Natürlichkeit, Naturnähe und Hemerobie als Bewertungskriterien. In: Konold, W., Böcker, R. & Hampicke, U. (Hrsg.): *Handbuch für Naturschutz und Landschaftspflege. V-2.1, S. 1-18, Ecomed, Landsberg.*
- KOWARIK, I. 2001: Biological Invasions as Result and Vector of Global Change. In: *Contributions to Global Change Research. A Report by the German National Committee on Global Change Research*, S. 80-88, Bonn.
- KOWARIK, I. 2003: *Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Mit einem Beitrag von Peter Boye. Ulmer, Stuttgart*, 380 S.
- KRAUSCH, H.-D. 1994: *Burger und Lübbenauer Spreewald – Ergebnisse der landeskundlichen Bestandsaufnahme in den Gebieten von Burg und Lübbenau. Grundmann, L. (Hrsg.), Institut für Länderkunde Leipzig – Verlag Hermann Böhlau Nachfolger: Weimar.*
- LAGS (Landesanstalt für Großschutzgebiete) 1996: *Pflege- und Entwicklungsplan für das Biosphärenreservat Spreewald. Lübbenau.*
- LUA (Landesumwelt Brandenburg) 1995: *Biotopkartierung Brandenburg, Kartierungsanleitung, Potsdam*, 128 S.
- LUA (Landesumwelt Brandenburg) 1996: *Rahmenkonzept zur Wasserbewirtschaftung im Spreewald. – Unveröffentl. Studie.*
- LUTHARDT, V.; DREGER, F., BRAUNER, O. HIRSCH, A.-K. & B. WITT (I.V.): Ist-Zustandsanalyse der für die ökosystemare Umweltbeobachtung in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin und Spreewald ersteingerichteten Monitoringflächen: Ökosystemtypen Grasland, Moore und Äcker. Im Auftrag der Landesanstalt für Großschutzgebiete des Landes Brandenburg.
- MÜLLER-STOLL, W.-R., FREITAG, H. & H.-D. KRAUSCH 1992a: Die Grünlandgesellschaften des Spreewaldes. 1. Röhrichte und verwandte Gesellschaften. In: *Gleditschia* 20: 235-253.
- MÜLLER-STOLL, W.-R., FREITAG, H. & H.-D. KRAUSCH 1992b: Die Grünlandgesellschaften des Spreewaldes. 2. Groß- und Kleinseggenrieder. In: *Gleditschia* 20: 255-272.
- MÜLLER-STOLL, W.-R., FREITAG, H. & H.-D. KRAUSCH 1992c: Die Grünlandgesellschaften des Spreewaldes. 3. Naturwiesen und gedüngte Feuchtwiesen. In: *Gleditschia* 20: 273-302.
- MÜLLER-STOLL, W.-R., FREITAG, H. & H.-D. KRAUSCH 1992d: Die Grünlandgesellschaften des Spreewaldes. 4. Frischwiesen, Weiden und Triften. In: *Gleditschia* 20: 303-326.
- MÜLLER-STOLL, W.-R., FREITAG, H. & H.-D. KRAUSCH 1993: Der Wasserhaushalt des Oberspreewaldes und die potentielle natürliche Vegetation. In: *Gleditschia* 21/1: 77-98.

