

Fachbeiträge des LUGV, Heft Nr. 122

# Lebensräume im Wandel

Ergebnisse der ökosystemaren Umweltbeobachtung im  
Biosphärenreservat Spreewald



Fachbereich  
Landschaftsnutzung und Naturschutz

## **Lebensräume im Wandel**

### **Ergebnisse der ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) im Biosphärenreservat Spreewald**

#### **Autoren:**

Luthardt, Vera, Prof. Dr. HNEE, FB Landschaftsnutzung und Naturschutz  
Brauner, Oliver, Dipl.-Ing. (FH), Büro für Zoologie, Vegetation und Naturschutz.  
Hoffmann, Christian, Dipl.-Ing. (FH), Grünplan - Büro für Biol.Gutachten, Landschafts-  
und Gartenplanung  
Haggenmüller, Katrin, M. Sc., HNEE, FB Landschaftsnutzung und Naturschutz

#### Teil Wald:

Wolff, Barbara, Prof. Dr., HNEE, FB Wald und Umwelt  
Hornsouch, Falko, Dr., HNEE, FB Wald und Umwelt  
Riek, Winfried Prof. Dr., HNEE, FB Wald und Umwelt  
Bielefeldt, Judith, HNEE, FB Wald und Umwelt  
Lange, Markus, HNEE, FB Wald und Umwelt  
Heim, Michael, HNEE, FB Wald und Umwelt

#### Teil Gewässer:

Kabus, Timm, Institut für angewandte Gewässerökologie Seddin  
Berger, Torsten, Gewässerökologisches Büro Potsdam

Projektfinanziert durch das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz  
(LUGV)

FEBRUAR 2011

## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

Seeburger Chaussee 2

OT Groß Glienicke

14476 Potsdam

Tel.: +4933201 442-0

Fax.: +4933201 442-662

E-Mail: [info@lugv.brandenburg.de](mailto:info@lugv.brandenburg.de)

Internet: <http://www.lugv.brandenburg.de>

Titelfoto: Oliver Brauner

# Inhalt

<b>0. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>1. EINFÜHRUNG.....</b>	<b>- 10 -</b>
<b>2. WITTERUNG, PHÄNOLOGISCHE ENTWICKLUNGEN UND HINTERGRUNDBELASTUNG IM UNTERSUCHUNGSZEITRAUM .....</b>	<b>- 13 -</b>
2.1. WITTERUNG .....	- 13 -
2.2. PHÄNOLOGIE .....	- 17 -
2.3. HINTERGRUNDBELASTUNGEN DURCH IMMISSION .....	- 20 -
<b>3. DAS FEUCHTGRÜNLAND IM BR SPREEWALD .....</b>	<b>- 24 -</b>
3.1. AUSGEWÄHLTE ÖKOSYSTEMTYPEN.....	- 24 -
3.2. STECKBRIEFE DER UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN.....	- 25 -
3.3. STANDORTBEDINGUNGEN DES GRUNDWASSERNAHEN GRÜNLANDES .....	- 30 -
3.4. ERTRÄGE UND PFLANZENINHALTSSTOFFE .....	- 38 -
3.5. ENTWICKLUNG DER PFLANZENBESTÄNDE.....	- 42 -
3.6. ÖKOLOGISCHE BETRACHTUNG DER PFLANZENBESTÄNDE .....	- 48 -
3.6.1. <i>Flächenwasserhaushalt anzeigende Arten</i> .....	- 49 -
3.6.2. <i>Nutzungsintensität zeigende Arten</i> .....	- 50 -
3.6.3. <i>Nährstoffe zeigende Artengruppe</i> .....	- 51 -
3.6.4. <i>Struktur anzeigende Artengruppen</i> .....	- 52 -
3.7. ENTWICKLUNG DER REGENWURMZÖNOSEN .....	- 55 -
3.8. ENTWICKLUNG DER HEUSCHRECKENZÖNOSEN.....	- 58 -
3.9. ENTWICKLUNG DER LAUFKÄFERZÖNOSEN .....	- 64 -
3.10. RESÜME UND ZUSAMMENFASSUNG.....	- 68 -
<b>4. DIE FLIEßGEWÄSSER IM BR SPREEWALD .....</b>	<b>- 73 -</b>
4.1. UNTERSUCHUNGSABSCHNITTE UND METHODEN .....	- 73 -
4.2. ERGEBNISSE .....	- 75 -
4.2.1. <i>Neue Spree</i> .....	- 75 -
4.2.2. <i>A-Graben</i> .....	- 78 -
4.2.3. <i>Neue Polenzoa</i> .....	- 82 -
4.2.4. <i>Lehmansfließ</i> .....	- 86 -
4.3. ZUSAMMENFASSUNG.....	- 89 -
4.3.1. <i>Limnochemie</i> .....	- 89 -
4.3.2. <i>Makrophyten</i> .....	- 89 -
4.3.3. <i>Makrozoobenthos</i> .....	- 90 -
<b>5. DIE WÄLDER IM BR SPREEWALD .....</b>	<b>- 95 -</b>
5.1. EINFÜHRUNG.....	- 95 -
5.1.1. <i>Konzept der Ökosystemaren Umweltbeobachtung im Wald</i> .....	- 95 -
5.1.2. <i>Erhebungsmerkmale und Methoden</i> .....	- 96 -
5.2. ERGEBNISSE UND INTERPRETATION .....	- 99 -
5.2.1. <i>Wasserhaushalt</i> .....	- 99 -
5.2.2. <i>Böden der ÖUB-Standorte</i> .....	- 102 -
5.2.3. <i>Vegetation</i> .....	- 117 -
5.3. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	- 141 -
<b>6. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>- 143 -</b>
<b>7. TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>- 149 -</b>
<b>8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>- 151 -</b>
<b>9. ANHANG .....</b>	<b>- 155 -</b>



## 0. Zusammenfassung und Ausblick

Die Ökosystemare Umweltbeobachtung in den Biosphärenreservaten Brandenburgs (ÖÜB) wurde dem internationalen Auftrag des MAB-Komitees der UNESCO folgend 1997 konzipiert, ab 1999/2000 im BR Spreewald ersteingerichtet und im 3- bis 6-jährigen Wiederholungsturnus bis 2009 in 2-4 Zeitreihen ausgeführt. Für die Ökosystemgruppen des mineralischen und Moorgrünlandes, den Wald und die Fließgewässer werden ausgewählte Untersuchungsergebnisse vorgestellt.

Die **Witterung** war in dem Betrachtungszeitraum (1998-2009) durch Extremjahre wie 2003 und 2006 geprägt und wies dadurch im Durchschnitt geringere mittlere Jahresniederschläge dieser Periode im Vergleich des langjährigen Mittels (1961-90) auf. Als überdurchschnittlich feucht trat nur das Jahr 2002 in Erscheinung. Generell waren jedoch die jährlichen Durchschnittstemperaturen über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg deutlich erhöht. Das Klimanormal von 8,6°C (1961-1990) wurde im extrem im Jahr 2007 um 1,3 grad. überschritten und lag durchschnittlich bei 9,5 °C. Dies wirkte sich auch auf die phänologischen Erscheinungen, die in unseren Breiten weitgehend temperaturgesteuert sind, deutlich aus. Die Vegetationsperiode hat sich seit den 50-er Jahren des vorigen Jahrhunderts um ca. 20 Tage verlängert. Die **phänologischen Jahreszeiten** haben im Naturraum Spreewald im Vergleich zum Brandenburgmittel und teilweise auch zum Deutschlandmittel überdurchschnittlich starke Verschiebungen in den letzten 50 Jahren erfahren. Die Frühling- und Sommerphasen verfrühten sich bei gleicher Dauer im Schnitt um 10 Tage, während sich die Herbstzeit um 28 Tage verlängerte. Effekte dieser Verschiebungen konnten im Rahmen der ÖÜB bisher nicht nachgewiesen werden.

Die untersuchten **grundwassernahen Graslandflächen**, die den Charakter des Biosphärenreservates neben den Feuchtwäldern sehr wesentlich prägen, liegen sowohl auf mineralischen Nasstandorten als auch Moorstandorten und werden seit den 90-er Jahren ausschließlich extensiv in kombinierter Mähweide genutzt. Die Häufigkeit der Nutzung variiert zwischen 3 mal pro Jahr und nur sporadisch 1 mal jährlich. Es wird nicht gedüngt.

Die Wasserverhältnisse liegen zwischen frisch bis nass, jedoch war im Untersuchungszeitraum eine Zunahme von stark wechselnden Feuchtebedingungen - verursacht durch das geschilderte Witterungsgeschehen zu verzeichnen. Dies wirkte sich auf die Pflanzenbestände merklich aus. Wechselfeuchte tolerierende Arten nahmen auf den meisten Flächen zu, auf den frischen Flächen verschwanden feuchteanzeigende Arten zugunsten mesophiler Wiesenarten. Auf den Flächen mit zeitweisem Überstau kamen hingegen röhrichtbildende Arten - auch begünstigt durch die minimale Nutzung - in die Dominanz.

Die Bodenanalysen zeigen durchweg hoch eutrophe Bedingungen bezgl. der N-Versorgung an. Der genauere Blick auf die Pflanzeninhaltsstoffe weist jedoch auf eine N-Limitierung des Pflanzenwachstums hin. So hat sich auch das Ertragsniveau über die Jahre auf ein normales Niveau extensiver Nutzungsweise eingestellt und stabilisiert. Sehr deutlich wird, dass sich die Trockenjahre ungünstig auf den Aufwuchs auswirkten und auch bei diesen grundwassernahen Standorten das feuchte Jahr 2009 einen deutlich höheren Biomassezuwachs ermöglicht hat.

Die allgemein befürchtete Kaliumaushagerung auf Moorstandorten ist nur auf einer sehr wechsellässigen Fläche als mit ertragslimitierend festzustellen - die Moorböden des Spreewalds sind i.d.R. aufgrund ihrer Genese im Überflutungsgeschehen diesbezüglich nicht gefährdet. Die P-Versorgung ist trotz abnehmender Bodengehalte auf allen Flächen als ausreichend einzustufen.

Die Artenzusammensetzung der Pflanzenbestände reagiert fluktuierend auf die Wasser- und Nutzungsgegebenheiten. Die bisher deutlichste Entwicklung innerhalb der Artenzusammensetzung sowie den Verschiebungen in den Dominanzen der Pflanzenarten fand zwischen der Erstaufnahme 1999 und der ersten Zeitreihenuntersuchung 2003 statt. Während die Gesamtartenzahlen in der Fläche sich in Abhängigkeit der ganz konkreten Situation mal auffüllten und mal wieder etwas zurückgingen, nahm die Artenzahl in den Einzelaufnahmen der Transekterhebung, also die Verteilung der Arten in der Fläche in der ersten Aufnahmeetappe deutlich zu. Dies ist als Endphase des Auffüllungsprozesses mit Extensivierung zu werten, der mit dem Ende der Intensivnutzung Anfang der 90-er Jahre eingeläutet wurde und dann nach ca. 10 Jahren zum Abschluss kam. Die schon über lange Zeit gleichartig und klein parzelliert bewirtschaftete Fläche Filow zeigt keinen diesbezüglichen Trend und auf der Fläche Schappigk, die nur mal sporadisch genutzt wird, macht sich der Verbrachungseffekt mit rückläufigen Artenzahlen bemerkbar.

Insgesamt wurden auf allen Graslandflächen 425 Pflanzenarten gefunden, darunter 66 gefährdete und auf der Roten-Liste geführte Arten. Die Artenausstattung der mineralischen Grünlandflächen (368 Arten und 49 R-L) ist dabei etwas höher als die des Moor-Grünlandes (318 Arten, 41 R-L). Dies erklärt sich aus der größeren Standortamplitude bezüglich der Feuchteverhältnisse auf den mineralischen Standorten, die auch 2 Flächen mit frischen Bedingungen umfassen. Jedoch differenziert sich das Vorkommen auch der gefährdeten Arten, die an Feuchtstandorte gebunden sind, nach den beiden Standortgruppen - so sind 17 R-L-Arten nur auf dem feuchten Moorgrasland zu finden.

Die Gesamtartenzahlen in den Flächen sind in Abhängigkeit von deren Heterogenität und Flächengröße als etwas geringer als von Extensiv-Wiesen bekannten und deutlich höher als ausschließlich als Weiden genutzten Arealen. Das Artenspektrum dokumentiert gut die standörtlichen Verhältnisse. Auf allen Flächen sind zwischen 8 - 16 gefährdete und geschützte Arten mit mehr oder weniger stabilen Populationen beheimatet, die überwiegend an feuchte Graslandstandorte als Sekundärhabitats gebunden sind.

Auch die faunistischen Untersuchungen zeigen für die Untersuchungsflächen zwar im Einzelnen differenzierte, in der Gesamtschau jedoch artenreiche Biozöosen. Die Regenwurmpopulationen sind im Artenspektrum der Nutzer unterschiedlicher Bodenstraten direkt von den Grundwasserverhältnissen abhängig - die Individuen- und Biomassezahlen variieren zudem in Abhängigkeit des aktuellen Witterungsgeschehens sehr stark. So ist die frische Fläche Pauck mit 9 Regenwurmartarten ausgestattet, die u.a. als Tiefbohrer leben, während starke Wechselnässe zu dezimierten Zahlen von nur noch 2-3 Arten führt. Jedoch spielt auch die Bodenazidität eine erhebliche Rolle für diese empfindliche Tiergruppe. Absenkungen des pH-Wertes unter 5- wie auf einer Fläche beobachtet - führen zu einem weitgehenden Verlust von Arten.

Die Heuschreckenfauna mit insgesamt 26 Arten differenziert sich ebenfalls nach den Feuchtebedingungen und zusätzlich den Vegetationsstrukturen. Das Fluktuieren der Populationen ist jeweils in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse zu bewerten. Jedoch sind auf den durchgehend feuchteren Flächen die hygrophilen Arten, die als gefährdet eingestuft werden, stabil vertreten. Die Nutzungsextensivierung erweist sich hier als positiver Faktor- der auch zu einem Neueinwandern einer sehr gefährdeten Art - der Kleinen Goldschrecke - in der weitgehend aufgelassenen Fläche Schappigk führte.

Die Laufkäferzöosen wurden von Arten mit hygrophilen bis mäßig hygrophilen Lebensraumsansprüchen dominiert. Jedoch fanden sich stenotope, d.h. sehr eng daran gebundene Arten fast nur auf dem Moorgrünland. Bei einigen Flächen war auch - wie bei den Pflanzenarten - ein noch anhaltender Einwanderungseffekt durch Nutzungsextensivierung zu beobachten. Der Anteil an Rote-Liste-Arten, die an diese speziellen Feuchtelebensräume gebunden sind, ist mit 16 Arten als sehr hoch einzustufen und hat über die Zeitreihen eine zunehmende Tendenz.

Die 13 untersuchten **Fließgewässer** umfassen sowohl Grabenabschnitte in unterschiedlichen Schutzzonen, Zuflüsse in den Spreewald als auch naturnahe Fließgewässerabschnitte im Unterspreewald. Für alle konnten seitens der limnochemischen Parameter bis auf die Ammonium-N-Konzentrationen gute Güteklassen vergeben werden. Auch die DOC-Konzentrationen liegen in sehr niedrigen Bereichen. Die untersuchten Fließe sind durchweg mäßig bis gut gepuffert und ausnahmslos kalkreiche, harte Gewässer.

Obwohl durch die Auswahl vieler beschatteter und/ oder sandgeprägter Fließgewässer keine idealen Siedlungsbedingungen für Makrophyten, also die höheren Wasserpflanzen bestehen, ist einzuschätzen, dass viele dieser Gewässer aufgrund ihrer Makrozoobenthoszönose, d.h. die Gemeinschaft der größeren, vorwiegend am Gewässergrund lebenden Tierarten besonders herauszustellen sind.

Die „Neue Polenzoa“ und der „A-Graben“ sind jedoch auch durch eine artenreiche und mosaikreiche Flora geprägt, wobei auch Rote-Liste-Arten (z. B. die Laichkräuter *Potamogeton compressus*, *P. lucens*, *P. alpinus*) bemerkenswerte Bestände bildeten. Im Vergleich zwischen den Untersuchungsturnussen fallen bei mehreren Fließgewässern konstante Verhältnisse in Bezug auf die Makrophytenflora auf. Dies gilt für die makrophytenreichen Gewässer ebenso, wie für die konstant makrophytenarmen Gewässer.

Im Zuge der Makrozoobenthos Erfassung wurden 2008 insgesamt 216 Taxa innerhalb der bearbeiteten Tiergruppen ermittelt. Insbesondere die Gruppe der Köcherfliegen ist mit 42 Arten vertreten, aber auch 23 Muschelarten wurden gefunden. Insgesamt 55 der innerhalb der Untersuchung erfassten Arten sind nach den Roten Listen Brandenburgs und/ oder der Bundesrepublik mehr oder weniger stark gefährdet und besitzen daher einen besonderen Schutzgrad. Sie machen somit ein Viertel des Gesamtartbestandes aus. Eine Reihe dieser gefährdeten Taxa kann als charakteristisch und besonders wertgebend für rhithrale und potamale Fließe im Spreewald angesehen werden. Besonders hervorzuheben sind hier die beiden, nach FFH Richtlinie europaweit geschützten Arten: die Grüne Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*) und die Kleine Bachmuschel (*Unio crassus*). Neben letzterer fanden sich innerhalb der Muscheln eine Reihe weiterer, besonders wertgebender Vertreter. Auch einige Köcherfliegenarten sowie die Blauflügel-Prachtlibelle (*Calopteryx virgo*) und die Gemeine Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) repräsentieren beispielhaft bessere Zustände innerhalb potamaler Lebensräume.

Die Bewertung der insgesamt 13 Fließgewässer bezüglich ihrer ökologischen Zustandsklasse ergab an den einzelnen Gewässern jedoch unterschiedliche Ergebnisse. Lediglich an der Neuen Spree (UP 3) wurde, wie schon 2006 eine gute ökologische Zustandsklasse ermittelt. Allerdings bestehen auch hier weiterhin Defizite an fließgewässertypischen Faunenvertretern und ein negativer Trend bleibt bestehen. Die Zahl von Gewässerabschnitten, denen eine mäßige ökologische Zustandsklasse zugewiesen werden konnte, erhöhte sich 2008 von zusammen drei auf sechs Gewässerabschnitte. Hieraus ergibt sich jedoch bereits ein Handlungsbedarf nach EU WRRL, da die Vorgabe einer guten ökologischen Zustandsklasse nicht erreicht ist. Alle sechs als mäßig eingestufte Untersuchungsgewässer zeigten jedoch innerhalb verschiedener Einzelbewertungsparameter teils deutliche negative Tendenzen. Besonders deutlich fiel diese an der Kleinen Spree aus. Hier führte offenbar eine Gewässerunterhaltung zur strukturellen Verödung, was sich offensichtlich direkt auf die auftretende Zönose (Artreduzierung) auswirkte. Das Lehmannsfließ war das einzige Untersuchungsgewässer, an dem sich die ökologische Zustandsklasse 2008 gegenüber 2006 verschlechterte. Hier wurde nur noch eine schlechte ökologische Zustandsklasse zugewiesen. Hauptgrund für die Verschlechterung war die vorgenommene Grundräumung am Abschnitt. Hierdurch wurden am bereits 2006 strukturell degradierten Abschnitt die für Fließgewässer typischen Strukturelemente nun nahezu vollständig beseitigt. Neben der Aussetzung weiterer Unterhaltungsmaßnahmen sind hier zur Verbesserung der Situation gezielte Maßnahmen notwendig, um deutlich positive besiedlungsfördernde Zustände zu erreichen. Die weiteren fünf Gewässer wurden, wie

schon 2006, einer unbefriedigenden ökologischen Zustandsklasse zugewiesen. Auch hier besteht die Forderung zur Ergreifung strukturverbessernder Maßnahmen, um die Ausprägung einer naturnahen Besiedlung zu fördern.

Die ausgewählten **Waldökosysteme** umfassen Erlen geprägte Feuchtwälder und -forste, einen Eschenwald, und zwei differenziert nährstoffversorgte Buchenwaldflächen.

Dem Wasserregime kommt hinsichtlich der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Spreewaldböden eine Schlüsselrolle zu. Durch seine Veränderung insbesondere durch den abrupten Rückgang der Sumpfungswassermengen aus dem Braunkohletagebau seit 1989/90 und die damit einhergehenden Grundwasserabsenkungen und zunehmenden Trockenphasen während der Vegetationszeit unterliegen die Ökosysteme Veränderungen, die sich in den bodenkundlichen Indikatoren der ÖUB manifestieren. Im Einzelnen lassen sich die folgenden beiden Haupttendenzen durch die aktuellen ÖUB-Befunde unterstützen:

Die forcierte Torfmineralisierung auf den Niedermoorstandorten führt zur Freisetzung von Nährstoffen (z. B. Ca, Mg, K, N, P). Dadurch kommt es zur Erhöhung der Basensättigung, pH-Werte und Kationenaustauschkapazität sowie zur Einengung der C/N-Verhältnisse. Von dieser Eutrophierung sind die Senkenstandorte betroffen. Mit dem Wasseraustrag aus dem Gebiet dürfte ein bedeutender Nährstoffexport verbunden sein.

Auf den Sandstandorten der höher gelegenen Gebiete kommt es indes zur Oberbodenversauerung und Nährstoffverarmung, die sich in sinkenden pH-Werten und geringer Basensättigung manifestiert. Die pH-Werte auf solch einer ÖUB-Fläche weisen darauf hin, dass hier die zunehmende Gefahr toxisch wirkender Kationsäurekonzentrationen besteht. Durch den Mangel an streuzersetzenden Bodenbakterien wachsen die organischen Auflageschichten, was bereits zur Bildung der Humusform Rohhumus geführt hat. Die Folge der Versauerung ist der Rückgang von Arten- und Individuenzahlen vieler Bodenlebewesen und damit die Verringerung der Biodiversität auf den betroffenen Flächen.

Diese Befunde spiegeln sich im Wesentlichen in den Ergebnissen der vegetationskundlichen Erhebungen wider. Die Differenzierung der Bestände nach Standorten, wie sie anhand der mittleren Zeigerwerte der vorhandenen Pflanzen erfolgen kann, stimmt weitgehend mit der Grundwassersituation und -dynamik, sowie den Oberbodeneigenschaften überein. Der Vegetationsdynamik zugrundeliegende standortsökologische Trends lassen sich teilweise schwer determinieren und interpretieren. Bei der Analyse der DK-Wertespannen wird im Allgemeinen eine schwache Tendenz zu trockeneren und ärmeren Bedingungen angezeigt, am deutlichsten beim Traubenkirschen-Eschenwald. Die durch Bodenanalysen festgestellten Differenzen zwischen 2007 und 2009 lassen sich mit den durch Bioindikation ermittelten Trends nicht immer in Deckung bringen. Es kann noch nicht entschieden werden, welches die empfindlichere Methode ist.

In den Erlen- und Eschenwäldern ist eine Tendenz zu höheren Stetigkeiten einiger feuchteliebender Pflanzenarten erkennbar. Außerdem ist die Ausbreitung des Großen Springkrauts (*Impatiens noli-tangere*) zu beobachten. Die artenarmen Buchenbestände sind floristisch gesehen relativ stabil. Innerhalb der Erlen- und Eschenbestände weist der artenreiche Brennessel-Erlenwald die geringste floristische Dynamik auf. Die relativ starken floristischen Veränderungen im Zeitraum 2003-2007 dürften mit mehreren starken Frühjahrsabfällen des Grundwasserpegels zusammenhängen.

Das durch die **ÖÜB** skizzierte Bild des Zustandes und der Entwicklung diverser Ökosystemtypen in Abhängigkeit von den äußeren Rahmenbedingungen bzw. ihrer Nutzung schärft sich zunehmend. Die Möglichkeiten der Auswertung und Interpretation der erfassten Geländedaten wird sich nun mit jeder Zeitreihenuntersuchung erheblich erweitern und es können zunehmend statistische Tests für die Bewertung von Trends herangezogen werden. Dies ermöglicht dann auch eine genauere Zuordnung von Ursachen zu Wirkungen, die in diesem Bericht oft erst als Vermutung formuliert werden konnten. Damit kommt das Biosphärenreservat zunehmend seinem international gestellten Auftrag, Forschung und ökologische Umweltbeobachtung zur Beurteilung der Veränderungen in Ökosystemen ohne/unter dem Einfluss der menschlichen Nutzung zu befördern und Standardmethoden zur Umweltbeobachtung zu entwickeln nach - getreu dem Motto:

**- Aus Beobachtung wächst Erkenntnis -**



## 1. Einführung

Die 1997 konzipierte und seitdem kontinuierlich laufende Ökosystemare Umweltbeobachtung (ÖUB) in den Biosphärenreservaten Brandenburgs ist unabdingbarer Teil der Arbeit der Verwaltung dieser Schutzgebiete. Im MAB- Auftrag verankert und bei den Evaluierungen als funktionales Kriterium abgefragt, hat sie die Funktion, die Entwicklung sowohl in weitgehend ungestörten Bereichen - wie naturnahen Wäldern, Seen und Mooren zu dokumentieren als auch die genutzten Bereiche in der Vielfalt ihrer Nutzungsintensitäten beobachtend zu begleiten. Insbesondere die Funktion, Fakten für eine breite, objektiv hinterlegte Information der Politik und Öffentlichkeit zu erzeugen, rückt zunehmend in den Fokus der Berichterstellung. Als zusätzlicher Auftrag hat sich in den letzten Jahren die Bereitstellung von realen Datenreihen für die Prüfung und Qualifizierung vorausschauend angelegter Modelle entwickelt.

Das Dauerbeobachtungsprogramm ist nach Maßgabe der MAB- Vorgaben in topischer Dimension, d.h. einzelflächenbezogen angelegt. Es zielt primär nicht auf die Ableitung großräumiger Trends, sondern vielmehr auf den lokalspezifischen oder regionalen Erkenntnisgewinn. Regionale Besonderheiten unterschiedlicher Ökosysteme, Belastungen oder Nutzungen sollen dabei berücksichtigt werden. Befunde der ÖUB können jedoch durchaus auch zur Hypothesenbildung eingesetzt werden oder in überregional ausgerichteten Forschungsvorhaben Verwendung finden. Dies wird zunehmend auch abgefragt und genutzt.

Biosphärenreservate sind prädestiniert für diese Form der Dauerbeobachtung, da sie regionaltypische, repräsentative und vergleichsweise großflächige biogeografische Landschaftsräume mit unterschiedlichen Nutzungskonzepten umfassen und langfristig unter Schutz stehen (AG BR 1995). Sie unterliegen zudem in einem 10-jährigen Turnus einer Berichtspflicht über den Status und die Entwicklung nach ausgewählter Beurteilungskriterien (Deutsches MAB Nationalkomitee 1996). Die ÖUB kann für die ökologischen Kriterien dieser Evaluierung wesentliche Indikatoren bereitstellen.

Das genaue methodische Vorgehen bei der Konzepterstellung und der Auswahl der zu beobachtenden Ökosystem-Nutzungstypen, die prioritär zu bedienenden Beobachtungsziele, die konkrete Flächenauswahl, die arbeitsteiligen Herangehensweise in den drei Biosphärenreservaten Brandenburgs und das gewählte Untersuchungsprogramm einschließlich aller Messgrößen und der Begründung ihrer Wahl, d.h. ihre Wertigkeit als Indikator sind den vorliegenden Veröffentlichungen (DREGER et al.1999, LUTHARDT et al. 1999, 2005, 2006b) zu entnehmen und jederzeit einsehbar unter der Homepage: <http://lanuweb.fh-eberswalde.de/oeub/index.html>.

Eine übersichtliche, populärverständliche Zusammenfassung der ÖUB-Ergebnisse bietet LUGV (2011).

Das Programm der ÖUB wird beauftragt und begleitet vom LUGV Brandenburg, Abt. Großschutzgebiete und erfolgt in enger Kooperation mit den Biosphärenreservatsverwaltungen. Der Teil Gewässer wird durch das IAGB Seddin bearbeitet, der Teil Wald neuerdings durch die HNEE FB Wald und Umwelt und der Teil Offenland und die Datenbankhaltung und Gesamtkoordination erfolgen seit 1997 durch die HNEE FB Landschaftsnutzung und Naturschutz.

### **Ziele der Ökosystemaren Umweltbeobachtung in Biosphärenreservaten**

1. Dokumentation der Ökosystem - Entwicklung
  - ⇒ Erhalt von Vergleichsdaten von naturnahen Ökosystemen
  - ⇒ Erkenntnisgewinn zur mittel - bis langfristigen Wirkung von verschiedenen Nutzungen und Nutzungsintensitäten auf die Ökosysteme
2. Beiträge zur naturschutzfachlichen Bewertung von Flächen
3. Grundlagen für die Erfolgskontrolle von Maßnahmen
4. Ableitung von Strategien für die zukünftige Nutzung bzw. das Management von Ökosystemen
5. Aufbau eines Frühwarnsystems
6. Argumentationshilfen für naturschutzfachliche und umweltpolitische Entscheidungsfindung
- 7. Deckung des Informationsbedarfs der Öffentlichkeit über die natürlichen und anthropogen bedingten Veränderungen von Ökosystemen und Darstellung von regionalen Trends**
- 8. Ergänzung: Erzeugung von Basisdaten für die Validierung und Qualifizierung ökologischer Modelle !**

Auf allen genutzten Flächen werden die Bewirtschaftungsdaten für die Bewertung und Auswertung der Geländedaten benötigt und von den Nutzern unentgeltlich bereitgestellt.

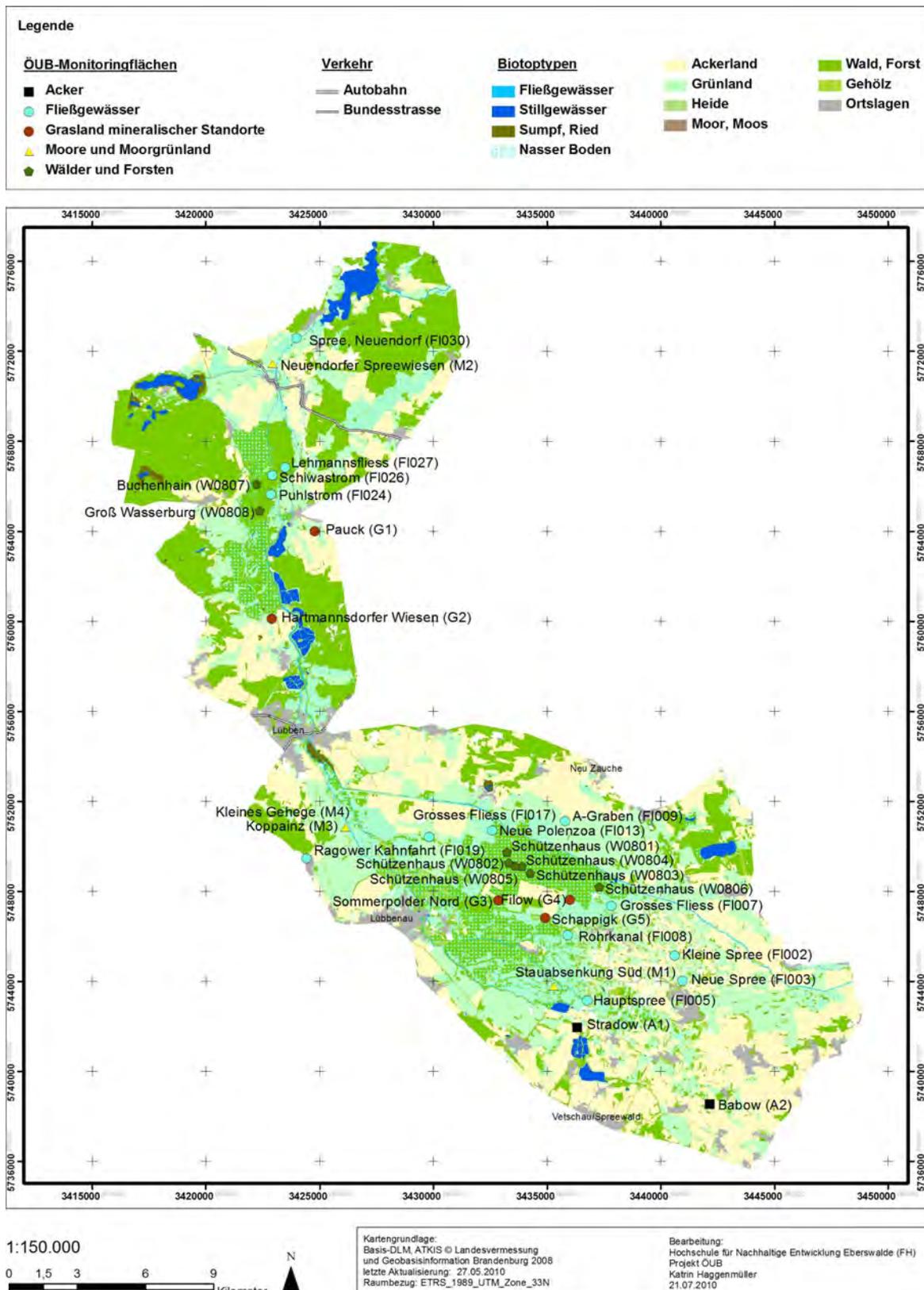
**Allen Nutzern und sonstigen Informanten sei an dieser Stelle ganz herzlich gedankt!**

Im Abgleich mit den anderen Biosphärenreservaten wurden für das BR SW die in Tabelle 1-1 genannten Monitoringflächen ausgewählt, die im 3- bzw. 6-jährigen Rhythmus wiederholend untersucht werden.

**Tab. 1-1 Monitoringflächen der ÖUB im BR SW**

Ökosystemgruppe	Anzahl Monitoringflächen
Acker	2
Naturnahe Moore	-
Moorgrünland, einschl. aufgelassenem	4
Grünland mineralischer Standorte (einschl. aufgelassenem)	5
Wälder und Forsten	8
Seen & Stillgewässer	-
Fließgewässer	13
Flächenanzahl gesamt	32

Die Lage dieser Flächen ist Abb. 1-1 zu entnehmen.



**Abb. 1-1: Lage der ÖÜB-Monitoringflächen im BR Spreewald**

Die Beschreibung der Flächen ist den einzelnen Kapiteln zu entnehmen.

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse aus den Zeitreihenuntersuchungen des mineralischen und Moor-Feuchtgrünlandes, der Fließgewässer und der Wälder dargestellt und zusammenfassend bewertet.

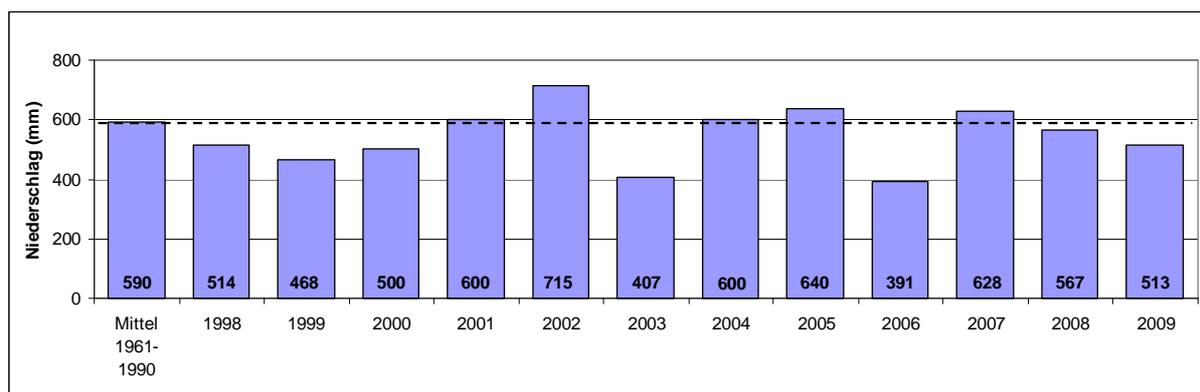
## 2. Witterung, phänologische Entwicklungen und Hintergrundbelastung im Untersuchungszeitraum

### 2.1. Witterung

Die Witterung wird hier seit dem Beginn des Untersuchungszeitraumes im Jahr 1998 bis 2009 betrachtet. Die zugrunde liegenden Daten stammen von der Messstation Lübben-Blumenfelde (Nr. 3324), und wurden vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt. Zusätzlich wurden deutschlandweite Mittelwerte ab dem Jahr 2003, sowie Daten des langjährigen Vergleichszeitraumes 1961 - 1990 vom DWD bezogen (DWD 2009).

#### Niederschlag

Die im Untersuchungszeitraum (1998 - 2009) gemessenen durchschnittlichen Jahresniederschläge von Lübben-Blumenfelde lagen mit 545 mm deutlich unter dem langjährigem Mittel von 590 mm. Auch im Jahr 2009 fiel im Vergleich zum langjährigen Mittel relativ wenig Regen. Hier lag der durchschnittliche Jahresniederschlag mit 513 mm erheblich unter dem Niveau der beiden Vorjahre. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge der Jahre 2007 und 2008 erreichten hingegen das Niveau des langjährigen Mittels mit 682 und 567 mm.



**Abb. 2.1-1: Die Jahressummen der Niederschläge von 1998 bis 2009 mit Vergleich zum langjährigen Mittel 1961-1990, gemessen an der Wetterstation Lübben-Blumenfelde**

Insgesamt kann festgestellt werden, dass sich die Niederschlagssummen der letzten zwölf Jahre im Jahresverlauf in normalen Fluktuationen zum langjährigen Mittel bewegen. Bei monatlicher Betrachtung fällt jedoch ein Defizit in den Frühlings- und Sommermonaten auf (Abb.2.1-3). Im sonst regenreichen Zeitraum April bis August fiel von 1998 bis 2009 bis 17 mm weniger Regen als im Mittel. Der regenreichste Monat war jedoch immer noch der Juli. Auch der Herbst zeigte sich eher trockener. Die Wintermonate von Januar bis März wiesen mehr Regen als im langjährigen Vergleichszeitraum 1961-1990 auf.

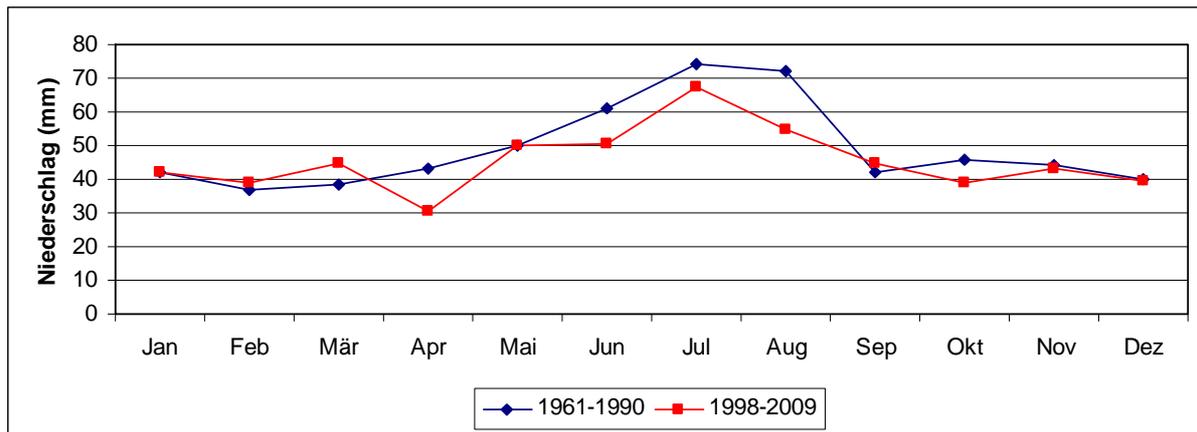


Abb. 2.1-2: Gemittelte monatliche Niederschlagshöhen aus den Jahren 1998 bis 2009 mit Vergleich zum langjährigen Mittel 1961-1990, gemessen an der Wetterstation Lübben-Blumenfelde

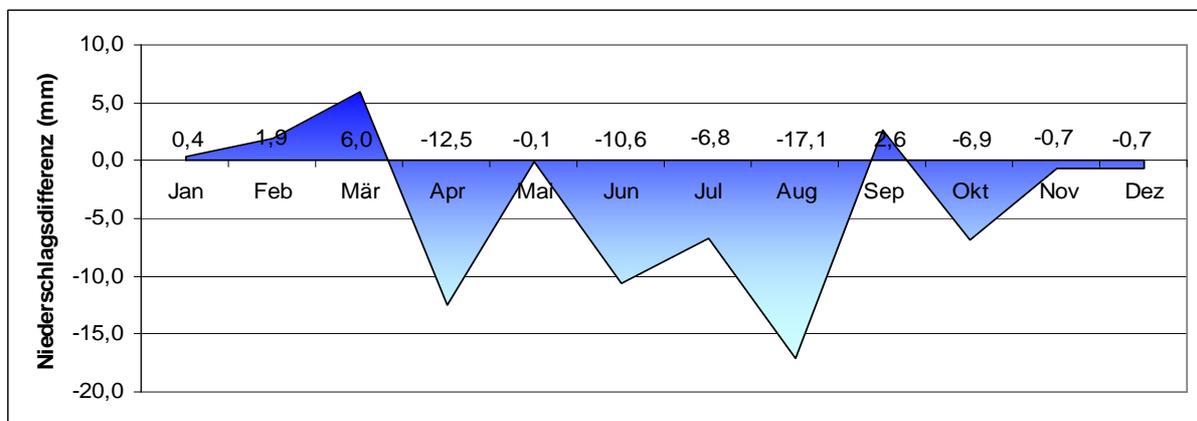


Abb. 2.1-3: Monatliche Niederschlagsdifferenzen zwischen dem Mittel der Jahre 1998 bis 2009 und dem langjährigen Mittel 1961-1990, gemessen an der Wetterstation Lübben-Blumenfelde

Für das Untersuchungsjahr 2009 ist im Vergleich zu der mittleren Niederschlagsfrequenz in den Jahren 1998 bis 2009 vor allem der sehr trockene Jahresbeginn bis zum extrem niederschlagsarmen April, dem dann ein überdurchschnittlich feuchter Frühsommer (Mai, Juni) folgte, ein wiederum trockener Sommer und der regenreiche Herbst (Oktober bis Dezember) herauszustellen (Abb. 2.1-4).

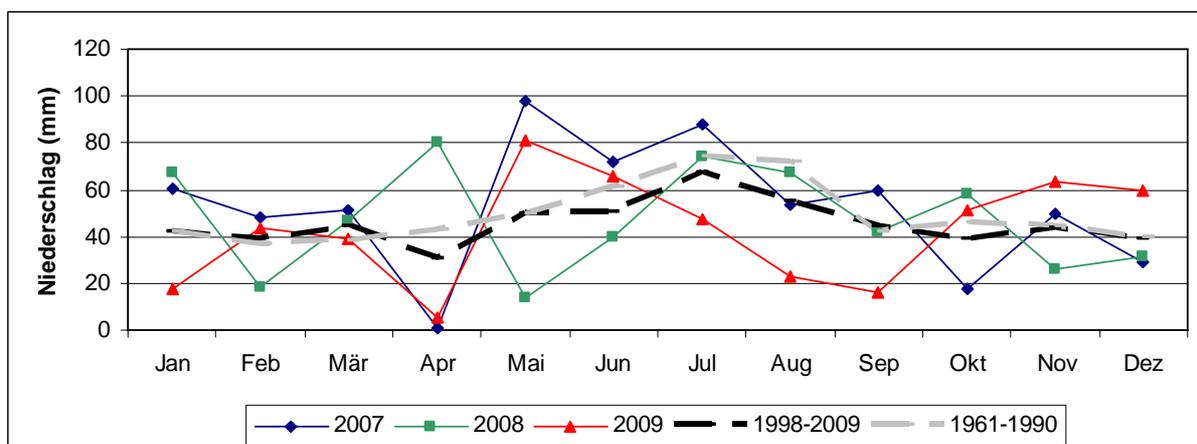
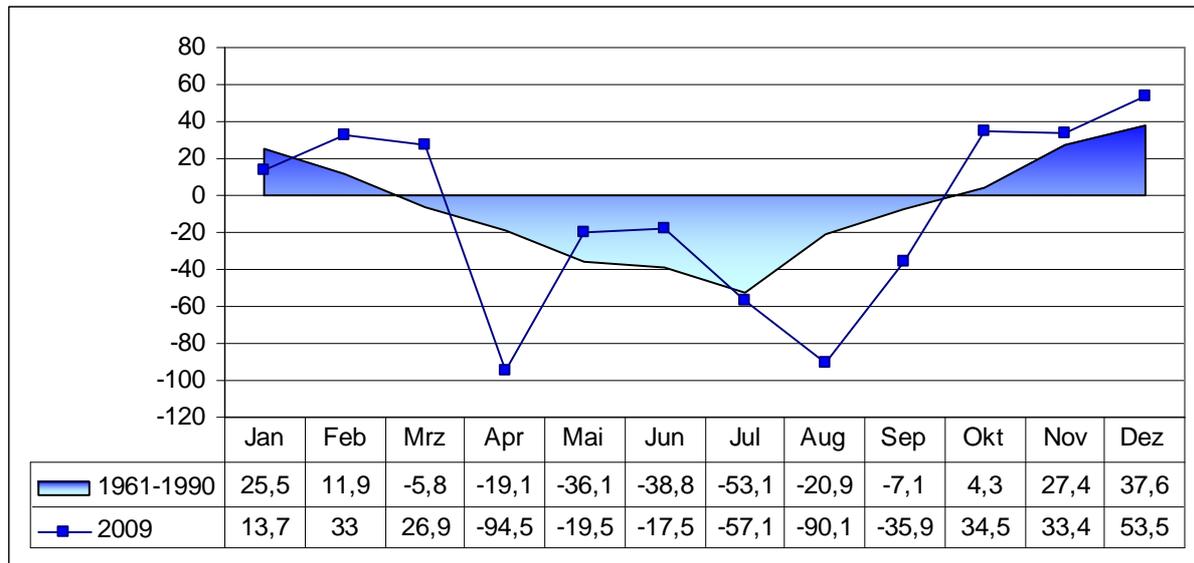


Abb. 2.1-4: Monatliche Niederschlagshöhen in den Jahren 2007 bis 2009 mit Vergleich zum Mittel 1998 - 2009 und zum langjährigen Mittel 1961-1990, gemessen an der Wetterstation Lübben-Blumenfelde

Die für den Spreewald errechnete klimatische Wasserbilanz im Jahr 2009 (Abb. 2.1-5) zeigt ein für die Region typisches Defizit von April bis September (DWD 2010). In den Monaten April und August wurden mit 75 bzw. 69 mm unter dem Klimanormal (1961-1990) außergewöhnlich niedrige Werte festgestellt.