- MUNR (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg) (Hrsg.) 1998: Biosphärenreservat Spreewald Landschaftsrahmenplan. (Bearbeitung: Büro für Landschaftsplanung A. Rosenkranz) Potsdam, 294 S.
- PASSARGE, H. 1956: Die Wälder des Oberspreewaldes. Arch. f. Forstwesen 5, Heft 1/2: 46-95.
- PESCHEL, T & H. BRAUN 1998: Pflanzensoziologisches Gutachten Polder Kockrowsberg. Im Auftrag d. Biosphärenreservates Spreewald in Brandenburg (unveröff.).
- PYSEK, P. & K. PRACH 1993: Plant invasions and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to central europe. J. Biogeogr. 20: 413-420.
- RIECKEN, U., U. RIES & A. SSYMANK 1994: Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. Schr. R. f. Naturschutz u. Landschaftspflege 41, Bonn, 184 S.
- ROTH, S. & M. SUCCOW 2001: Vegetationsformen des Saatgraslandes, des Intensivgraslandes und daraus wieder hervorgegangene Wiesen und Weiden. In: Succow, M & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. Schweizerbart: Stuttgart, S. 171-180.
- SCAMONI, A. 1954: Die Waldvegetation des Unterspreewaldes. Arch. f. Forstwesen 3: 122-161 u. 230-260.
- SCHACHTSCHABEL, P., H.-P. BLUME, G. BRÜMMER, K.-H. HARTGE & U. SCHWERTMANN 1992: Lehrbuch der Bodenkunde. 13. Aufl., Stuttgart, Enke Verlag.
- SCHOLLES, F. 1997: Abschätzen, Einschätzen und Bewerten in der UVP. Weiterentwicklung der Ökologischen Risikoanalyse vor dem Hintergrund der neueren Rechtslage und des Einsatzes rechnergestützter Werkzeuge, Dortmund (UVP-Spezial, 13).
- SEITZ, B. & H. JENTSCH 1999: Rückgang von Farn- und Blütenpflanzen im Biosphärenreservat Spreewald. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg. 8 (1): 13-24.
- SUCCOW, M & H. JOOSTEN (Hrsg.) 2001: Landschaftsökologische Moorkunde. 2. völlig neu bearb. Aufl.; Stuttgart; Schweizerbart
- SUCCOW, M 1988: Landschaftsökologische Moorkunde. Berlin-Stuttgart: Gebrüder Bornträger; 340 S.
- VATER, G. 1999: Vegetationsökologische Untersuchungen in Pappelforsten auf Niedermoorstandorten des Oberspreewaldes (Brandenburg) mit Vorschlägen zu deren zukünftiger Entwicklung – Diplomarb. TU Berlin: 112 S. nebst Anhang.
- VOIGTLÄNDER, G. & N. VOSS, 1979: Methoden der Grünlanduntersuchung und –bewertung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 205 S.
- VÖTT, A. 2000: Ökosystemveränderungen im Unterspreewald durch Bergbau und Meliorationsmaßnahmen – Ergebnisse einer angewandten ökosystemaren Umweltbeobachtung. In: Arb. Geogr. Schrft. H136, Marburg/Lahn.
- WERRES, S., G. DUSSART & C. ESCHENBACH 2001: Erlensterben durch Phytophthora spp. und die möglichen ökologischen Folgen. Natur und Landschaft 76 (7): 305-310.
- WILLIAMSON, M. 1996: Biological invasions. Chapman & Hall, London, 244 S.
- WILLIAMSON, M. 1999: Invasion. Ecography 22: 5-12.
- WOLTER, A. 2002: Simulation von Vegetationsveränderungen vor dem Hintergrund von „Global Change“. Möglichkeiten von Modellanwendungen am Beispiel des Spreewaldes. Diplomarbeit Institut für Ökologie der TU Berlin, 75 S.

Mündliche, schriftliche Auskünfte

BUTZEK, S. (Außenstelle Burg der Verwaltung Biosphärenreservats Spreewald), mündliche Auskunft am 03.06.03.

ILLIG, H. (Planungsbüro Siedlung und Landschaft), Übergabe von Vegetationsrohdaten, die im Gewässerrandstreifenprojekt im Zuge der Neubearbeitung des Pflege- und Entwicklungsplans erhoben worden sind, unveröffentlicht, März 2002.

PETSCHICK, M. (Referatsleiter für ökologische Landwirtschaft im Biosphärenreservat Spreewald), mündliche Auskunft am 11.07.02.

Gesetze

BNATSCHG a (Bundesnaturschutzgesetz) in der Fassung vom 12. März 1987, zuletzt geändert durch Gesetz 12. Februar 1990

BNATSCHG b (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege, Bundesnaturschutzgesetz) vom 25. März 2002 (BGBl I S. 1193, BGBl III/FNA 791-8)