Obwohl in den anderen Monaten des Jahres eine positive Bilanz ermittelt wurde, ergibt sich in der Jahressumme ein Defizit von 119,8 mm, welches um 45,5 mm deutlich unter dem langjährigen Mittelwert von 1961-1990 liegt (-74,3mm).

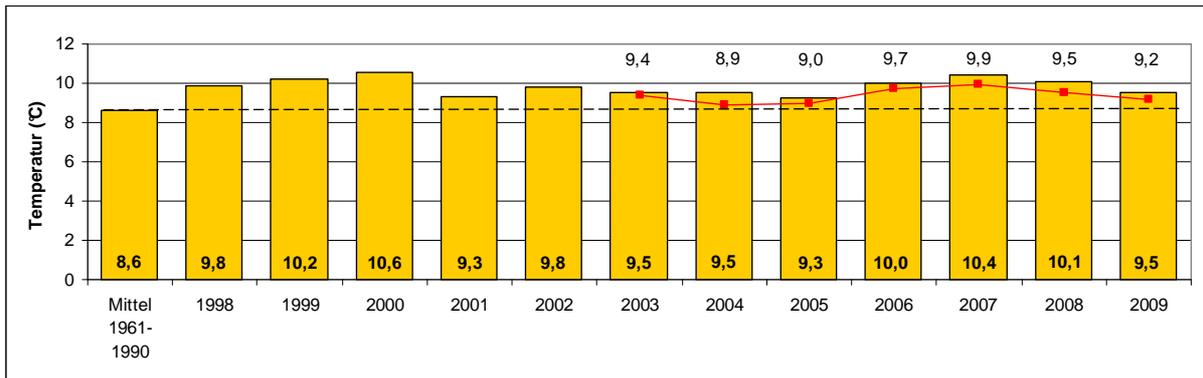


**Abb. 2.1-5: Klimatische Wasserbilanz im Spreewald, Mittelwert aus allen Messstationen im Spreewald, Angaben in mm, bzw. l/m<sup>2</sup> (Werte ohne Niederschlagskorrektur, die Ermittlung der potenziellen Verdunstung erfolgte nach der Methode von PENMAN in der Modifikation durch WENDLING 1991)**

### Lufttemperatur

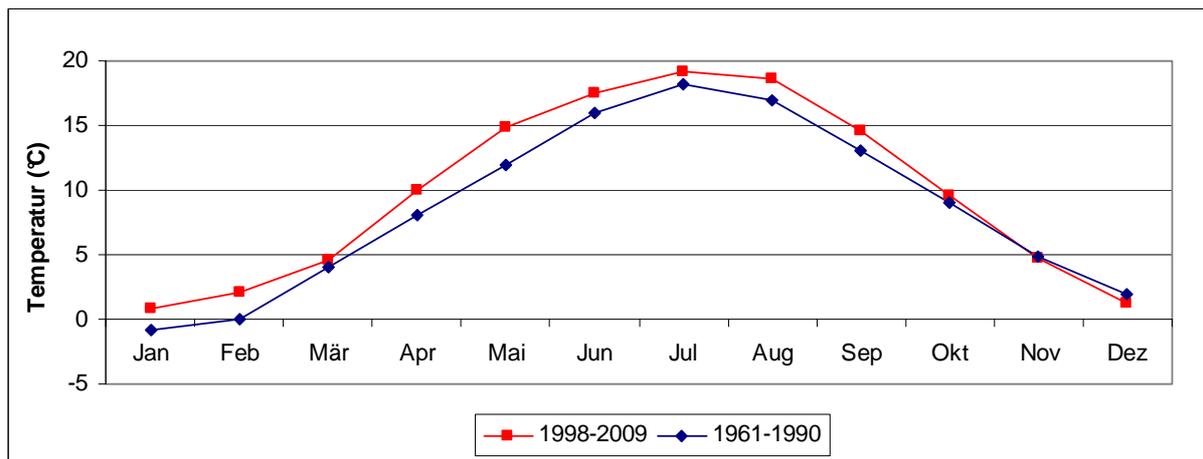
Im Jahr 2009 wurde in Lübben-Blumenfelde ein Temperaturmittel von 9,5°C gemessen. Mit dem gemessenen Gesamtjahresmittel kann hier das Jahr 2009 im Vergleich zum Klimanormal (8,6°C) als überdurchschnittlich warm gezählt werden. Diese eigentliche Ausnahme wurde allerdings in den letzten zwölf Jahren zur Regel: in Lübben-Blumenfelde lag das Jahresmittel der Temperatur immer deutlich über dem langjährigen Mittel (Abb. 2.1-6) und beträgt, alle zwölf Jahre zusammengenommen, durchschnittlich 9,8°C. In diesem Zusammenhang war das aktuelle Jahr mit 9,5°C im Schnitt etwas kühler als das vergangene Jahrzehnt.

Im deutschlandweiten Vergleich lag 2009 das Temperaturmittel von Lübben-Blumenfelde, wie auch in den letzten Jahren, geringfügig über dem Mittel der BRD.

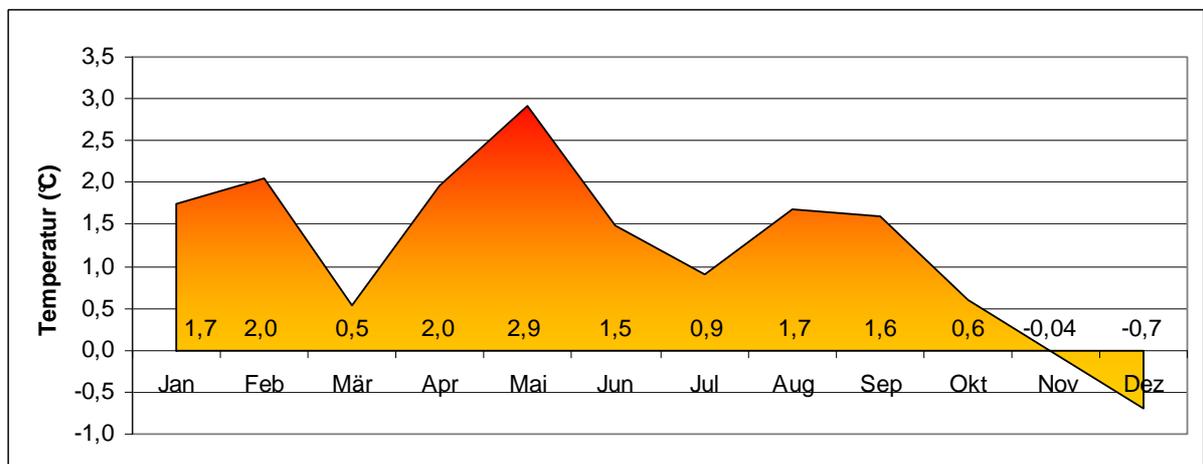


**Abb. 2.1-6: Die Jahresmittel der Lufttemperatur in den Jahren 1998 bis 2009 mit Vergleich zum langjährigen Mittel 1961-1990, gemessen an der Wetterstation Lübben-Blumenfelde sowie zum deutschlandweiten Mittelwert**

Beim Vergleich der monatlichen Temperaturmittel des Zeitraumes 1961-1990 mit dem aktuellen Jahrzehnt fällt für Lübben-Blumenfelde ein Anstieg in allen Monaten ausgenommen November und Dezember ins Auge (Abb. 2.1-7 und 2.1-8). Auffälliger Spitzenwert eines Anstiegs um 2,9 grad. wurde im Monat Mai erreicht. Die geringsten durchschnittlichen Temperaturunterschiede zum langjährigen Mittel wurden im März, sowie im Herbst von Oktober bis Dezember beobachtet.



**Abb. 2.1-7: Monatliche Lufttemperatur im Mittel der Jahre 1998 bis 2009 mit Vergleich zum langjährigen Mittel 1961-1990, gemessen an der Wetterstation Lübben-Blumenfelde**



**Abb. 2.1-8: Monatliche Temperaturdifferenz im Mittel der Jahre 1998 bis 2009 im Vergleich zu dem langjährigen Mittel 1961-1990, gemessen an der Wetterstation Lübben-Blumenfelde**

Der Temperaturverlauf des Jahres 2009 widerspiegelte diesen Trend (Abb. 2.1-9). Auffallend ist jedoch der kalte Jahresbeginn (Monatsmittel Januar:  $-2,9^{\circ}\text{C}$  und Februar:  $0,6^{\circ}\text{C}$ ), der sich damit der Temperatur des langjährigen Mittels angenähert hat. Hervorzuheben ist der sehr warme April 2009 mit  $12,6^{\circ}\text{C}$  im Mittel gekoppelt mit extremer Trockenheit (siehe Abb. 2.1-4). Damit war der Monat April  $4,6$  grad wärmer im Vergleich zum langjährigen Temperaturmittel. Die Temperaturdifferenz während der weiteren Wachstumsphase zwischen Mai und Juli 2009 war weniger extrem und betrug im Mittel  $0,7$  grad. Die Monate August und September waren dagegen mit  $19,2^{\circ}\text{C}$  und  $15,2^{\circ}\text{C}$  deutlich wärmer im Vergleich zum langjährigen Mittel (Temperaturdifferenz  $2,2$  grad). Der November 2009 wurde mit  $7,5^{\circ}\text{C}$  Monatsmittel sogar zum wärmsten November seit Beginn des Untersuchungszeitraumes. Mit einem starken Temperaturgefälle endete das Jahr im recht kalten Dezember, der mit einem Monatsmittel von  $-0,2^{\circ}\text{C}$  sogar  $2,2$  grad unter dem langjährigen Mittel lag.

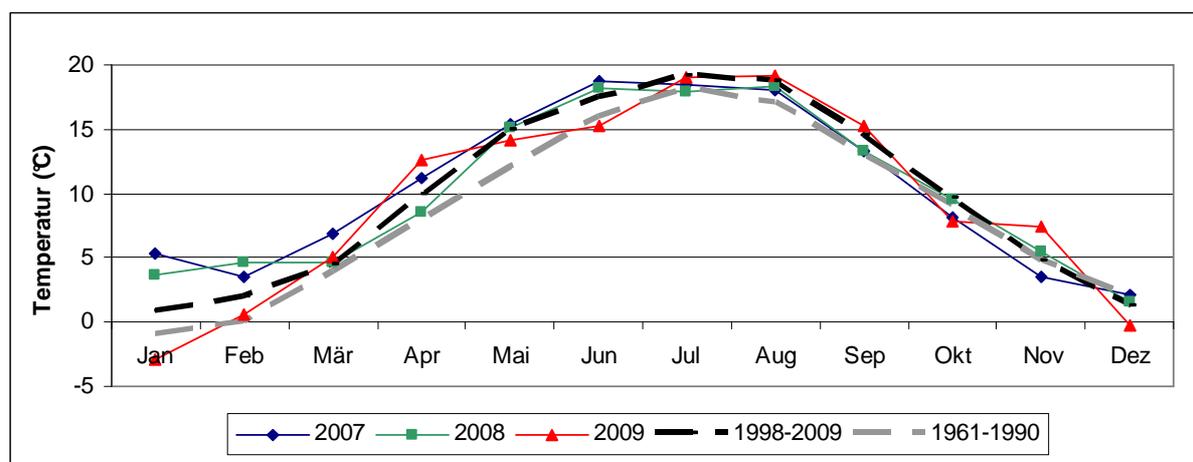


Abb. 2.1-9: Monatsmittel der Lufttemperatur in den Jahren 2007 bis 2009 mit Vergleich zum Mittel 1998 - 2009 und zum langjährigen Mittel 1961-1990, gemessen an der Wetterstation Lübben-Blumenfelde

## 2.2 Phänologie

Phänologische Erscheinungen gelten als geeigneter Indikator für Klimazustände (SCHNELLE 1955, DIERSCHKE 1994) und können die aktuellen Klimaänderungen eindeutig widerspiegeln (CHMIELEWSKI 2007). Die hier benutzten phänologischen Daten stammen vom Deutschen Wetterdienst (DWD 2009a). Der Blühbeginn der Salweide und der Blattfall der Rotbuche werden als Indikatoren für Anfang und Ende der Vegetationsperiode angegeben. Die verwendeten phänologischen Phasen für die Festlegung der Jahreszeiten sind in Tab. Anhang 1 aufgeführt. Berechnungen zu den phänologischen Jahreszeiten im Spreewald beziehen sich auf die Stationen Blumenfelde (erst seit 1992), Burg und Cottbus.

### Vegetationsperiode

Im Jahr 2009 wurde für den Spreewald ein eher später Blühbeginn der Salweide als Parameter für den Beginn der Vegetationsperiode seit Start der ÖUB 1998 registriert (Abb. 2.2-2). Er ist in enger Kopplung mit dem kalten Jahresbeginn Januar bis Februar (mit durchschnittlich  $-1,2^{\circ}\text{C}$ ) zu sehen.



Abb. 2.2-1: blühende Salweide, 16.03.2007, (O. Brauner)

Der spätere Beginn der Vegetationsperiode fiel auf den 87. Tag im Jahr (entspricht dem 28. März). Im letzten Jahrzehnt (1998 bis 2009) trat dieses Ereignis im Mittel 9 Tage früher ein (19. März). Dies entspricht auch den Entwicklungen in ganz Brandenburg: hier verfrühte sich zwischen 1951 bis 2008 der Blühbeginn um durchschnittlich 12,7 Tage (vom 1. April auf den 22. März) (HAGGENMÜLLER & LUTHARDT 2009).

Die Vegetationszeit endete am 305. Tag (01. November), während dies seit 1998 im Schnitt schon am 301. Tag eintrat. Damit dauerte die Vegetationszeit 2009 insgesamt 218 Tage. Sie ist seit den letzten 12 Jahren die zweitkürzeste nach dem Jahr 2006 mit 210 Tagen. Das Mittel lag von 1998-2008 bei 225 Tagen und liegt damit sehr dicht am Brandenburger Mittel von 223 Tagen.

Wählt man statt des Rotbuchenblattfalls die Stiel-Eichen-Blattverfärbung als Parameter für das Ende der Vegetationsperiode, wurde für Brandenburg zwischen 1951 und 2008 eine Verlängerung der Vegetationszeit von durchschnittlich 20 Tagen errechnet (HAGGENMÜLLER & LUTHARDT 2009). Für den Blattfall der Rotbuche liegt für diese Zeitschiene leider keine durchgängige Datenreihe vor, es kann aber von einem vergleichbaren Trend ausgegangen werden.

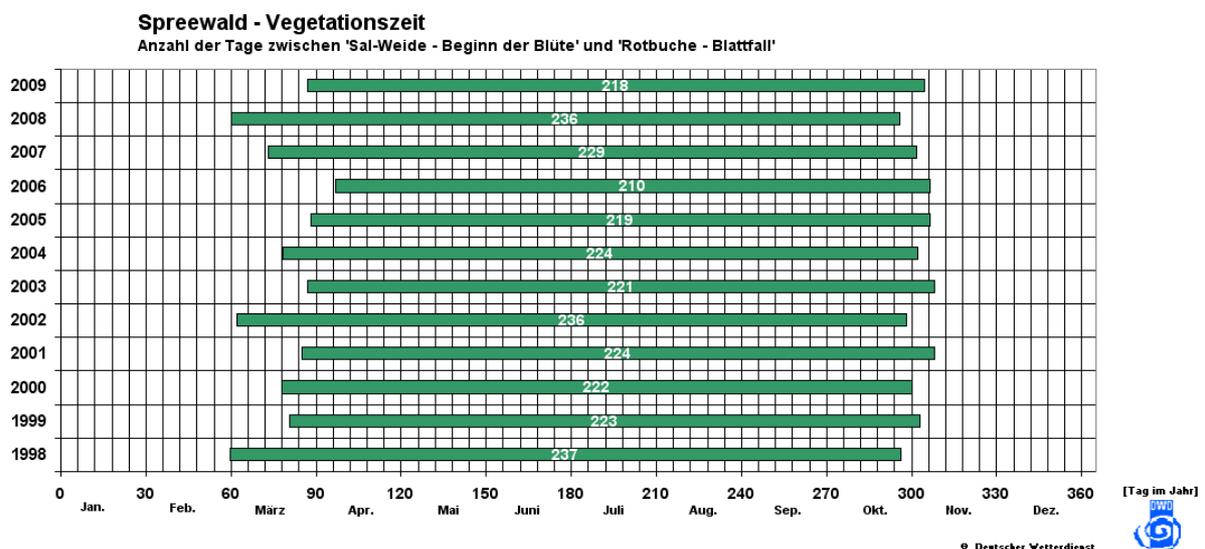


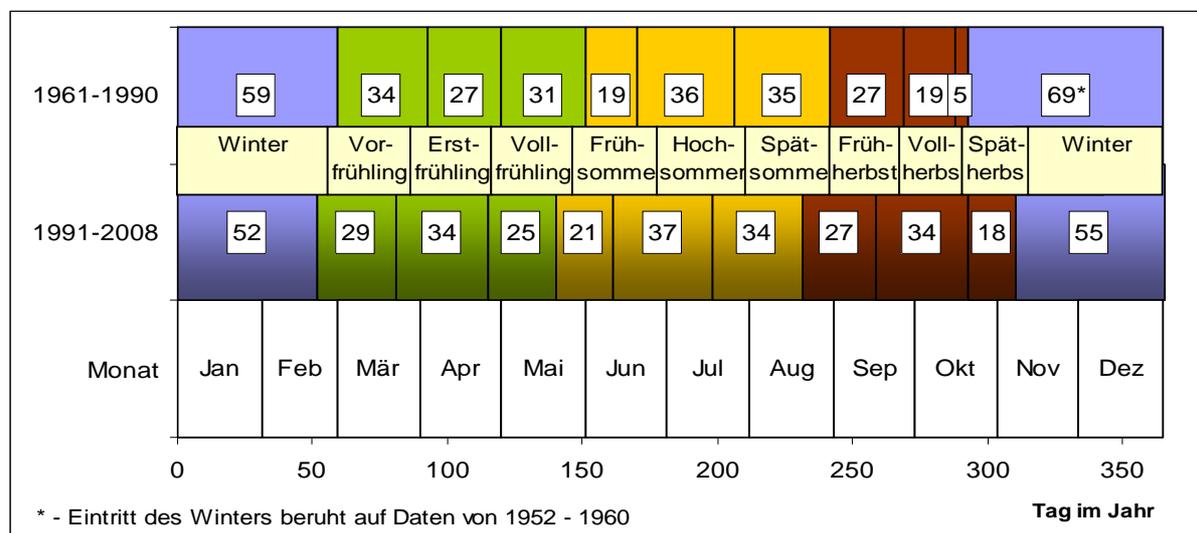
Abb. 2.2-2: Vegetationszeit für den Spreewald, angezeigt durch Blühbeginn der Sal-Weide und Blattfall der Rotbuche von 1998-2009

### Phänologische Jahreszeiten

Der phänologische Kalender (Abb. 2.2-3) stellt den mittleren Beginn und die Dauer der phänologischen Jahreszeiten der Zeiträume 1961-1990 und 1991-2008 dar. Die Grafik verdeutlicht die Verfrühung der Jahreszeiten von Vorfrühling bis Vollherbst um durchschnittlich 10 Tage. Erst im Spätherbst und Winter tritt ein Trend zur Verspätung ein (um 4 bzw. 17 Tage). Diese langfristige Entwicklung ist vorwiegend vom Wärmefaktor gesteuert (SCHNELLE 1955, DIERSCHKE 1994).

Auffällig ist, dass die durchschnittliche Dauer der Frühlings- und Sommerjahreszeiten im Spreewald beinahe unverändert blieb (Tab. 2.2-1). Dagegen verlängerte sich der Herbst in den letzten beiden Jahrzehnten um durchschnittlich 28 Tage und der Winter verkürzte sich um 24 Tage!

Im brandenburgweiten Mittel konnten diese Trends mit etwas geringerer Ausprägung ebenfalls errechnet werden. Hier verlängert sich der Herbst um durchschnittlich 22 Tage, und die Wintermonate verkürzten sich um etwa 20 Tage. Auch hier verfrühte sich der Beginn der Jahreszeiten von Vorfrühling bis Vollherbst um durchschnittlich 7,7 Tage (HAGGENMÜLLER & LUTHARDT 2009).



**Abb. 2.2-3: Doppelter phänologischer Kalender für den Spreewald**

(Stationen: Lübben-Blumenfelde (erst ab 1992), Burg und Cottbus)

**Tab. 2.2-1: Mittlere Länge der Jahreszeiten (in Tagen) im Spreewald**

(Stationen: Lübben-Blumenfelde (erst ab 1992), Burg und Cottbus)

	1961-1990	1991-2008	Differenz	1961-1990	1991-2008
Vorfrühling	34	29	5	92	88
Erstfrühling	27	34	-7		
Vollfrühling	31	25	6		
Frühlingsommer	19	21	-3	90	91
Hochsommer	36	37	0		
Spätsommer	35	34	2		
Frühherbst	27	27	0	51	79
Vollherbst	19	34	-15		
Spätherbst	5	18	-13		
Winter	131	107	24	131	107

Anhand der Daten von HAGGENMÜLLER & LUTHARDT (2009) konnte die zeitliche Verschiebung der phänologischen Jahreszeiten im Spreewald mit dem deutschland- und brandenburgweiten Trend verglichen werden (Tab. Anhang 2).

Es sind bei vier Jahreszeiten (Vor-, und Vollfrühling, Frühsommer, Frühherbst) größere Veränderungen nachgewiesen als im Deutschlandtrend, bei weiteren vier Jahreszeiten (Erstfrühling, Hochsommer, Spätsommer, Spätherbst) gleichen sich die Entwicklungen. Für zwei Jahreszeiten fehlen Vergleichsdaten (Vollherbst und Winter).

Im Vergleich zu den brandenburgweiten Trends wurden im Spreewald bei allen Jahreszeiten stärkere Verschiebungen nachgewiesen, mit Ausnahme des Vorfrühlings.

Somit kann resümiert werden, dass der Naturraum Spreewald im Vergleich zum Brandenburgmittel und teilweise auch zum Deutschlandmittel überdurchschnittlich starke phänologische Verschiebungen in den letzten 50 Jahren erfahren hat.

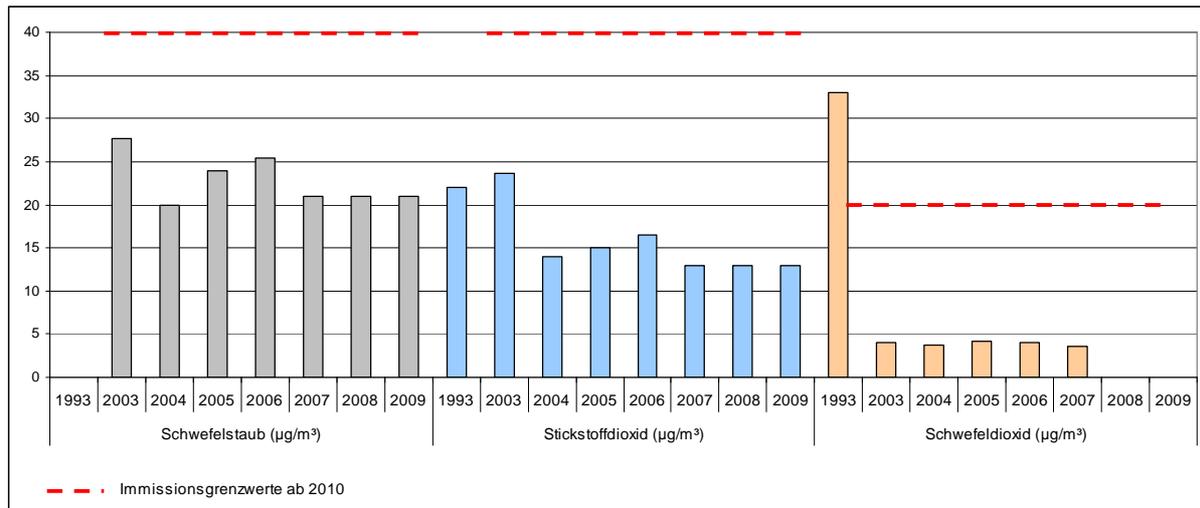
## 2.3 Hintergrundbelastungen durch Immission

Die Daten der Immissionsbelastungen werden dem Messprogramm des LUA Brandenburg entnommen (LUA 2007, 2008, 2009).

Im Folgenden wird mit Hilfe von Mittelwerten die Immissionsbelastung in Brandenburg dargestellt (Tab. 2.3-1 und Abb. 2.3-1). Jedoch ist generell festzustellen, dass sich die anthropogenen Emissionen im Land Brandenburg sowie die damit verbundenen Immissionen seit 1990 drastisch bis zum Jahr 2000 vermindert haben (siehe auch LUTHARDT et al., 2005, LUA 2006) und sich seitdem auf relativ konstantem Niveau bewegen. Abweichungen sind vor allem auf Witterungsextreme zurückzuführen, die sowohl die Schwebstaubimmissionen als auch die Ozonwerte stark beeinflussen.

**Tab. 2.3-1: Jahresmittelwerte 1993 und 2003-2009 der Kenngrößen für die Immissionsbelastung im Land Brandenburg**

	Ozon (mittlere Anzahl der Tage mit > 180 µg/m <sup>3</sup> im 1h-Mittel pro Messstelle)	Relativer Anteil (%) der Ozon-Messstellen mit > 25 Tagen mit 8h-Max > 120 µg/m <sup>3</sup>	Schwefelstaub (µg/m <sup>3</sup> )	Stickstoffdioxid (µg/m <sup>3</sup> )	Schwefeldioxid (µg/m <sup>3</sup> )
1993	1			22	33
2003	2,5	100	27,7	23,7	4
2004	0,1	0,1	20	14	3,7
2005	0,8	17	24	15	4,1
2006	3	95	25,5	16,5	4
2007	0,24	47	21	13	3,5
2008	0,47	31	21	13	
2009	0	0	21	13	
Immissionsgrenzwerte ab 2010	0	25	40	40	20



**Abb. 2.3-1: Durchschnittliche Immissionsbelastung in Brandenburg für die Jahre 1993 und 2003 bis 2009 (arithmetischer Mittelwert von den im Kalenderjahr ermittelten Einzelmesswerten) mit den Grenzwerten für die Dauerbelastung (LUA 2009)**

### Ozon (O<sub>3</sub>)

„Auch wenn die Ozon-Immissionen für 2009 wieder im Rahmen der meteorologisch bedingten interannuellen Schwankungen zu sehen sind, so ist im Berichtsjahr doch ein bemerkenswertes Novum zu verzeichnen: **Erstmals sind die beiden Immissionskenngrößen für den Gesundheitsschutz in ganz Brandenburg eingehalten worden**“ (Abb. 2.3-2). „Die flächendeckende Erfassung der Ozon-Belastung an den derzeit 17 Messstellen erbrachte keinen einzigen 1h-Mittelwert über 180 µg/m<sup>3</sup> (Informationsschwelle für die Bevölkerung). Aber auch beim Immissionswert für den langfristigen Gesundheitsschutz gab es 2009 einen Durchbruch: **Erstmals unterschritten die brandenburgischen Messstellen den Zielwert von maximal 25 Tagen**, an denen das höchste Ozon-8h-Mittel jeweils über 120 µg/m<sup>3</sup> lag. Damit bestehen gute Aussichten, diesen Zielwert auch im EU-konformen Dreijahresmittel ab 2010 für die meisten Messstellen in Brandenburg dauerhaft einzuhalten. [...]

Deutschlandweit war der Sommer 2009 der am wenigsten mit Ozon belastete Sommer während der letzten 20 Jahre.

**Zukünftig dürfte sich auch unter günstigen photochemischen Ozon-Bildungsbedingungen die Auftrittswahrscheinlichkeit von Spitzenbelastungen weiter verringern.“**

„Für den Schutz der Vegetation gibt die 33. BImSchV einen ab 2010 im fünfjährigen Mittel einzuhaltenden Dosiswert für die saisonale Belastung (tagsüber im Sommerhalbjahr) vor, den sogenannten AOT40-Wert<sup>1</sup> in Höhe von 18.000 µg/(m<sup>3</sup>·h). Auch diese **AOT40-Werte** spiegeln die stark meteorologisch beeinflusste Vegetationsbelastung mit Maximalwerten 1954, 2003 und 2006 gut wider [...]. Im landesweiten Fünfjahresmittel wurden 2005 - 2009 etwa 17.540 µg/(m<sup>3</sup>·h) erreicht, was einem **leichten Rückgang gegenüber 2004 - 2008 von 2 %** entspricht. Damit verbleiben **noch sieben von 17 Messstellen oberhalb des ab 2010 geltenden Wertes der 33. BImSchV.**

Streng lässt sich diese Aussage jedoch nicht auf die städtischen Hintergrund-Messstellen anwenden, sondern sie gilt entsprechend vor allem für ländliche Messstellen, die für größere naturnahe Gebiete repräsentativ sind. Hier verzeichneten die drei ländlichen Hintergrundstationen AOT 40-Werte zwischen 17.176 µg/(m<sup>3</sup>·h) (Hasenholz) und 18.842 µg/(m<sup>3</sup>·h) für Lütte.

Zukünftig wird am ehesten mit einer Quasikonstanz der derzeitigen Dosisbelastung zu rechnen sein, da einerseits O<sub>3</sub>-Spitzenbelastungen zurück gehen, der mittlere O<sub>3</sub>-Pegel allerdings zunimmt.“ (LUA 2009)

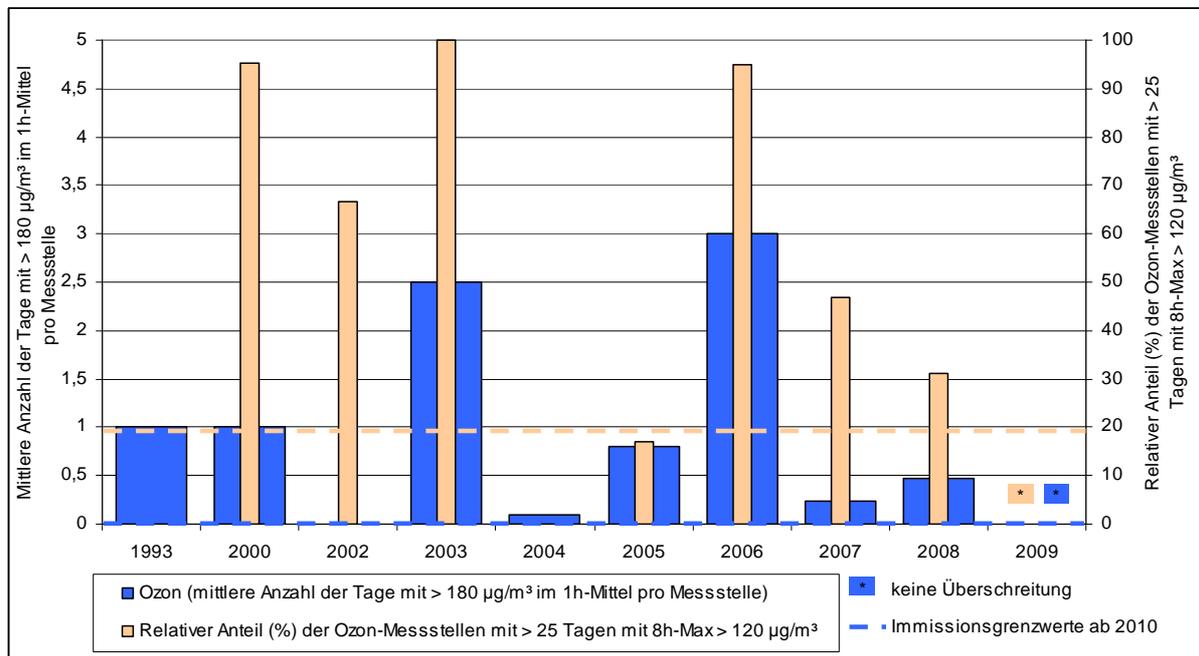


Abb. 2.3-2: Jährliche Ozon-Kennwerte für Brandenburg in den Jahren 1993 und 2003 bis 2009 mit den Grenzwerten für die Dauerbelastung (LUA 2009)

### Schwefelstaubbelastung (PM 10)

„Seit dem Jahr 2000 war die Feinstaub-Dauerbelastung im landesweiten Mittel nur geringen, im Wesentlichen meteorologisch bedingten Veränderungen unterworfen. In ausbreitungsungünstigen „Episodenjahren“ wie 2006 lag das Brandenburg-Mittel von 25,5 µg/m<sup>3</sup> sogar knapp über dem Pegel von 2000 (25 µg/m<sup>3</sup>), während in eher ausbreitungsgünstigen Jahren wie 2007 bis 2009 nur 21 µg/m<sup>3</sup> verzeichnet wurden. Eine Fortsetzung der in den 90er Jahren beobachteten deutlichen Abnahme der (Gesamt-) Schwebstaubbelastung bzgl. PM10 erfordert nachhaltige Emissionsverbesserungen insbesondere bei größeren stationären Emittenten in den neuen EU-Beitrittsstaaten sowie generell im Straßenverkehr. Der PM10-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> wurde dessen ungeachtet jedoch an verkehrsfernen Stadtmessstellen im Mittel nur zu 55 % ausgelastet“. (LUA 2009)

### Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

„Seit 1993 (Brandenburg-Jahresmittelwert JMW = 33 µg/m<sup>3</sup>) war aufgrund von Emittentenstilllegungen, der Einführung der Rauchgasentschwefelung und vor allem durch den Brennstoffwechsel von Braunkohle zu Erdgas und Öl-Heizungen eine **ständig sinkende Belastung zu verzeichnen**. Sie kam um das Jahr 2000 auf einem Niveau von 5 µg/m<sup>3</sup> an, das vordem nicht einmal von emittententfernen sogenannten Reinluftmessstellen erreicht worden war. Verbunden mit dieser starken Immissionsabnahme verringerte sich auch die Spannweite der JMW an den TELUB-Messstellen erheblich, sodass heute nicht mehr von einem Nord-Süd-Gradienten der SO<sub>2</sub>-Belastung in Brandenburg gesprochen werden kann [...]. **Seit dem Jahr 2000 blieb das SO<sub>2</sub>-Konzentrationsniveau also nahezu unverändert**. 2009 verzeichnete das landesweite Mittel mit 2,8 µg/m<sup>3</sup> (2008: 3,4 µg/m<sup>3</sup>; 2007: 3,5 µg/m<sup>3</sup>) ein **neues Belastungsminimum seit Beginn der brandenburgischen Registrierungen**.

**Die Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV werden seit Jahren für Schwefeldioxid ganz klar eingehalten.** Dies gilt insbesondere für die ökosystembezogenen Jahres- und Winterhalbjahres-Mittel von jeweils  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auch zukünftig wird das  $\text{SO}_2$ -Immissionsniveau bei weiterhin geringer räumlicher Differenz bei etwa gleich niedrigen Werten verharren.“ (LUA 2009)

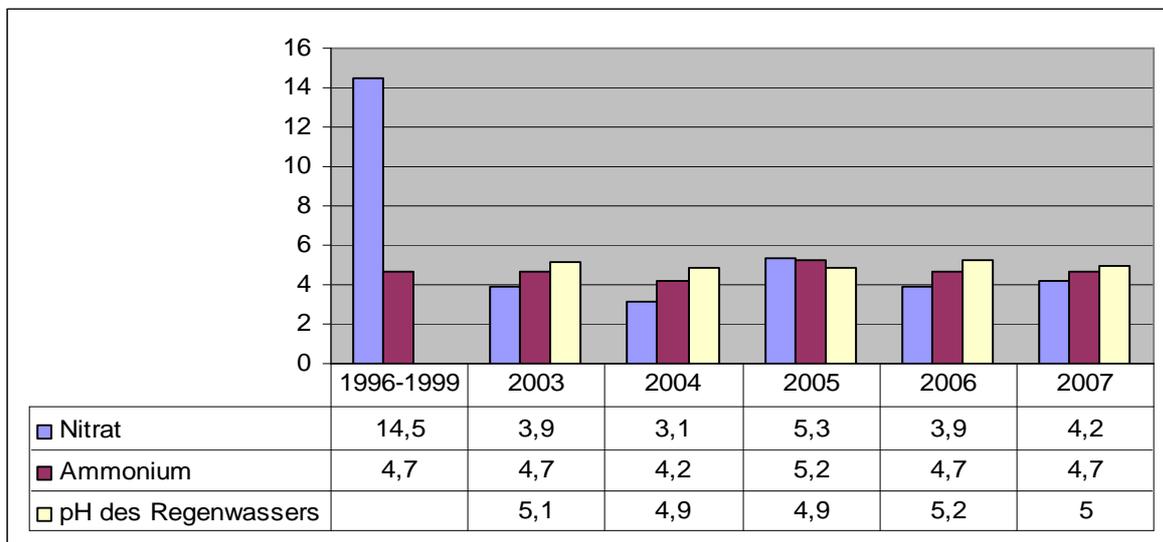
### Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ )

Der landesweite Jahresmittelwert sank von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1993) mit Fluktuationen auf  **$13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2009, dem bereits seit 2007 erreichten Minimum.** Auffällig ist dabei eine weiterhin starke Differenzierung zwischen städtischer Hintergrundbelastung und verkehrsfernen Schutzgebieten, die 2009 immerhin noch  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  betrug (Potsdam-Zentrum bzw. Lütte (Fläming)).

„Die ab 2010 geltenden Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV werden an den städtischen Hintergrundmessstellen seit Jahren problemlos eingehalten. Dies gilt insbesondere für den Jahresmittel-grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der im übrigen auch vegetationsbezogen (als  $\text{NO}_x$ -Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) an den drei ländlichen TELUB-Messstellen Lütte (Fläming), Hasenholz (Märkische Schweiz) und Neu Zauche (Spreewald) 2009 mit 12 bis  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sicher eingehalten wurde.“ (LUA 2009)

Bei den Ammonium- und Nitratkonzentrationen sind nach den Entwicklungen in den 90-er Jahren weiterhin keine Veränderungen zu beobachten (Abb. 2.3-3). Die Hauptquelle für Nitrate stellen Verbrennungsprozesse dar. Ammonium wird durch landwirtschaftliche Quellen und den KFZ- Verkehr freigesetzt.

Der Median des pH-Wertes des Regenwassers, der von 1983-1991 zwischen 5,4 und 6,5 lag, sank landesweit von 1992 bis 1999 auf 4,5 - 5,1, d.h. die Niederschläge sind saurer geworden (LUA 2006). Seither ist jedoch kein weiterer Rückgang, sondern ein Einpendeln auf einem relativ kontinuierlichen Niveau um 5,0 festzustellen.



**Abb. 2.3-3: Durchschnittliche Einträge an Nitrat ( $\text{kg NO}_3/\text{ha.a}$ ) und Ammonium ( $\text{kg NH}_4/\text{ha.a}$ ) an der Messstation Schwenow des Landes Brandenburg (Freifläche) von 1996-1999 ermittelt mit Bulk- Messung und Daten des Level II-Programms (LUTHARDT et al. 2006b)**

### 3. Das Feuchtgrünland im BR Spreewald

#### 3.1. Ausgewählte Ökosystemtypen

Im arbeitsteiligen Vorgehen zwischen den drei Biosphärenreservaten Brandenburgs wurde der Schwerpunkt der Dauerbeobachtung im BR Spreewald auf das Feuchtgrasland sowohl der mineralischen als auch der Moorstandorte gelegt. In Kombination mit den Nutzungstypen bzw. -auffassung und spezifischer Managementmaßnahmen hier: Wiedervernässung ergab sich eine Auflistung vorkommender Ökosystem-Nutzungstypen (Tab. 3.1-1). Nach definierten Kriterien (LUTHARDT et al. 2005) wurden die zu beobachtenden Typen ausgewählt und im Zuge der Ersteinrichtung von 1999-2001 die konkreten Flächen ausgesucht: 5 Untersuchungsflächen des mineralischen und 4 des Moor-Graslandes.

**Tab. 3.1-1: Klassifikationskriterien für die Zuordnung der Ökosystemtypen des Graslandes und Auflistung der relevanten Nutzungsformen/ Managementmaßnahmen**

<b>Ökosystem-Gruppe</b>	<b>Klassifikationskriterien für die Inventarisierung der Ökosystemtypen</b>	<b>Definition der relevanten Nutzungsformen/ spezieller Managementmaßnahmen</b>
Moorgrünland	Kombination von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflanzenformation</li> <li>• Moormächtigkeit</li> <li>• Bodendegradierungsgrad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ohne Nutzung</li> <li>• mit Mähnutzung</li> <li>• mit Weidenutzung</li> <li>• mit Wiedervernässung</li> </ul>
Mineralisches Grünland	Kombination von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotoptyp</li> <li>• Substrat</li> <li>• Relief</li> <li>• Hydromorphie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mähwiese</li> <li>• Rinderweide</li> <li>• Schafweide</li> <li>• Brache</li> </ul>

Die steckbriefartige Beschreibung der Flächen ist dem folgenden Kapitel zu entnehmen.

Nach der z.T. etwas zeitversetzten Ersteinrichtung wurden die Wiederholungsuntersuchungen in einen gleichmäßigen Turnus eingestellt: 2003, 2006 und 2009.

Das Untersuchungsprogramm der ÖUB umfasst sowohl 3-jährig zu erhebende Parameter wie z.B. die vegetationskundlichen Erfassungen als auch nur alle 6 Jahre zu erfassende Daten wie die Regenwurmzönose (Untersuchungsprogramm siehe <http://lanuweb.fh-eherswalde.de/oeub/>). Die Auswertung der nunmehr 2- bzw. 4- maligen Aufnahmen ist in den folgenden Kapiteln erörtert.

### 3.2. Steckbriefe der Untersuchungsflächen

<b>Flächenname:</b> Pauck <b>Flächenkürzel:</b> SW_G1 <b>Ökosystemtyp:</b> Frischweide auf grundwasserbestimmten Sanden <b>Naturräuml. Lage:</b> Unterspreewald <b>Flächengröße:</b> 20,6 ha <b>Ersteinrichtung:</b> 1999 <b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009 <b>Bewirtschaftung:</b> 2-3 malige Beweidung u. Mahd <b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Frisch		 <p>Blick auf nördliches Messfeld u. Feldgehölz mit provisorischem GW-Pegel, Pauck, 01.06.06 (O. Brauner)</p>			
Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)		Zeitreihe			
		I.	II.	III.	IV.
<b>Gefäßpflanzen:</b>	- Zentrum	102 (8)	122 (10)	97 (11)	132 (10)
	- Rand	46 (4)	34 (5)	32 (1)	44 (2)
<b>Heuschrecken</b>		14 (2)	14 (3)	14 (2)	14 (3)
<b>Regenwürmer:</b>	- Individuen	242 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.	263 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.
	- Arten / Biomasse	8 / 62,8 g/ m <sup>2</sup>		8 / 80,0 g/ m <sup>2</sup>	
<b>Laufkäfer:</b>	- Arten	25 (-)	26 (-)	20 (-)	18 (-)
	- Individuen	221	280	359	437

<b>Flächenname:</b> Hartmannsdorfer Wiesen <b>Flächenkürzel:</b> SW_G2 <b>Ökosystemtyp:</b> Frischweide auf grundwasserbestimmten Sanden <b>Naturräuml. Lage:</b> Unterspreewald <b>Flächengröße:</b> 7,5 ha <b>Ersteinrichtung:</b> 1999 <b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009 <b>Bewirtschaftung:</b> 2-3 malige Beweidung u. Mahd <b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Frisch		 <p>Blick auf die II. Heuschrecken-Probefläche auf den Hartmannsdorfer Wiesen, 01.09.06 (O. Brauner)</p>			
Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)		Zeitreihe			
		I.	II.	III.	IV.
<b>Gefäßpflanzen:</b>	- Zentrum	99 (11)	103 (10)	98 (9)	102 (12)
	- Rand	38 (4)	41 (5)	6 (1)	16 (1)
<b>Heuschrecken</b>		15 (2)	13 (2)	14 (3)	16 (3)
<b>Regenwürmer:</b>	- Individuen	162 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.	108 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.
	- Arten / Biomasse	5 / 37,5 g/ m <sup>2</sup>		6 / 39,9 g/ m <sup>2</sup>	
<b>Laufkäfer:</b>	- Arten	14 (-)	20 (-)	22 (-)	19 (-)
	- Individuen	93	182	76	156

<b>Flächenname:</b> Sommerpolder Nord <b>Flächenkürzel:</b> SW_G3 <b>Ökosystemtyp:</b> Mähweide auf Klockboden <b>Naturräuml. Lage:</b> Innerer Oberspreewald <b>Flächengröße:</b> 5,2 ha <b>Ersteinrichtung:</b> 2000 <b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009 <b>Bewirtschaftung:</b> 1-2 malige Beweidung u. Mahd <b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Feucht		 <p>Parzellierte Rinderbeweidung auf Sommerpolder Nord, im Vorder-grund mit fest installiertem DIN-Pegel des BR-SW, 07.05.03 (O. Brauner)</p>			
Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)		Zeitreihe			
		I.	II.	III.	IV.
<b>Gefäßpflanzen:</b>	- Zentrum	78 (7)	77 (6)	78 (5)	78 (7)
	- Rand	51 (2)	52 (5)	22 (3)	39 (1)
<b>Heuschrecken</b>		14 (2)	15 (3)	14 (2)	11 (2)
<b>Regenwürmer:</b>	- Individuen	71 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.	86 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.
	- Arten /	5 / 16,8 g/ m <sup>2</sup>		4 / 22,1 g/ m <sup>2</sup>	
	<b>Biomasse</b>				
<b>Laufkäfer:</b>	- Arten	k.A.	17 (1)	14 (1)	14 (-)
	- Individuen		314	67	82

<b>Flächenname:</b> Filow <b>Flächenkürzel:</b> SW_G4 <b>Ökosystemtyp:</b> Mähweide auf stark ver-nässten Auenlehm(sanden) bzw. Klockboden <b>Naturräuml. Lage:</b> Innerer Oberspreewald <b>Flächengröße:</b> 1,4 ha <b>Ersteinrichtung:</b> 2000 <b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009 <b>Bewirtschaftung:</b> 2-3 malige Beweidung u. Mahd <b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Feucht		 <p>Westl. Parzelle (III) von Filow im Frühjahrsaspekt u. a. mit Kriechendem Hahnenfuss (<i>Ranunculus repens</i> u. Sumpfschilf (<i>Carex acutiformis</i>), 18.05.06 (O. Brauner)</p>			
Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)		Zeitreihe			
		I.	II.	III.	IV.
<b>Gefäßpflanzen:</b>	- Zentrum	98 (7)	78 (7)	91 (5)	88 (7)
	- Rand	30 (1)	24 (1)	11 (1)	6 (-)
<b>Heuschrecken</b>		14 (2)	14 (3)	13 (3)	13 (3)
<b>Regenwürmer:</b>	- Individuen	88 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.	119 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.
	- Arten /	6 / 30,4 g/ m <sup>2</sup>		6 / 29,6 g/ m <sup>2</sup>	
	<b>Biomasse</b>				
<b>Laufkäfer:</b>	- Arten	18 (1)	26 (1)	23 (-)	29 (1)
	- Individuen	157	297	148	347

<b>Flächenname:</b> Schappigk <b>Flächenkürzel:</b> SW_G5 <b>Ökosystemtyp:</b> Aufgelassenes Grasland auf Anmoorboden <b>Naturräuml. Lage:</b> Innerer Oberspreewald <b>Flächengröße:</b> 1,7 ha <b>Ersteinrichtung:</b> 2000 <b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009 <b>Bewirtschaftung:</b> von 1998-2005 keine Nutzung, 2006-2009 1-malige Mahd (ab Aug.) <b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Nass		 <p>Schappigk kurz vor erstmaliger Mahd seit 1998 auf Höhe des Hauptmessfeldes, 02.08.06 (O. Brauner)</p>			
Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)		Zeitreihe			
		I.	II.	III.	IV.
<b>Gefäßpflanzen:</b>	<b>- Zentrum</b>	117 (11)	91 (9)	76 (8)	94 (9)
	<b>- Rand</b>	1 (-)	- (-)	16 (-)	1 (1)
<b>Heuschrecken</b>		14 (2)	10 (3)	10 (3)	12 (4)
<b>Regenwürmer:</b>	<b>- Individuen</b>	203 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.	82 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.
	<b>- Arten / Biomasse</b>	4 / 24,3 g/ m <sup>2</sup>		4 / 12,2 g/ m <sup>2</sup>	
<b>Laufkäfer:</b>	<b>- Arten</b>	13 (-)	22 (1)	25 (1)	22 (1)
	<b>- Individuen</b>	115	330	351	493

<b>Flächenname:</b> Stauabsenkung Süd <b>Flächenkürzel:</b> SW_M1 <b>Ökosystemtyp:</b> Feuchtwiese auf tiefgrün digem vererdeten Niedermoor <b>Naturräuml. Lage:</b> Innerer Oberspreewald <b>Flächengröße:</b> 20,4 ha <b>Ersteinrichtung:</b> 1999 <b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009 <b>Bewirtschaftung:</b> 1-malige Mahd (ab Juli/ Aug.) <b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Wechselnass		 <p>Aufnahme der II. Heuschrecken-Probefläche (Nebemess-feld) auf der Fläche Stauabsenkung Süd, 24.07.09 (OB)</p>			
Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)		Zeitreihe			
		I.	II.	III.	IV.
<b>Gefäßpflanzen:</b>	<b>- Zentrum</b>	88 (7)	91 (8)	102 (9)	124 (9)
	<b>- Rand</b>	44 (3)	42 (4)	11 (2)	15 (1)
<b>Heuschrecken</b>		14 (2)	15 (3)	15 (3)	16 (3)
<b>Regenwürmer:</b>	<b>- Individuen</b>	56 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.	2 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.
	<b>- Arten / Biomasse</b>	3 / 25,3 g/ m <sup>2</sup>		2 / 0,2 g/ m <sup>2</sup>	
<b>Laufkäfer:</b>	<b>- Arten</b>	16 (-)	24 (1)	19 (1)	25 (1)
	<b>- Individuen</b>	102	504	65	510

<b>Flächenname:</b> Neuendorfer Spreewiesen <b>Flächenkürzel:</b> SW_M2 <b>Ökosystemtyp:</b> Großseggenwiese auf flachgründigem Niedermoor <b>Naturräuml. Lage:</b> Unterspreewald <b>Flächengröße:</b> 3,0 ha <b>Ersteinrichtung:</b> 1999 <b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009 <b>Bewirtschaftung:</b> 2-3 malige Mahd <b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Wechsellass		 <p>Parzellierte Rinderbeweidung im Bereich der ÖÜB-Messfelder der Neuendorfer Spreewiesen, 14.08.09 (O. Brauner)</p>			
Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)		Zeitreihe			
		I.	II.	III.	IV.
<b>Gefäßpflanzen:</b>	- Zentrum	92 (13)	97 (10)	81 (9)	99 (9)
	- Rand	37 (1)	31 (2)	32 (1)	20 (1)
<b>Heuschrecken</b>		14 (2)	15 (1)	14 (1)	13 (2)
<b>Regenwürmer:</b>	- Individuen	32 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.	19 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.
	- Arten / Biomasse	4 / 3,9 g/ m <sup>2</sup>		3/ 10,6 g/ m <sup>2</sup>	
<b>Laufkäfer:</b>	- Arten	26 (-)	21 (-)	20 (1)	24 (2)
	- Individuen	428	319	134	132

<b>Flächenname:</b> Koppainz <b>Flächenkürzel:</b> SW_M3 <b>Ökosystemtyp:</b> Feuchtgrasland auf flachgründigem vererdetem Niedermoor <b>Naturräuml. Lage:</b> Innerer Oberspreewald <b>Flächengröße:</b> 7,7 ha <b>Ersteinrichtung:</b> 2000 <b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009 <b>Bewirtschaftung:</b> 1 malige Beweidung u. Mahd <b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Nass		 <p>ÖÜB-Moorfläche Koppainz mit Hochwasserstand im Frühjahr. 07.04.06 (O. Brauner)</p>			
Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)		Zeitreihe			
		I.	II.	III.	IV.
<b>Gefäßpflanzen:</b>	- Zentrum	69 (4)	51 (2)	46 (2)	66 (3)
	- Rand	74 (4)	80 (5)	38 (3)	13 (2)
<b>Heuschrecken</b>		14 (2)	13 (1)	14 (1)	14 (1)
<b>Regenwürmer:</b>	- Individuen	196 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.	124 Ind./ m <sup>2</sup>	k. Aufn.
	- Arten / Biomasse	5 / 29,1 g/ m <sup>2</sup>		4/ 22,0 g/ m <sup>2</sup>	
<b>Laufkäfer:</b>	- Arten	15 (-)	21 (-)	18 (1)	17 (2)
	- Individuen	140	270	113	162

<p><b>Flächenname:</b> Kleines Gehege</p> <p><b>Flächenkürzel:</b> SW_M4</p> <p><b>Ökosystemtyp:</b> Röhrichtflur auf flachgründigem degrad. Niedermoor, wiedervernässt</p> <p><b>Naturräuml. Lage:</b> Innerer Oberspreewald</p> <p><b>Flächengröße:</b> 12,5 ha</p> <p><b>Ersteinrichtung:</b> 2000</p> <p><b>Wiederholungen:</b> 2003, 2006, 2009</p> <p><b>Bewirtschaftung:</b> einmalige Beweidung u. Mahd (in feuchteren Jahren keine Nutzung)</p> <p><b>Grundwasser- verhältnisse:</b> Nass</p>	 <p>Blick vom NO-Flächensaum auf Höhe des Vegetationstransect-beginns auf die Moorfläche Kl. Gehege, 04.05.09 (O. Brauner)</p>			
<b>Artenzahlen (jeweils Anteil RL-BB)</b>	<b>Zeitreihe</b>			
	<b>I.</b>	<b>II.</b>	<b>III.</b>	<b>IV.</b>
<b>Gefäßpflanzen:</b>				
<b>- Zentrum</b>	81 (7)	69 (8)	69 (7)	88 (6)
<b>- Rand</b>	17 (2)	45 (4)	10 (3)	47 (4)
<b>Heuschrecken</b>	14 (2)	10 (2)	12 (3)	10 (2)
<b>Regenwürmer:</b>				
<b>- Individuen</b>	-	-	-	-
<b>- Arten / Biomasse</b>				
<b>Laufkäfer:</b>				
<b>- Arten</b>	20 (1)	27 (4)	23 (2)	27 (2)
<b>- Individuen</b>	131	351	238	436

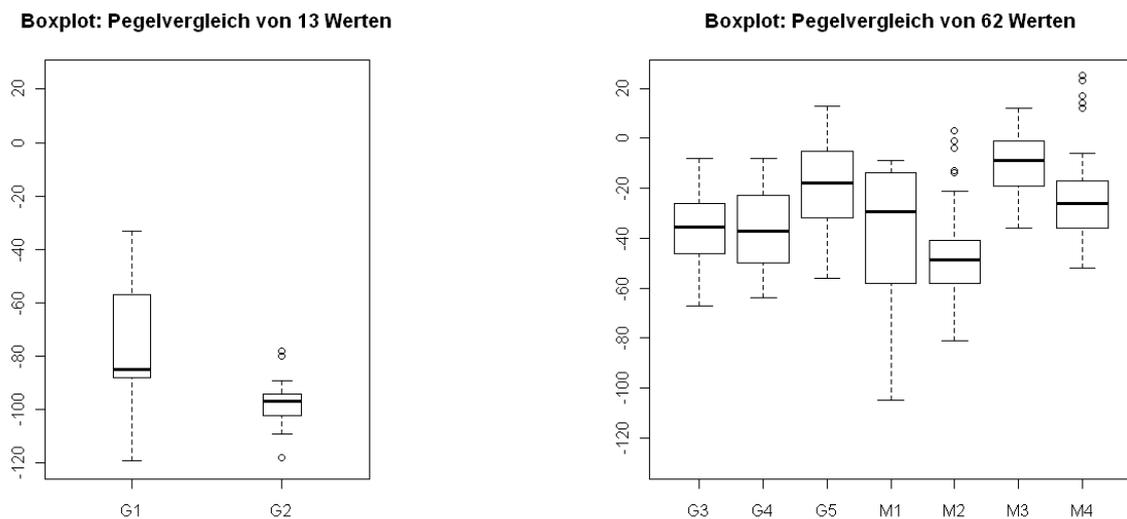
### 3.3. Standortbedingungen des grundwassernahen Grünlandes

Für das mineralische Offenland und Moorgrünland im BR Spreewald liegen mittlerweile vier Untersuchungsperioden von 1999/2000 bis 2009 zugrunde. In diesem Zeitraum sind bereits einige bemerkenswerte Veränderungen feststellbar.

#### Wasserhaushalt

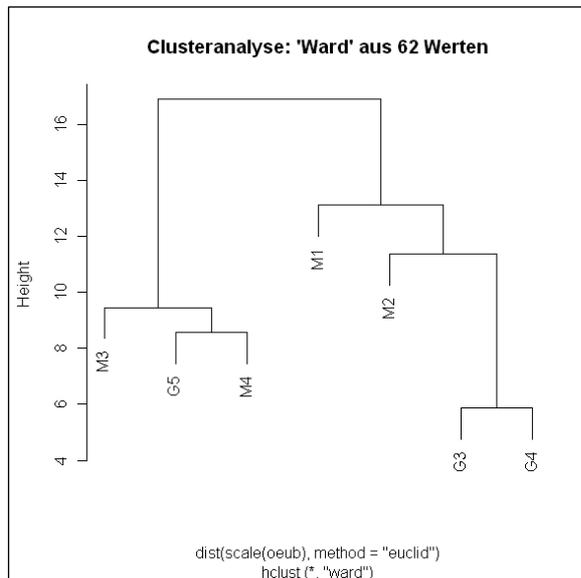
Der Wasserhaushalt wird anhand eigener Pegelmessungen in den Monitoringflächen und Daten von DIN-Pegeln des BR, abgelesen von der Naturwacht, erfasst. Hiermit können Wasserstandsschwankungen, sowie Häufigkeit und Länge von Überstauphasen bzw. Tiefständen festgestellt werden.

Das im BR SW untersuchte Grasland ist generell auf grundwassernahen Standorten gelegen. Die Flächen besitzen ein stark differenziertes Mikrorelief, welches zu Unterschieden in den Wasserständen auch innerhalb einer Untersuchungsfläche führt. Im Falle der Hartmannsdorfer Wiesen (G2) und Pauck (G1) reichen die Wasserverhältnisse im Oberboden von mäßig trocken bis wechsellass, in den meisten Grünlandflächen von mäßig wechselfeucht bis nass.



**Abb. 3.3-1: Boxplot-Diagramme der Messwerte an den Pegeln der Monitoringflächen, linker Boxplot unter Verwendung der ÖUB-Pegel an 13 gemeinsamen Messterminen der Flächen Pauck (G1) und Hartmannsdorfer Wiesen (G2) aus den Jahren 2006 und 2009**

rechter Boxplot unter Verwendung der DIN-Pegel mit 62 Messzeitpunkten der Monitoringflächen G3 bis M4 von 1999 bis 2009; dicke Linien in den Kästen entsprechen den Mittelwerten, die Kästen geben die Spanne von 90 % der Messwerte an, gestrichelte Linien zeigen minimale und maximale Spannen, Kreise bedeuten „Ausreißer“



**Tab. 3.3-1: Gruppierung der Flächen nach Wasserverhältnissen (u.F.= unter Flur)**

Gruppe	Flächen	Mittelwerte	Amplitude
Nass	G5, M3, M4	10-30cm u.F.	50-70cm
Wechsel-nass	M1, M2	10-60cm u.F.	80-100cm
Feucht	G3, G4	20-50cm u.F.	50-60cm
Frisch	G1, G2	60-100cm u.F.	50-90cm

**Abb. 3.3-2: Ordination der Flächen nach den Wasserständen an den DIN-Pegeln mittels Clusteranalyse (Methode „Ward“)**

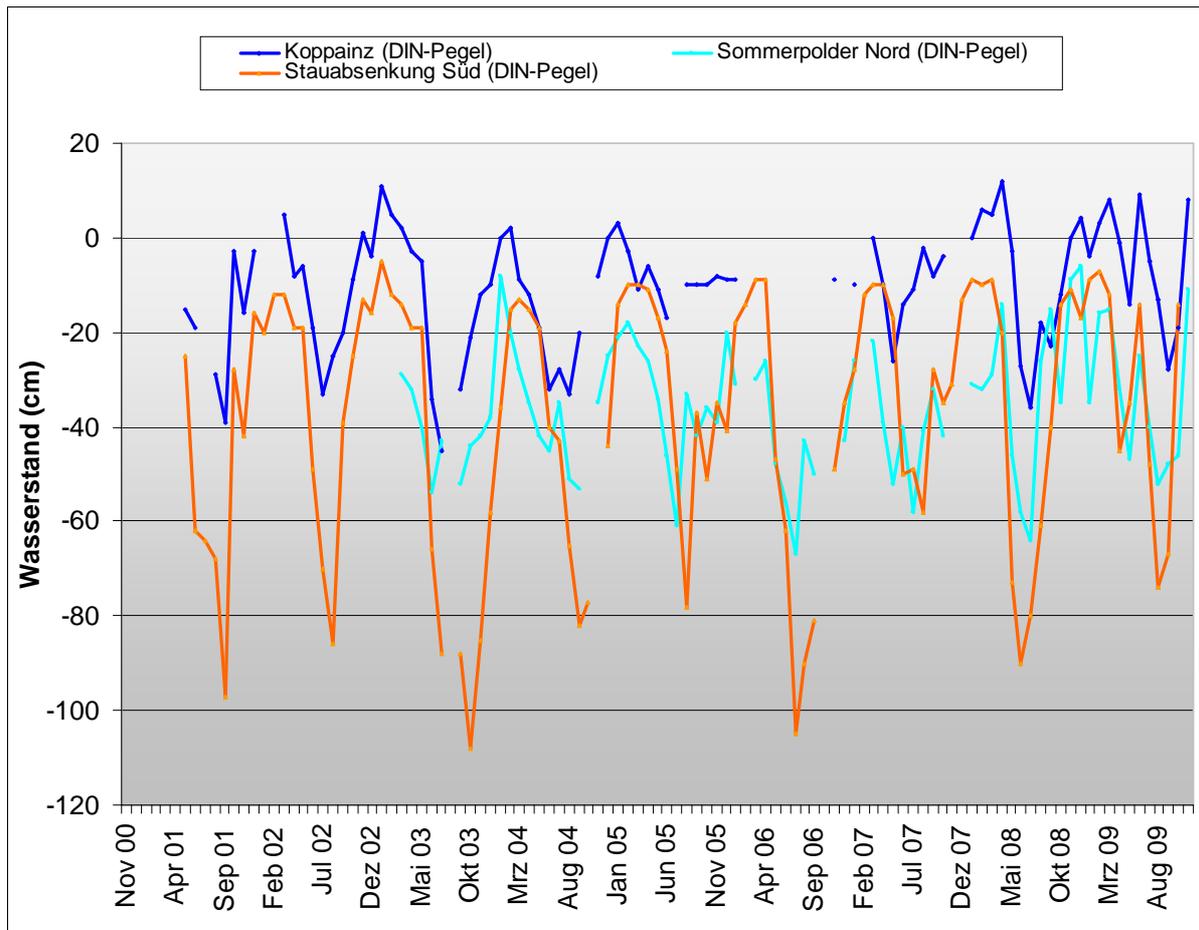
Es lassen sich vier Gruppen bezüglich der Wasserstände abbilden (vgl. Abb. 3.3-2).

Die nassesten Flächen mit hohen mittleren Wasserständen (10-30cm unter Flur), häufigem Überstau und geringen Schwankungen sind Schappigk (G5), Koppainz (M3) und Kleines Gehege (M4).

In der feuchten Gruppe liegen die mittleren Wasserstände bei 30 bis 40 cm unter Flur, mit seltenem Überstau und geringen Wasserstandsschwankungen. Dies betrifft die Flächen Sommerpolder Nord (G3), Filow (G4) und teilweise die Neuendorfer Spreewiesen (M2).

Die Fläche Stauabsenkung Süd (M1) und tiefer gelegene Bereiche der Neuendorfer Spreewiesen (M2) zeichnen sich durch die stärksten Wasserstandsschwankungen (Wechselnässe bis Wechselfeuchte) im Jahresverlauf aus. Im Winterhalbjahr dominieren durch den Wintereinstau in der Fläche M1 sowie das Überflutungsregime der Spree in Fläche M2 Wasserstände an oder über der Bodenoberfläche, im Sommerhalbjahr bis 1m tiefere Wasserstände.

Die beiden mineralischen Grünlandflächen Pauck (G1) und Hartmannsdorfer Wiesen (G2) können nicht durch ganzjährig abgelesene DIN-Pegel belegt werden, wodurch eine Vergleichbarkeit mit den anderen Flächen nur eingeschränkt möglich ist. Insbesondere die Winterwasserstände fehlen in der Datengrundlage. Für die Fläche Pauck sind jedoch mit den vorliegenden Daten aus den ÖUB-eigenen Pegelmessungen ebenfalls starke Schwankungen der Wasserstände nachweisbar. Die sommerlichen mittleren Wasserstände liegen jedoch weit unter 50 cm unter der Bodenoberfläche, beeinflussen den Oberboden dann nur noch gering (frisch).



**Abb. 3.3-3: Pegelgänge von drei Monitoringflächen erfasst mit DIN-Pegeln mit unterschiedlichen Jahresverläufen im BR Spreewald**

*(Koppainz (M3)=nass; Sommerpolder Nord (G3)=feucht; Stauabsenkung Süd (M1)=wechselnass)*

Die heißen und trockenen Sommer 2003 und 2006 machten sich in den Jahresgängen der Pegel deutlich bemerkbar mit extremen Tiefstständen des Grundwassers. Dazwischen gibt es immer wieder Jahre, in denen hohe Grundwasserstände in der Vegetationsperiode aufgrund von hohen Niederschlägen auftreten, so in den Jahren 2007 und 2009. Aus Abbildung 3.3-3 sind u.a. in der sehr grundwassernahen Fläche Koppainz für das Jahr 2009 lange Überstauphasen bis in den Hochsommer hinein erkennbar, welche zu Nutzungsverzögerungen auf zahlreichen Monitoringflächen oder Teilen von ihnen führten. Jahrelange Beweidung mit Rindern verursachte zudem Verdichtungen im Oberboden, welche den Abfluss oder die Versickerung des aus Starkniederschlägen stammenden Wassers behinderte (mdl. Mitt. WASSER- UND BODENVERBAND 2009).



Abb. 3.3-4: Durch den langzeitigen Überstau im Sommer 2009 kam es in dem feuchteren Teil von Koppainz zu keiner Nutzung. Auf dem Bild ist die Wiederaufsuche per GPS und kurzfristige Markierung für die Transekterfassung der Heuschrecken zu sehen, 28.07.2009 (O. Brauner)



Abb. 3.3-5: Im Jahr 2009 kam es auch auf den als Frischweide charakterisierten Hartmannsdorfer Wiesen in den tieferen Bereichen zu einem längerem Sommeranstau, so dass sich hier zwischenzeitlich u.a. auch die Rotbauchunke ansiedeln konnte, 01.06.2010 (O. Brauner)

**Nutzung**

Zu den entscheidenden Faktoren für die Ausprägung des Lebensraums Grasland für Pflanzen und Tiere gehört die Nutzung. Generell wurde seit Anfang/Mitte der 90-er Jahre die ehemals vorwiegend auf maximale Erträge ausgerichtete Nutzung zunehmend in eine extensive Nutzungsweise überführt. Diese umfasst bei den meisten Flächen eine kombinierte Mähweidenutzung (vgl. Tab. 3.3-2). Die Selbstauskünfte der Nutzer zeigen, dass die jährliche Nutzung sehr spontan nach den Gegebenheiten festgelegt wird und nicht nur die Nutzungstermine, sondern auch der Rhythmus von Weide und Mahd und deren Häufigkeit des Öfteren wechselt. Jedoch bewegt sich dies alles im Rahmen einer extensiven Weise ohne gezielte Düngung, abgesehen von Nährstoffzufuhr durch gelegentliche Zufütterung auf der Fläche.

Zu den Nutzungen zählen Beweidung mit Rindern (Weide), Heuschchnitt (Mahd), Mulchschnitt (ohne Abtransport des Mähgutes) und Nachmahd der beweideten Fläche. Zufütterung auf der Fläche ist ebenfalls ein Intensitätsmerkmal.

**Tab. 3.3-2: Extensive Nutzungsart auf den Monitoringflächen des grundwassernahen Grünlandes mit Zuordnung zu drei Intensitätsklassen; I = relativ hoch, II = mittel, III = gering im Durchschnitt der Jahre von 2000- 2009 GV = Großvieheinheit**

Der Viehbesatz (GV/ha/a) berechnet sich aus Großvieheinheiten/Fläche x mittlerer Weidedauer/Weidejahr(180d) (WAGNER 2000).

Fläche	Frequenz			Nutzungsbeginn	Fläche (ha)	mittlere GV	mittl. Weidedauer (d)	GV/ha/a	Intensitätsstufe
	Mahd	Weide	Mulchen						
G1 - Pauck	1	2	1	10.06.	20,6	50	35	0,5	II
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	1	2	1	15.05.	7,5	55	30	1,2	I
G3 - Sommerpolder Nord	1	1	1	10.06.	5,2	35	15	0,6	II
G4 - Filow		3	2	20.04.	1,4	40	17	2,7	I
G5 - Schappigk	(1)			10.07.	1,7				III
M1 - Stauabsenkung Süd	1			10.07.	20,4				III
M2 - Neuendorfer Spreewiesen		2	2	05.05.	3	22	50	2,0	I
M3 - Koppainz		1 (2)	1	25.06.	7,7	70	30	1,5	II
M4 - Kleines Gehege	(1)	(1)		15.07.	12	60	13	0,4	III

Innerhalb der extensiven Nutzung, lassen sich drei Gruppen der Intensität differenzieren: als relativ hoch, (=I), d.h. mehrere Nutzungszeitpunkte mit frühem Nutzungsbeginn im Jahr (z.T. auch Winterweide mit Zufütterung) sowie hohe Besatzdichte (GV/ha/a), werden die mineralischen Grünländer Hartmannsdorfer Wiesen (G2) und Filow (G4) sowie das Moorgrünland Neuendorfer Spreewiesen (M2) eingeordnet.

Mit mittlerer Intensität (= II), d.h. frühestem Nutzungsbeginn am 10. Juni, bei maximal 3 Nutzungen bei geringer Besatzdichte, werden die mineralischen Grünländer Pauck (G1), Sommerpolder Nord (G3) sowie Koppainz (M3) bewirtschaftet.

Die geringste Nutzungsintensität (=III) weisen die Flächen Schappigk (G5), Stauabsenkung Süd (M1) und Kleines Gehege (M4) auf. Die Fläche des Kleinen Geheges wird nur in Jahren mit niedrigeren Sommerwasserständen während der Vegetationsperiode als Mähweide genutzt. Auf der Fläche Stauabsenkung Süd erfolgt eine äußerst extensive, aber regelmäßige einschürige Mahd ab der zweiten Juni-Hälfte. Das mineralische Grasland Schappigk war ursprünglich als aufgelassenes Grünland in das Beobachtungsprogramm aufgenommen worden. Mindestens seit 2006 erfolgt nun auch auf dieser Fläche eine einmalige Mahd im Hoch- bis Spätsommer.

### Boden

Als Variationen des Bodens als Standortsfaktor und Untersuchungsobjekt an sich wurden zum einen mineralische Nassstandorte (Gley, Wechselgley, Anmoorgley z.T. mit unterlagernder Spreewaldtypischer „Klock“schicht) zum anderen organische Böden (flach- und tiefgründiges Niedermoor von Fen bis Mulm) in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Die Bodenuntersuchungen ergaben folgende Oberbodensubstrate und Bodentypen (Tab. 3.3-3):

**Tab. 3.3-3: Bodensubstrat der Oberböden und Bodentypen der Spreewalder Monitoringflächen**

Fläche	Oberbodensubstrat	Boden(sub)typ
G1 - Pauck	humusreicher Sand	(Brauneisen)-Gley
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	humusreicher Sand	(Humus)- Nassgley
G3 - Sommerpolder Nord	humusreicher Sand	(Humus)-Nassgley
G4 - Filow	Antorf	(Anmoor-Vega)-Gley
G5 - Schappigk	Antorf	(Norm)Anmoorgley
M1 - Stauabsenkung Süd	vererdeter Torf	(Norm)Erdniedermoor
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	vererdeter Torf	Norm)Erdniedermoor
M3 - Koppainz	vermulmter Torf	(Norm)Mulmniedermoor
M4 - Kleines Gehege	vermulmter Torf	(Norm)Mulmniedermoor



**Abb. 3.3-6:** Aufnahme des Leitprofils auf der Fläche Filow mit dem Boden(sub)typ (Anmoor-Vega)-Gley, 09.09.2000 (A.-K. Hirsch)



**Abb. 3.3-7:** Aufnahme des Leitprofils auf der Fläche Schappigk mit dem Boden(sub)typ (Norm)Anmoorgley, 27.09.2000 (A.-K. Hirsch)



**Abb.3.3-8:** Aufnahme des Leitprofils auf der Fläche Koppainz mit dem Boden(sub)typ (Norm)Mulmniedermoor, 28.06.2000 (A.-K. Hirsch)



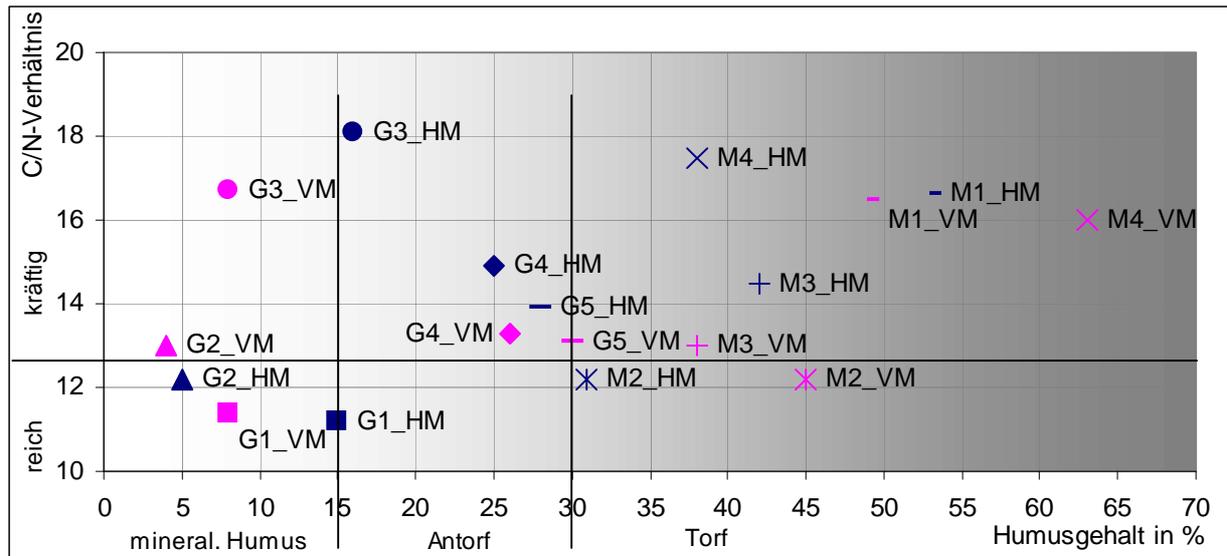
**Abb. 3.3-9:** Aufnahme des Leitprofils auf der Fläche Stauabsenkung Süd mit dem Boden(sub)typ (Norm)Erdniedermoor, 1999 (A.-K. Hirsch)

Die C/N-Verhältnisse liegen meist im eutrophen Bereich (kräftig bis reich, vgl. Abb. 3.3-10). Aufgrund der ausbleibenden mineralischen und organischen Zusatzdüngung auf allen untersuchten Grünlandflächen ist ein Entzug von Nährstoffen (Aushagerung) sehr wahrscheinlich. Ein Rückgang der Nährstoffgehalte im Boden ist bei erhöhter Nutzungshäufigkeit und somit stärkerem Biomasseentzug zu erwarten. Im Falle der Beweidung wird ein Teil der Nährstoffe über den hinterlassenen Kot und Urin an den Boden zurückgegeben. Es findet auch eine Nachlieferung von Nährstoffen aus der Bodensubstanz bzw. aus dem Grundwasser statt. Jedoch ist auch eine Auswaschung in das Grundwasser der durch Mineralisierung freigesetzten Komponenten zu beachten.

Konkrete, flächenbezogene Nährstoffbilanzen können mit den verwendeten Untersuchungsmethoden nicht erstellt werden. Über die regelmäßig untersuchten Gesamtgehalte (in Prozent) von Kalium, Stickstoff, Phosphor sowie den pflanzenverfügbaren Konzentrationen (laktatlöslich in mg/g) von Kalium und Phosphor im Boden lässt sich jedoch das Ergebnis dieser Prozesse nachzeichnen.

**Tab. 3.3-4: C/N-Verhältnisse, pflanzenverfügbares Kalium und Phosphor in den Oberböden (0-20 cm Tiefe) im Vergleich der Untersuchungsjahre (n = 3 mit 4 Stichproben pro Zeitreihe und Messfeld)**

Fläche	Messfeld	C/N-Verhältnis			K <sub>DL</sub> in mg/100g			P <sub>DL</sub> in mg/100g		
		1999/2000	2003	2009	1999/2000	2003	2009	1999/2000	2003	2009
G1 - Pauck	Haupt-	10,5	10,2	12,8	6,2	14,1	2,9	3,7	3,8	0,6
	Vergleichs-	10,1	10,3	13,7	4,4	5,4	3,6	2,8	1,1	0,3
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	Haupt-	12,7	11,4	12,6	2	2,5	5,7	1,4	2	0,6
	Vergleichs-	13,7	12,1	13,3	0,8	1,1	3	3,3	1,4	1,8
G3 - Sommerpolder Nord	Haupt-	19,4	17,1	17,9	3,7	3	5,8	2,2	2,3	0,7
	Vergleichs-	17	16,4	16,7	2,2	2,1	3,7	2,1	1,9	0,6
G4 - Filow	Haupt-	12,9	15,8	15,9	16,4	4,8	9,9	5,2	1,7	0,7
	Vergleichs-	12,9	12,8	14,3	3,8	8,6	10,5	3	3,1	0,6
G5 - Schappigk	Haupt-	13	15,5	13,1	10,2	6,8	8,5	2,6	1,6	0,7
	Vergleichs-	13	13,5	12,8	11,9	8,9	11,1	2,9	1,7	1
M1 - Stauabsenkung Süd	Haupt-	13,1	13,7	23	6,5	7,2	5,5	1,8	0,8	0,8
	Vergleichs-	13,3	13,4	22,7	4,4	7,1	3,1	1,7	0,4	0,4
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	Haupt-	11,7	12,2	12,8		5,9	15,2		2	0,8
	Vergleichs-	11,7	11,8	13		13,2	18,2		2,9	0,9
M3 - Koppainz	Haupt-	14,6	15,9	13	4,3	8,2	9,8	5,2	1,7	4,8
	Vergleichs-	13	13,5	12,6	4,8	11,8	11,2	4,3	3,4	4,1
M4 - Kleines Gehege	Haupt-	18,7	16,8	17,1	8,9	7,3	7,4	2,3	1,8	2,6
	Vergleichs-	16,5	15,8	15,6	11,5	13,1	29	1,4	1,7	4,5
Mineralboden	Antorf									
	Torf									



**Abb. 3.3-10: Mittleres C/N-Verhältnis als Maß für die Trophie und mittlerer Humusgehalt in den Bodenmessfeldern der Monitoringflächen der ÖUB**

(HM = Hauptmessfeld, VM = Vergleichsmessfeld (Mittelwert aus 3 Wiederholungen mit jeweils 4 Vergleichsproben aus dem Bereich 0-20 cm Tiefe))

Aus Abbildung 3.3-10 ist ersichtlich, wie sich die Untersuchungsflächen bezüglich ihres Humusgehaltes und ihrer Trophie einordnen. Nach dem C/N-Verhältnis sind die mineralischen Standorte mit der höchsten Trophie als „reich“ (G1, G2), gleichzeitig zu den „frischen“ Flächen gehörig, einzustufen. Die anmoorigen Standorte sind etwas weniger nährstoffreich bzw. „kräftig“ (Flächen G3, G4, G5), unter gleichmäßig feuchten bis nassen Bedingungen. Die Moorböden differenzieren sich ebenfalls in reich (M2) mit wechsellässigen Verhältnissen und kräftig (M1, M3, M4) mit wechsellässigen bis gleichmäßig nassen Bedingungen.

Die Bodengehalte von pflanzenverfügbarem Kalium liegen meist in den sehr niedrigen bis niedrigen Gehaltsklassen für landwirtschaftliche Nutzung (A und B) nach der Skalierung von MLUR (2000).

Die Anmoor- und Moorstandorte sind jedoch besser versorgt als die mineralischen entgegen des allgemeinen Trends einer raschen Kaliumaushagerung auf Moorböden mit Nutzungsextensivierung (FECHNER 1995). Dies erklärt sich durch die Moorgenese in großen Teilen als Überflutungsmoor. Auch die Kalium-Gesamtgehalte liegen auf den mineralischen Standorten deutlich niedriger. Auch kann Kalium über zuströmendes Wasser zugeführt werden (FECHNER 1995).

Die laktatlöslichen Phosphor-Gehalte sind bis auf die Fläche Koppainz (M3) auf allen mineralischen Flächen deutlich abgesunken und liegen nach der landwirtschaftlichen Bewertung für die Nährstoffversorgung in der Gehaltsklasse A (< 3,1 mg/100g lufttrockener Boden). Bei Moor Koppainz (M3) wird Gehaltsklasse B (3,2-5,5 mg/100g lufttrockener Boden) erreicht. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass mit der DL-Methode weder der als sorbiertes Phosphor gebundene Phosphor noch die Freisetzungsrates erfasst wird.

Ein Düngungsbedarf lässt sich jedoch nur aus den Pflanzengehalten ableiten (siehe Kap. 3.4).

### 3.4. Erträge und Pflanzeninhaltsstoffe

Die Erträge liegen im allgemeinen auf einem eher niedrigen Niveau von 10-40 dt TM/ha für den ersten Aufwuchs und Jahreserträgen zwischen 20- 60 dt TM/ha/a. Dieses Ertragsniveau entspricht den Durchschnittswerten für extensive Bewirtschaftung und wird als optimal für artenreiche Pflanzenbestände angesehen (AID 1997). Jedoch sind zum einen die Unterschiede zwischen den Flächen, aber auch im Zeitreihenvergleich stark schwankend.

**Tab. 3.4-1: Erträge des ersten Aufwuchses auf den Monitoringflächen der ÖUB im Spreewald und geschätzte Jahreserträge in der Erstaufnahme von 1999 - 2001 und den Wiederholungsaufnahmen**

1) Probenahme Aufwuchs nach der ersten Nutzung, 2) nur eine Nutzung

Fläche	dt/ha im ersten Aufwuchs					dt/ha geschätzt auf das Jahr				
	Mittelwert	Erstaufnahme	2003	2006	2009	Mittelwert	Erstaufnahme	2003	2006	2009
G1 - Pauck	<b>10,9</b>		6,7	8,5 <sup>1)</sup>	17,4 <sup>1)</sup>	<b>25</b>		23	17	35
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	<b>15,5</b>	10,2	11	19,8	20,9	<b>48</b>	34	38	47	74
G3 - Sommerpolder Nord	<b>26,9</b>	36,3	29	18,6	23,6	<b>62</b>	76	48	42	81
G4 - Filow	<b>21,5</b>	22,5	12,9	28,7	22,1	<b>63</b>	74	43	58	76
G5 - Schappigk <sup>2)</sup>	<b>29,8</b>			22,7	29,8					
M1 - Stauabsenkung Süd <sup>2)</sup>	<b>20,4</b>		22,0	16,9	22,2	<b>42</b>		46	34	45
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	<b>19,3</b>		12,7	22,8 <sup>1)</sup>	22,5 <sup>1)</sup>	<b>40</b>		43	38	40
M3 - Koppainz <sup>2)</sup>	<b>35,4</b>	46,4	31,0	28,3	36,1	<b>72</b>	84	65	65	74
M4 - Kleines Gehege <sup>2)</sup>	<b>44,6</b>	50,4	52,9	31,0	44,0					

Ein Vergleich der ermittelten pflanzlichen Biomasse zwischen den zeitlichen Wiederholungen einer Fläche und der Vergleich zwischen den Flächen ist nur eingeschränkt möglich, was im Folgenden kurz erläutert wird. Z.T. war es nicht möglich, den ersten Aufwuchs zu beproben, da bereits bis Ende April eine Beweidung stattfand. Durch diese frühe Beweidung wird die neuerlich aufwachsende Biomasse zur Beprobung beeinflusst.

Ein bedeutsamer Faktor für die Erntemenge ist natürlich auch die Variabilität der Witterung bis zum Probetermin. Bei den grundwassernahen Flächen des Spreewaldes ist im Zusammenhang mit den Winter- und Frühjahrsniederschlägen besonders bedeutend, wie hoch und lang die volle Wassersättigung im Wurzelraum bis hin zu monatelangem Wasserstand über der Geländeoberfläche währt.

Die Schätzung des Jahresertrages erfolgt nach Erfahrungswerten aus der landwirtschaftlichen Forschung. Der Zeitpunkt des ersten Schnittes fließt dabei in die Gesamtschätzung mit ein. Im Falle eines durch die maximal einmalige Nutzung andersartig zusammengesetzten Pflanzenbestandes, wie bei Schappigk (G5) als Großseggenried und beim Kleinen Gehege (M4) als Schilfröhricht, können die Schätzfaktoren für den zweiten Aufwuchs vom Grasland nicht verwendet werden. Deshalb dokumentieren hier die genannten Ertragswerte nur den ersten Aufwuchs und nicht die jährliche Biomassemenge.

**Tab. 3.4-2: Mittlere geschätzte Jahreserträge (vgl. Tab. 3.4-1), Nutzungsintensitätsstufe (vgl. Tab. 3.3-2), sowie hydrologische Verhältnisse (vgl. Tab. 3.3-1)**

2) nur eine Nutzung

Fläche	mittlerer geschätzter Jahresertrag in dt/ha/a	Nutzungsintensitätsstufe	hydrologische Verhältnisse
G1 - Pauck	25	II	frisch
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	48	I	frisch
G3 - Sommerpolder Nord	62	II	feucht
G4 - Filow	63	I	feucht
G5 - Schappigk <sup>2)</sup>	26*	III	nass
M1 - Stauabsenkung Süd <sup>2)</sup>	42	III	wechsellnass
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	40	I	wechsellnass
M3 - Koppainz <sup>2)</sup>	72	II	nass
M4 - Kleines Gehege <sup>2)</sup>	45*	III	nass

Bei nassen und wechsellnassen Standortverhältnissen liegen die Jahreserträge unter 50 dt/ha unabhängig von der Häufigkeit der Nutzung. (vgl. Tab. 3.4-2). Das jährlich höchstens einmal genutzte Röhricht der Fläche Kleines Gehege ist dabei mit > 45 dt/ha biomassereicher wie die häufig genutzte Frischwiese bei Hartmannsdorf (G2) und fast doppelt so ertragreich wie die Frischwiese Pauck (G1). Es muss jedoch deutlich auf die zuvor angeführten methodischen Interpretationsprobleme hingewiesen werden. Unter feuchten Bedingungen, d.h. von 20-50 cm u.Fl. sind die durchgängig höchsten Erträge mit großer Stabilität zu erzielen.

### Pflanzeninhaltsstoffe

Die Analysen der Pflanzeninhaltsstoffe des Erntegutes weisen generell auf eine zunehmende Reduktion von Nährstoffen in der pflanzlichen Biomasse hin, verursacht durch das geringe Nährstoffangebot in der Bodenlösung. Insbesondere Kalium, aber auch der Phosphor- und der Rohproteingehalt rutschten auf allen Flächen in einen für die Tierernährung nicht mehr günstigen Bereich ab. (vgl. Tab. 3.4-3). Der Gehalt an Kalium sollte mindesten 16 g/kg TM des Erntegutes betragen (BEHRENDT 1996). Bei einem Gehalt von >20 g/kg TM ist eine ungestörte Entwicklung der Pflanzen gegeben. Im Falle von <10 g/kg TM ist nicht nur mit Mindererträgen, sondern auch mit Mangelerscheinungen zu rechnen (BEHRENDT 1996).

Entsprechend eines von VENTERINK et al. (2003) entwickelten Modells wurde versucht, eine Limitierung der Produktivität des Pflanzenwachstums durch die Hauptpflanzennährstoffe zu bestimmen. Mit diesem Modell soll ein Zusammenhang zwischen dem Artenreichtum und der Limitierung der Produktivität durch Fehlen von Stickstoff, Phosphor und Kalium in Pflanzenbeständen gefunden werden. Hierzu werden die Nährstoffgehalte von Stickstoff, Kalium und Phosphor in der oberirdischen Pflanzenbiomasse zueinander ins Verhältnis gesetzt (N/K, N/P und K/P, vgl. Tabelle 3.4-4). Die kritischen Werte einer Nährstofflimitierung wurden aus Literaturrecherchen zu Düngungsexperimenten entnommen. In den Untersuchungen von VENTERINK et al. (2003) konnte eine Phosphor-(Co-)Limitierung nur bei niedriger Produktivität gefunden werden, eine Kalium-(Co-)Limitierung nur bis mittlere Produktivität. Stickstoff-Limitierung wurde jedoch auf allen Produktivitätsebenen festgestellt.

VENTERINK et al. (2003) fanden demnach folgende kritische Verhältnisse für die entsprechend limitierenden Nährstoffverhältnisse:

N- limitiert:  $N/P < 14,5$  und  $N/K < 2,1$

P- oder P + N – limitiert:  $N/P > 14,5$  und  $K/P > 3,4$

K oder K + N – limitiert:  $N/K > 2,1$  und  $K/P < 3,4$

Das Ergebnis der Anwendung dieser Analyse auf die Pflanzenbestände der Untersuchungsflächen ist Tabelle 3.4-5 zu entnehmen. In den meisten Fällen ist eine eindeutige Stickstoff-Limitierung für die Erträge feststellbar. Insbesondere das mineralische Grünland Pauck (G1) und die Moorflächen Koppainz (M3) und Kleines Gehege (M4) sind ausschließlich durch Stickstoff limitiert. Nur in zwei Fällen liegt eine Kombination von Stickstoff- und Phosphor-Limitierung vor (G4 im Jahr 2009 und G5 im Jahr 2006). Eine Kalium-Limitierung in Kombination mit N-Mangel besteht auf der Fläche Stauabsenkung Süd (M1). Für einige Zeitreihen auf bestimmten Flächen konnte keine deutliche Limitierung für einen Nährstoff festgestellt werden. Dies betrifft insbesondere die mineralischen Grünländer Hartmannsdorfer Wiesen (G2), Sommerpolder Nord (G3), Filow (G4) sowie das Moorgrünland Neuendorfer Spreewiesen (M2). Hier sind auch die Flächen mit den höchsten Erträgen eingeschlossen (Sommerpolder Nord G3 und Filow G4) und zugleich alle Flächen mit der höchsten Nutzungsintensität (vgl. Tab. 3.4-2).

**Tab. 3.4-3: Gehalt der Hauptnährstoffe Stickstoff, Kalium und Phosphor (in %) sowie errechneter Gehalt an Rohprotein (in %) der oberirdischen Pflanzenbiomasse im Vergleich der Untersuchungsjahre und Angaben aus der Literatur (n = 5 pro Jahr und Monitoringfläche)**

Fläche	Stickstoff in %				Kalium in %				Phosphor in %				Rohprotein			
	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009
G1		2,18	1,82	1,63		1,41	0,90	0,96		0,29	0,24	0,27		13,6	11,4	10,2
G2	2,43	2,47	2,12	1,78	1,51	0,80	1,00	1,09	0,31	0,30	0,25	0,23	15,2	15,4	13,2	11,1
G3	1,29	2,05	2,06	1,99	1,12	0,82	0,81	1,33	0,20	0,29	0,20	0,25	8,0	12,8	12,9	12,4
G4	2,07	2,23	1,61	2,05	2,09	0,95	1,05	0,75	0,33	0,25	0,19	0,11	12,9	13,9	10,0	12,8
G5			1,69	1,52			1,15	1,16			0,11	0,16			10,5	9,5
M1	1,79	1,78	2,22	1,96	0,47	0,31	0,45	0,41	0,19	0,16	0,17	0,17	11,2	11,1	13,9	12,2
M2	1,11	2,03	1,89	1,89	0,39	0,86	0,84	1,35	0,13	0,22	0,20	0,26	6,9	12,7	11,8	11,8
M3	1,45	1,55	1,77	1,47	1,38	1,29	1,54	1,22	0,27	0,30	0,23	0,21	9,0	9,7	11,0	9,2
M4	1,32	1,06	1,96	1,35	1,01	0,63	1,63	1,11	0,19	0,17	0,23	0,19	8,2	6,6	12,2	8,4
KREIL et al. 1982					1,7/2,1-2,4 <sup>1)</sup>				0,3/0,3 <sup>1)</sup>				12			
KLAPP 1945 <sup>3)</sup>					1,7				0,3							
extensiv <sup>2)</sup> Quade 1993	1,7-2,5				1,4-1,6				0,17-0,23				10			
intensiv <sup>2)</sup> Quade 1993	4,2-5,1				2,4-2,6				0,39-0,46				11			

<sup>1)</sup> Anforderung an Weidefutter aus Sicht der Tierernährung / Grenzwert, bei dem keine Ertragsbeeinträchtigung zu erwarten ist

<sup>2)</sup> Durchschnittliche Nährstoffgehalte im Erntegut von Grünländern

<sup>3)</sup> Angaben für gesättigtes Heu

Unterhalb der Untergrenze von Quade extensiv	Mineralboden	Antorf	Torf
--	--------------	--------	------

**Tab. 3.4-4: Verhältnisse der Nährstoffgehalte von Stickstoff, Kalium und Phosphor in der oberirdischen Pflanzenbiomasse (n= 5 pro Jahr und Monitoringfläche)**

Fläche	N : K				N : P				K : P			
	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009
G1		1,5	2	1,7		7,5	7,6	6		4,9	3,8	3,6
G2	1,6	3,1	2,1	1,6	7,8	8,2	8,5	7,7	4,9	2,7	4	4,7
G3	1,2	2,5	2,5	1,5	6,5	7,1	10,3	8	5,6	2,8	4,1	5,3
G4	1	2,3	1,5	2,7	6,3	8,9	8,5	18,6	6,3	3,8	5,5	6,8
G5			1,5	1,3			15,4	9,5			10,5	7,3
M1	3,8	5,7	4,9	4,8	9,4	11,1	13,1	11,5	2,5	1,9	2,6	2,4
M2*	2,8	2,4	2,3	1,4	8,5	9,2	9,5	7,3	3	3,9	4,2	5,2
M3	1,1	1,2	1,1	1,2	5,4	5,2	7,7	7	5,1	4,3	6,7	5,8
M4	1,3	1,7	1,2	1,2	6,9	6,2	8,5	7,1	5,3	3,7	7,1	5,8

\* Hauptmessfeld: Torf, Vergleichsmessfeld: Antorf

Mineralboden	Antorf	Torf
--------------	--------	------

**Tab. 3.4-5: Limitierung des Pflanzenaufwuchses auf den Monitoringflächen durch die Nährstoffe und Kombinationen von Stickstoff, Kalium, Phosphor entsprechend der Kriterien aus VENTERINK et al. (2003)**

Fläche	N-limitiert				P oder N+P-limitiert				K oder N+K-limitiert				nicht limitiert			
	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009
G1	--	x	x	x	--				--				--			
G2	x			x						x					x	
G3	x			x						x					x	
G4	x		x					x						x		
G5	--	--		x	--	--	x		--	--			--	--		
M1									x	x	x	x				
M2				x					x					x	x	
M3	x	x	x	x												
M4	x	x	x	x												

-- keine Daten vorhanden

Bei den von der ÖUB untersuchten Flächen besteht i.d.R. eine Nährstofflimitierung - in den meisten Fällen eindeutig durch Stickstoff, kaum durch Phosphor. Nur auf der Fläche Stauabsenkung Süd M1 besteht ein limitierender Kaliummangel. In einigen Zeitreihen der Flächen Hartmannsdorfer Wiesen (G2), Sommerpolder Nord (G3), Filow (G4) sowie Neuendorfer Spreewiesen (M2) ist keine Limitierung nachweisbar.

Es besteht jedoch kein direkter Zusammenhang zwischen dem geschätzten Jahresertrag in den Zeitreihen zu der Limitierung eines Nährstoffs. Da die Produktivität (= geschätzter Jahresertrag) in den Monitoringflächen grundsätzlich unter den potentiellen Erträgen bei optimaler Düngung liegen, ist von guten Voraussetzungen für hohen Artenreichtum auszugehen. Der Artenreichtum hängt jedoch noch von anderen Faktoren als der Nährstoffverfügbarkeit ab. Hierauf wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

### 3.5. Entwicklung der Pflanzenbestände

Die Aufnahme von Flora und Vegetation erfolgt im Rahmen der ökosystemaren Umweltbeobachtung auf drei räumlich geschachtelten Ebenen (siehe Methodenkatalog: LUTHARDT et al. 2006a). Die Einschätzung der Artenvielfalt auf der Gesamtfläche erfolgt durch Aufnahme aller Pflanzenarten innerhalb der Monitoringfläche (Gesamtartenliste) mit grober Schätzung der Häufigkeit. Bei dieser Aufnahmemethode wird zusätzlich noch zwischen Arten unterschieden, welche ausschließlich im Abstand von 2 m zum Rand (Erfassung der einströmenden Randeffekte) bzw. repräsentativ auf der Fläche an sich vorkommen.

Die Transekt-Methode gibt eine Aussage über die räumliche Anordnung der Vegetation i.d.R. in Bindung an die Standortvariabilität entlang einer festgelegten Linie quer durch die Monitoringfläche. Hierzu werden entlang dieser Linie alle 20 m vereinfachte Vegetationsaufnahmen angefertigt. Die Aufnahmeflächen sind halbkreisförmig und die Pflanzenarten werden mit einer 5-stufigen Skala geschätzt.

Ergänzt wird dieses Vorgehen durch die ganz detaillierte Feststellung von Veränderungen auf genau eingemessenen Flächen durch Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet, die eine Pflanzengesellschaft der Fläche mit einer Wiederholung dokumentieren. Hierzu werden alle innerhalb der meist 4 x 4 m großen Flächen wachsenden Pflanzenarten notiert und deren jeweilige Deckung nach der Londo-Skala (LONDO 1976) angegeben.

Im Folgenden werden erste Ergebnisse mit Bezug auf die Gesamtartenliste und vor allem auf die Transektmethode vorgestellt. Aus den Tabellen 3.5-1 und 3.5-2 ist ersichtlich, dass jede Untersuchungsfläche individuell zu betrachten ist.

**Tab. 3.5-1: Pflanzenarten der Monitoringflächen: Gesamtzahlen je Zeitreihe - davon Arten in oder am Rand der Monitoringfläche und über alle Zeiten gefundene Pflanzenarten**

Fläche	Flächen- größe	Gesamtartenzahl				Arten in der Fläche				Arten nur am Rand				Gesamtartenzahl über die Zeit
		1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009	
G1 - Pauck	20,6 ha	149	157	132	177	102	123	98	132	47	34	32	44	242
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	7,5 ha	137	144	106	122	99	103	98	102	38	41	6	18	202
G3 - Sommerpolder Nord	5,2 ha	129	129	103	118	78	77	78	78	51	52	22	39	179
G4 - Filow	1,4 ha	128	102	105	96	98	78	91	88	30	24	11	6	162
G5 - Schappigk	1,7 ha	118	91	94	98	117	91	76	94	1	0	16	1	151
M1 - Stauabsenkung Süd	20,4 ha	132	133	117	141	88	91	102	124	44	42	11	15	188
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	3 ha	129	128	114	119	92	97	81	99	37	31	32	20	185
M3 - Koppainz	7,7 ha	143	131	86	80	69	51	46	66	74	80	38	13	179
M4 - Kleines Gehege	12 ha	98	114	79	138	81	69	69	88	17	45	10	47	179

Die Flächen sind unterschiedlich artenreich. Die beiden größten Flächen mit jeweils etwa 20 ha weisen die höchsten Artenzahlen der Gefäßpflanzen auf. Mit abnehmender Flächengröße nimmt die Artenzahl jedoch nicht unweigerlich ab. Dies hängt zum einen mit der Standortvielfalt innerhalb der Fläche zusammen und zum anderen mit einem festen Grundbestand an Pflanzenarten, welcher sich in jeder Untersuchungsfläche wiederfindet. In den meisten Fällen fluktuieren die Artenzahlen zwischen den bisherigen Zeitreihen.

Abnehmende Gesamtartenzahlen sind bisher vor allem mit Veränderungen in der Randsituation der Flächen gekoppelt. Dies betrifft die Flächen Filow (G4), Koppainz (M3) und Stauabsenkung Süd (M1).

Im Falle von Filow wurde der Randeffect aufgelöst, weil die begrenzenden Baumreihen vollständig von Rindern beweidet werden. Der Rückgang der Artenzahlen in Koppainz

dagegen ist vermutlich auf intensive Krautung der begrenzenden Gräben zum Zeitpunkt der Aufnahmen zurückzuführen. In der Fläche Stauabsenkung Süd (M1) ist der Rückgang der nur am Rand vorkommenden Pflanzenarten mit einer Zunahme der Artenzahl in der Fläche verbunden. Auf der nur einmal gemähten Fläche sind die nutzungsempfindlichen Arten, welche ursprünglich nur am Rand vorkamen, jetzt in das Zentrum der Fläche vorgedrungen.

**Tab. 3.5-2: Ergebnisse der Transektaufnahmen: Mittlere Artenzahlen pro Transekt (TP) (= 6,3 m<sup>2</sup>) und Gesamtartenzahl in allen TP eines Transektes**

Fläche	Anzahl TP	Arten im Transekt				mittlere Artenzahl / TP			
		1999	2003	2006	2009	1999	2003	2006	2009
G1 - Pauck	43	87	77	81	88	15,2	18,9	19,7	18,8
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	20	67	71	77	73	13,9	16,7	17,8	16,8
G3 - Sommerpolder Nord	19	57	66	60	55	12,4	15,0	13,9	15,5
G4 - Filow	10	66	60	69	60	19,0	19,4	19,2	19,6
G5 - Schappigk	13	50	52	52	66	14,2	13,2	14,8	19,2
M1 - Stauabsenkung Süd	34	69	70	80	67	11,4	13,6	13,8	12,6
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	15	54	66	63	61	13,9	19,2	19,9	17,6
M3 - Koppainz	12	37	39	31	38	12,8	11,8	11,4	12,2
M4 - Kleines Gehege	27	60	65	57	58	8,4	9,6	8,3	8,2

Die Transektmethode gibt neben dem unterschiedlichen Artenreichtum auf den Monitoringflächen ein Bild zur Verteilung der Arten auf der Fläche und zur räumlichen Verschiebung von Vegetationseinheiten.

Die mittlere Artenzahl pro Transekt mit 6,3 m<sup>2</sup> dokumentiert die Artenvielfalt innerhalb der Pflanzenbestände. Die am vielfältigsten ausgestatteten Flächen zählen im Mittel bis zu 20 Pflanzenarten pro Transektaufnahme (Pauck G1, Filow G4, Neuendorfer Spreewiesen M2). In diesen Beständen fehlen meist biomassereiche und zur Dominanz neigende Arten. Die häufige Nutzung führt zu lichten Pflanzenbeständen mit genügend Lebensraum für konkurrenzschwache Pflanzenarten (vgl. Abb. 3.5-3).



**Abb. 3.5-1: Blühaspekt u.a. mit *Lychnis flos-cuculi* und *Ranunculus repens*, 24.05.2006 (O. Brauner)**



**Abb. 3.5-2: Kleinflächig parzelliert als Mähweide bewirtschaftete Neuendorfer Spreewiesen, 14.08.2009 (O. Brauner)**

Im Gegensatz dazu stehen die äußerst extensiv genutzten großen Moorflächen Stauabsenkung Süd (M1), Koppainz (M3) und Kleines Gehege (M4) mit nur 13, 12 bzw. 8 Arten im Mittel aller Aufnahmen. In der Fläche Kleines Gehege (M4) bilden sowohl Großseggen als auch Röhricht-Süßgräser unter dauerhaft nassen Bedingungen dominante

Fazies. Ebenfalls unter dauerhaft grundnassen Standortverhältnissen mit eingeschränkter Nutzung stehen die Binsen- und Süßgrasröhrichte in der Fläche Koppainz (M3). Die Fläche Stauabsenkung Süd (M1) unterliegt hingegen starken Grundwasserschwankungen mit sommerlich niedrigem Wasserstand (vgl. Abb. 3.3-3). Die Fläche erfährt jedoch nur eine einmalige Mahd mit spätem Nutzungstermin ab Mitte Juni. Beide Faktoren fördern die Entwicklung von Großseggen-Beständen (siehe Tab. 3.5-2).

Die wesentliche Entwicklung innerhalb der Artenzusammensetzung sowie den Verschiebungen in den Dominanzen der Pflanzenarten fand zwischen der Erstaufnahme 1999 und der ersten Wiederholung 2003 statt. Während die Gesamtartenzahlen auf der Fläche sich in Abhängigkeit der ganz konkreten Situation mal auffüllten und mal wieder etwas zurückgingen, nahm die Artenzahl in den Einzelaufnahmen der Transekterhebung, also die Verteilung der Arten auf der Fläche, in der ersten Aufnahmeetappe deutlich zu. Dies ist in erster Linie auf den Extensivierungsprozess zurückzuführen. Beginnend seit Mitte der 90-er Jahre (die durch die ÖUB noch nicht erfasst wurden), führte er zu einer Ausbreitung von Arten, die aufgrund hoher Nutzungsintensitäten nur randlich an Graben- und Wegrändern überdauerten. Hier seien insbesondere die Flächen Pauck (G1), Hartmannsdorfer Wiesen (G2), Sommerpolder Nord (G3) und Neuendorfer Spreewiesen (M2) zu nennen (vgl. Tab. 3.5-2). Vertreter dieser Arten sind Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*), Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*), Heide-Nelke (*Dianthus deltoides*), Gemeiner Wassernabel (*Hydrocotyle vulgaris*), Schilf (*Phragmites australis*), Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*), Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*), Teich-Schachtelhalm (*Equisetum fluviatile*), Wasser-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), Sumpf-Vergissmeinnicht (*Myosotis palustris*), Sumpf-Haarstrang (*Peucedanum palustre*), Sumpf-Rispe (*Poa palustris*), Gelbe Wiesenraute (*Thalictrum flavum*), Ufer-Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), Waldsimse (*Scirpus sylvaticus*) aber auch Arten wie Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), Zaunwinde (*Calystegia sepium*), Große Brennnessel (*Urtica dioica*) und Gundermann (*Glechoma hederifolia*).

Seit dieser Auffüllungsphase fluktuieren die Artenzahlen in den Transektpunkten in geringem Maße. Eine Ausnahme bildet die Fläche Schappigk (G5). Die Wiederaufnahme einer einmaligen Mahd im Hochsommer auf dieser Fläche bewirkte eine zunächst im Jahr 2006 geringe, dann im Jahr 2009 deutliche Zunahme der Pflanzenartenvielfalt.

Auch auf der Ebene der Artzahlen innerhalb des gesamten Transektes (Tabelle 3.5-2) und der Gesamtartenzahlen in der Monitoringfläche (Tabelle 3.5-1) wird dieser Effekt deutlich. Die erneute Nutzung in geringer Intensität (Tab. 3.3-2 Stufe III) führte über die Veränderung der Konkurrenzverhältnisse zu einer Erhöhung der Artenvielfalt.

Es besteht auch ein allgemeiner Zusammenhang zwischen der Artenvielfalt in den einzelnen Pflanzenbeständen (= Transektaufnahmen) und der Nutzungsintensität sowie mit dem Nutzungsbeginn. Sowohl zeitig im Jahr genutzte Flächen (vor Juni), als auch relativ intensiv genutzte Flächen (Intensitätsstufen I und II) sind jeweils artenreicher als die sehr extensiv genutzten Flächen (vgl. Tab. 3.5-3). In den Flächen Filow (G4), Pauck (G1), Neuendorfer Spreewiesen (M2) sowie Hartmannsdorfer Wiesen (G2) kommen im Mittel 16 bis 19 Pflanzenarten pro Aufnahme vor. In den Flächen Schappigk (G5), Sommerpolder Nord (G3), Stauabsenkung Süd (M1), Koppainz (M3) und Kleines Gehege (M4) sind es lediglich 9 bis 15 Pflanzenarten.

**Tab. 3.5-3: Sortierung der Monitoringflächen nach mittlerer Pflanzenartenzahl in den Transektaufnahmen gemittelt über 4 Zeitreihen mit Angabe des Nutzungsbeginns und der Intensitätsstufe der Nutzung**

Fläche	Mittel Artenzahl Transektpunkt	Nutzungs- beginn	Intensitäts- stufe
G4 - Filow	19	20.04.	I
G1 - Pauck	18	10.06.	II
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	18	05.05.	I
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	16	15.05.	I
G5 - Schappigk	15	10.07.	III
G3 - Sommerpolder Nord	14	10.06.	II
M1 - Stauabsenkung Süd	13	10.07.	III
M3 - Koppainz	12	25.06.	II
M4 - Kleines Gehege	9	15.07.	III

Die Artenzahlen allein sind jedoch kein Kriterium zur Bewertung der Monitoringflächen, da sich entsprechend der unterschiedlichen Bedingungen auch die Qualität der Bestände, also die Pflanzenartenzusammensetzung deutlich ändert. Die Zahl der seltenen und gefährdeten Arten aus den Roten Listen der BRD und des Landes Brandenburg werden häufig zu einer naturschutzfachlichen Bewertung mit herangezogen.

Viele Rote-Liste-Arten sind in Feuchtgebieten beheimatet, also für den Spreewald mit grundwassernahen Standorten zu erwartende Pflanzenarten (vgl. Tab. 3.5-4). Darunter sind auch stark gefährdete Pflanzenarten (Rote Liste 2), wie die Faden-Binse (*Juncus filiformis*), das Gräben-Veilchen (*Viola persicifolia*) und das Bunte Vergissmeinnicht (*Myosotis discolor*). Maximal 9 Rote-Liste-Pflanzenarten in einzelnen Aufnahmewiederholungen finden sich in den Monitoringflächen der frischen mineralischen Grünländer Pauck (G1), Hartmannsdorfer Wiesen (G2) sowie dem Moorgrünland Neuendorfer Spreewiesen (M2) bis minimal 1 oder 2 Pflanzenarten der Roten Liste von Brandenburg in der Moorfläche Koppainz (M3).

Die Anzahl an Rote-Liste-Arten schwankt in den meisten Monitoringflächen zwischen den Aufnahmen. Nur in der Fläche Neuendorfer Spreewiesen (M2) muss insbesondere in der letzten Aufnahme ein deutlicher Rückgang konstatiert werden. Hier konnten die Arten Faden-Binse (*Juncus filiformis*), Sumpf-Platterbse (*Lathyrus palustris*) und die Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*) nicht mehr in den Transekt-Aufnahmen nachgewiesen werden, obgleich die Arten auf der Gesamtfläche noch vorkommen. Die Fläche weist eine relativ intensive (in diesem Falle häufige) Nutzung auf (vgl. Tab. 3.3-2). Meist wird mit Rindern beweidet. Pflanzenarten besitzen unterschiedliche Toleranz gegenüber unterschiedlichen Nutzungsformen. Möglicherweise sind auch starke Wechsel von Überflutung und Austrocknung für den Rückgang verantwortlich. Insbesondere die Sumpf-Platterbse (*Lathyrus palustris*) ist auch in den anderen Vorkommen (Hartmannsdorfer Wiesen G2, Kleines Gehege M4) bis auf eine Aufnahme in Pauck (G1) in der letzten Zeitreihe nicht mehr gefunden worden. Die Flächen unterscheiden sich deutlich in ihrer Nutzungsintensität (vgl. Tab. 3.3-2) und anderen strukturellen Parametern. Auch die Sumpf-Dotterblume (*Caltha palustris*) ist in den Transektaufnahmen der frischen mineralischen Grünländer Pauck (G1) und Hartmannsdorfer Wiesen (G2) nicht mehr vertreten. Die Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*) weist unterschiedliche Entwicklungen in den Monitoringflächen auf. Während sie in der bereits erwähnten intensiv genutzten Moorfläche Neuendorfer Spreewiesen (M2) und in der sehr extensiven Moorfläche Stauabsenkung Süd (M1) in der letzten Zeitreihe nicht in den Transektaufnahmen vorkam, nahm sie in der mittel intensiv genutzten Fläche Sommerpolder Nord (G3) im Verlauf der Zeitreihen deutlich zu. Ein Muster bezüglich der Haupteinflüsse Nutzung, Hydrologie und Boden lässt sich derzeit noch nicht erkennen.

**Tab. 3.5-4: Pflanzenarten mit Statusangabe in der Roten Liste von Brandenburg (BB) und in Deutschland (BRD) sowie deren Frequenz in den Aufnahmen der ÖUB-Monitoringflächen**

Rote-Liste-Status		wissenschaftlicher Artname	G1				G2				G3				G4				G5				M1				M2				M3				M4											
BB	BRD		I.	II.	III.	IV.																																								
2		<i>Juncus filiformis</i>																																												
2	2	<i>Viola persicifolia</i>									1				2				3	1		1																								
2	3	<i>Myosotis discolor</i>											1																																	
3		<i>Caltha palustris</i>	2	4	4		1	1	1														1	2	1	1																				
3		<i>Cardamine palustris</i>																																												
	3	<i>Carex vulpina</i>							2																																					
3		<i>Dianthus deltoides</i>					1		1	1																																				
3		<i>Galium boreale</i>																					1																							
3		<i>Helictotrichon pubescens</i>	1	1																																										
3		<i>Inula britannica</i>					1																																							
3		<i>Potentilla palustris</i>																									1																			
3		<i>Ranunculus auricomus</i> agg.							3		2	1	2	1	4	4	3	5	2	4	2	3	4	8	7	1																				
3		<i>Selinum carvifolia</i>			1																																									
3		<i>Veronica scutellata</i>																					1				2	4		1																
3	3	<i>Lathyrus palustris</i>	1	2	1	1	3	3	1																						3	4	4						1	2	2					
3	3	<i>Ophioglossum vulgatum</i>																	1	5																										
3	3	<i>Stellaria palustris</i>	7	4	2	4		1	2		1	1	2		7	4	4	2									6	9	1	1	5	5	5	3	1	1			2							
3	3	<i>Utricularia vulgaris</i>																																												
G		<i>Juncus ranarius</i>																																												
V		<i>Achillea ptarmica</i>	1	1	2	1	2	2		1					2	1	1	1	2	1							1	1			3	4	4	3												
V		<i>Carex nigra</i>		1	4	4			4														1	1							1															
V		<i>Carex panicea</i>	1					1		1																																				
V		<i>Carex rostrata</i>																																					1	1	1	1				
V		<i>Carex vesicaria</i>		1	2		3	5	3	2	1	1	1			4			1	1	1	1	1	5	4	5	8	8	10	8					1	1			1	3						
V		<i>Epilobium palustre</i>																																					6	5	4	1				
V		<i>Leontodon saxatilis</i>			1		7	10		7			1																																	
V		<i>Lychnis flos-cuculi</i>	20	9	12	15	1		3	2	2	4	8	11		2	1	2	2	1	1		1	4	5		8	4	6										1	1	2					
V		<i>Myosotis laxa</i>																													3															
V		<i>Odontites vulgaris</i>				1																																								
V		<i>Ulmus laevis</i>													1																															
V	3	<i>Cicuta virosa</i>																																					1		1					
Anzahl RL-Arten			6	8	9	7	8	6	9	7	5	4	5	3	3	6	4	5	5	4	5	5	6	6	8	5	7	9	8	4	0	1	1	2	5	6	6	4								
Summe TP mit RL-Arten			32	23	29	27	19	22	19	16	7	7	14	13	13	14	9	14	10	7	6	11	14	29	21	9	30	34	32	15	0	1	1	2	10	13	12	6								



Abb. 3.5-3: Sumpf-Dotterblume (*Caltha palustris*), links, 25.04.2006 sowie Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*), rechts, 01.06.2006 (Fotos: O. Brauner)

Die „mittlere Deckungssummen“ aller Pflanzenarten in einem Transekt bringen die Bestandesdichten zum Ausdruck (Abb. 3.5-4). Sich überlagernde Schichten werden einberechnet, so dass die Summe 100 % übersteigen kann. Die notwendige Umrechnung der groben Schätzskala für die Einzelarten führt zwar zu einem relativ großen Fehler der realen prozentualen Deckung. Dieser bleibt jedoch zwischen den Zeitreihen und den Monitoringflächen vergleichbar. In der vierten Aufnahme aus dem Jahr 2009 ist die Bestandesdichte auf allen Flächen deutlich am höchsten (Ausnahme Filow (G4)).

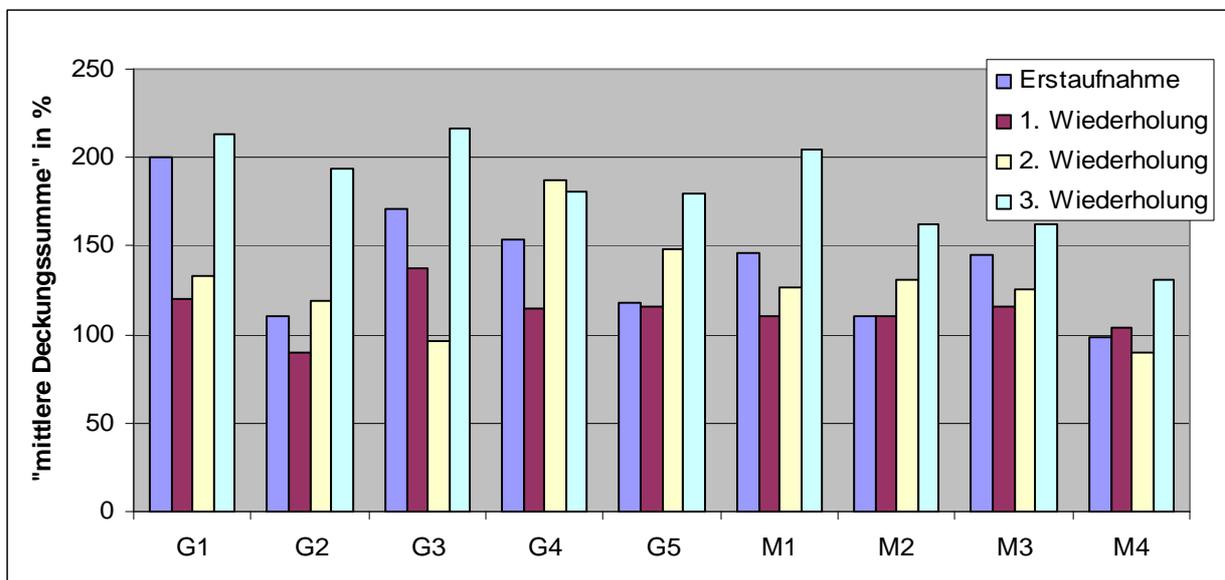


Abb. 3.5-4: Relative mittlere Deckungssummen der Pflanzenarten in den Monitoringflächen in den Jahren 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) und 2009 (IV)

Die Ursache für die sehr hohen mittleren Deckungssummen in der vierten zeitlichen Wiederholung liegt an der niederschlagsbedingt sehr guten Wasserversorgung. Die ausgesprochen trockenen Untersuchungsjahre 2003 (1. Wiederholung) und 2006 (2. Wiederholung) zeichnen sich durch ihre geringere mittlere Deckung ab. Die Fläche Filow (G4) zeigte auch in diesen Trockenjahren die geringsten Grundwasserschwankungen (Abb. 3.3-1), so dass sich dieser Effekt nicht niederschlug.

### 3.6. Ökologische Betrachtung der Pflanzenbestände

Bedingt durch Witterung oder natürliche Fluktuationen treten bei zeitlich versetzten Pflanzenaufnahmen umweigerlich Schwankungen der mittleren Deckung der einzelnen Arten auf. Um diese in den Transektaufnahmen auszublenden, werden im Folgenden die relativen Anteile des Vorkommens der Pflanzenarten verwendet. Für jede Art wurde ihr sogenannter „Bauwert“ innerhalb des Transektes einer Aufnahmewiederholung errechnet. Hierbei werden die Frequenz des Vorkommens in den Transektpunkten und die mittlere Deckung einer Art multipliziert. Eine Art mit geringer Deckung, aber Vorkommen in vielen Transektpunkten erhält somit einen ähnlichen Bauwert wie eine Art mit dominanter Deckung in nur ein oder zwei Transektpunkten (SCHMIEDEKNECHT 1995).

Unter Berücksichtigung dieses Bauwertes soll im Folgenden die Entwicklung von ökologischen Artengruppen analysiert werden. Alle in den Transekten vorkommenden Pflanzenarten wurden den zutreffenden Gruppen zugewiesen. Die einzelne Art kann in mehreren ökologischen Gruppen vorkommen. Über die Zeitreihe hinweg ist die Entwicklung der ökologischen Artengruppe über ihren relativen „Bauwert“ ablesbar.

**Tab. 3.6-1: Erläuterung der Kriterien für die Einordnung der Pflanzenarten in die Artengruppen unter Angabe des in Tabelle Anhang 3 verwendeten Kürzels**

Die Einordnungen beziehen sich auf die ökologischen Zeigerwerte von ELLENBERG et al. (1992) aus F= Feuchtezahl; N= Nährstoffzahl – 9 ist der höchste Wert des jeweiligen Faktors

Artengruppe	Kürzel	Erläuterung
Frischezeiger	Fri	alle Arten mit F-Zahl maximal 5
Überschwemmungszeiger	Üb	ertragen zeitweisen oder längeren Überstau, ≠ Zeiger bei Ellenberg für Überschwemmung
Beweidungszeiger	Bew	alle Arten, welche Beweidung tolerieren oder gar davon profitieren
Röhrichtarten	Röh	Röhrichtbildner oder -begleiter
Nasswiesenarten	Nas	Kennarten der Molinietalia
Störungs- und Stickstoffzeiger	Stö	N-Zahl mindestens 7 oder Zeiger für "störende" Eingriffe und Nutzungen
Extensivierungszeiger	Ext	benötigen keine Nutzung oder seltene nutzende bis pflegende Eingriffe, fliehen einer normalen landwirtschaftlichen Düngung, N-Zahl <5

Eine Zusammenfassung der Auswertung ist Tabelle 3.6-2 zu entnehmen. In der Einzeldarstellung der ökologischen Artengruppen wird detaillierter auf die Entwicklung in den einzelnen Flächen eingegangen.

**Tab. 3.6-2: Anteil der ausgewählten ökologische Artengruppen am „Bauwert“ der Pflanzenbestände in den Aufnahmen der Transekte und deren Entwicklung in den Zeitreihen**

Graustufen = Anteil am Bauwert: weiß – <10%, hellgrau – bis 50%, dunkelgrau – bis 75%, schwarz – >75%; Symbole: = ohne Änderung, ~ stärkere Schwankungen, - / - - Abnahme / stark, + / ++ Zunahme / stark

Fläche	Frische-zeiger	Nasswiesen-arten	Röhrichtarten	Beweidungs-zeiger	Nässe-/Überflutungs-	Extensiv-zeiger	Stör- u. Stickstoff-Zeiger
G1 - Pauck	~	-	=	+	=	=	-
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	=	- -	-	=	-	=	+
G3 - Sommerpolder Nord	+	~	~	~	~	~	=
G4 - Filow	-	=	=	=	++	~	~
G5 - Schappigk	=	~	=	=	=	=	=
M1 - Stauabsenkung Süd	=	~	~	+	~	=	- -
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	~	- -	~	+	=	-	=
M3 - Koppainz	-	~	~	=	~	~	~
M4 - Kleines Gehege	=	+	=	- -	=	++	- -

In Tabelle Anhang 3 sind die Arten mit einem Anteil am Gesamtbauwert von mindestens 5 Prozent aus dem Transekt jeder Monitoringfläche aufgelistet. Für diese Arten ist die Zugehörigkeit zu den Artengruppen farblich markiert. Diese Arten stellen beispielhaft nur einen kleinen Anteil aus dem tatsächlich vorhandenen Artenspektrum dar.

Die Ökologische Anzeige wird in den nachfolgenden Kapiteln näher spezifiziert.

### 3.6.1. Flächenwasserhaushalt anzeigende Arten

In Abb. 3.6-1 sind die jeweiligen Anteile der Frische- bzw. Nässezeiger gruppiert nach den Informationen aus den Pegeldaten (Abb. 3.3-3) dargestellt. Die Unterschiede zwischen den Flächen werden deutlich, Trends über die Zeit sind derzeit nicht abzuleiten.

Der Anteil an Frischezeigern gegenüber Nässe- sowie Überflutungszeigern steht in deutlichem Zusammenhang mit der Höhe der Grundwasserstände. Den größten Anteil an Frischezeigern weisen die Fläche Hartmannsdorf (G2) mit über 50 % und die Fläche Pauck (G1) mit 30% am Gesamtbauwert auf. Jedoch sind auch hier noch in deutlichen Anteilen nässeliebende Pflanzenarten vertreten, Röhrichtarten sind kaum präsent. Diese Flächen unterscheiden sich auch nach den Pegelgängen deutlich von den anderen (vgl. Tab. 3.3-1 u. Abb. 3.3-1 vorne).

Die nach den Pegelgängen in eine Gruppe „feucht“ eingeordneten Standorte Filow (G4) und Sommerpolder Nord (G3) weisen über die Pflanzenbestände doch leichte Unterschiede aus, was vor allem auf die größere Reliefheterogenität des Sommerpolder zurückzuführen ist. Auf den mineralischen Durchtragungen können sich Frischezeiger manifestieren und in den Senken Nässezeiger, so dass deren Bauwert über das Transekt höher ist als auf der wesentlich homogenen Fläche Filow.

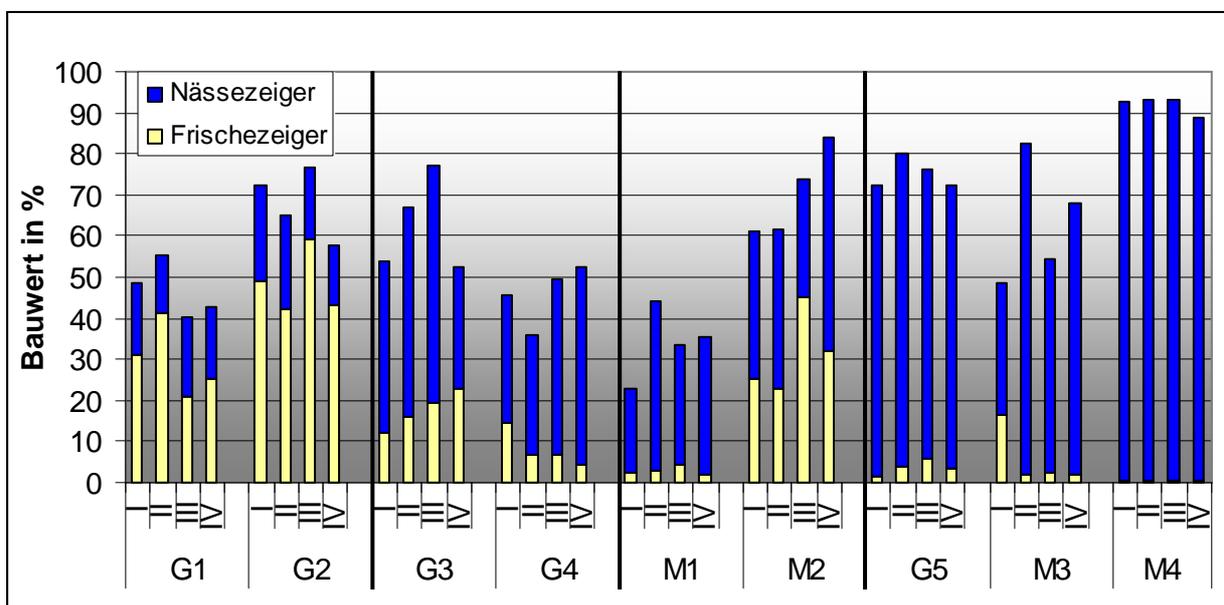


Abb. 3.6-1: Anteil von Frische- und Nässezeigern in den nach den Wasserverhältnissen (siehe Abb. 3.3-2) sortierten Monitoringflächen in den Jahren 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) und 2009 (IV)

Die Flächen mit den höchsten Grundwasserständen Schappigk (G5), Koppainz (M3) und Kleines Gehege (M4) sind auch am deutlichsten durch Nässezeiger gekennzeichnet. Nässezeiger sind hauptsächlich die rasig wachsenden Großseggen und das Sumpfreitgras (*Calamagrostis canescens*) in Schappigk. In Koppainz sind es zu großen Anteilen nicht nur die großwüchsigen Röhrichtarten sondern auch Flutrasenarten wie Flechtstraßgras (*Agrostis stolonifera*) und Knick-Fuchsschwanz (*Alopecurus geniculatus*) sowie

die Flatter-Binse (*Juncus effusus*). Das nur sporadisch genutzte Kleine Gehege wird hingegen von Süßgras-Röhrichten z.B. aus Schilf (*Phragmites communis*) und Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) sowie rasig wachsenden Großseggen geprägt.

Die Flächen Stauabsenkung Süd (M1) und Neuendorfer Spreewiesen (M2) mit ihren extremen Wasserstandsschwankungen weisen einen relativ gleichartigen Anteil an nässeliebenden Arten auf. Das erhöhte Vorkommen von Frischezeigern auf der Neuendorfer Spreewiese (M2) ist wiederum auf mineralische Duchragungen zurückzuführen.

### 3.6.2. Nutzungsintensität zeigende Arten

Um den Einfluss der Nutzungsart und -intensität deutlich zu machen, wurden die Pflanzenarten aus den Artengruppen „Beweidungszeiger“ und der Artengruppe „Extensiv“ betrachtet. Während in der ersten Gruppe alle Arten enthalten sind, welche die Beweidung eindeutig tolerieren oder gar von Beweidung profitieren sowie Arten der Tritt- und Flutrasen, sind in der zweiten Gruppe Arten enthalten, welche auch auf ungenutzten Wuchsorten bzw. ungedüngten (extensiv genutzten) Wiesen und Weiden vorkommen. Zwischen diesen Gruppen kann es zu Überschneidungen kommen, da aufgrund spezieller Anpassungen einzelner Spezies eine gute Weidetoleranz besteht.

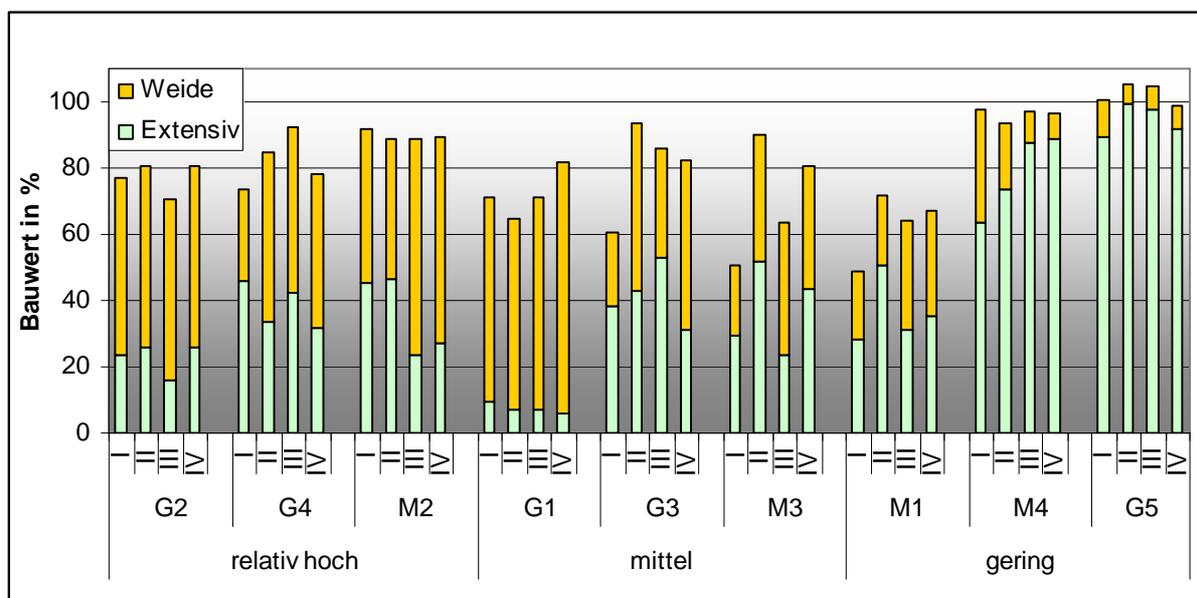


Abb. 3.6-2: Anteile der Artengruppen „Beweidungszeiger“ und „Extensiv“ in den nach Nutzungsintensität (siehe Tab. 3.3-2) sortierten Monitoringflächen in den Jahren 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) und 2009 (IV)

Besonders hoch ist der Anteil der Arten aus der Gruppe „Extensiv“ in den Monitoringflächen, welche nur einmal jährlich genutzt werden (siehe Tab. 3.3-2), also die Flächen Schappigk (G5) und Kleines Gehege (M4). Arten der Gruppe „Extensiv“ sind im Falle ihrer Dominanz meist Röhrichtarten und Hochstauden feuchter Standorte mit natürlicher Verbreitung in den Verlandungsbereichen von Standgewässern oder in nassen Waldgesellschaften. Auf der Fläche Schappigk dominieren das Sumpf-Reitgras (*Calamagrostis canescens*) und die Großseggen Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*), Schlank-Segge (*Carex acuta*) und Ufer-Segge (*Carex riparia*) mit begleitenden Kräutern, z.B. Sumpf-Haarstrang (*Peucedanum palustre*). Süßgras-Großröhrichte mit Schilf (*Phragmites australis*), Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*) zusammen mit Schlank-Segge (*Carex acuta*) bilden zunehmend dichte Bestände in der Fläche Kleines Gehege.

Mit der zunehmenden Dominanz der Röhrichtarten bei minimaler (nicht jährlicher) Nutzung treten die Beweidung zeigenden Pflanzenarten in den Hintergrund. Wenn keine Nutzung des Aufwuchses während der Vegetationsperiode möglich ist, wird die Fläche im Winterhalbjahr gemulcht. Die liegen bleibende dicke Mulchschicht „erstickt“ kleinwüchsige Pflanzenarten. In der ebenfalls nur einmal jährlich genutzten Fläche Stauabsenkung Süd (M1) besitzen die Pflanzenarten der Gruppe „Extensiv“ zwar nur 30 bis 50 Prozent des Bauwertes, dafür treten auch nur maximal 30 Prozent der Beweidungszeiger auf. Hier haben die Stickstoff-/und Störzeiger einen erheblichen Anteil am Bauwert des Bestandes.

In den anderen Flächen wirkt sich die differenzierte Nutzungshäufigkeit von 2-3 mal/Jahr nicht selektierend auf die Pflanzenbestände aus. Sie besitzen meist über 40 % bis 60 % Anteil der Artengruppe „Extensiv“, da aufgrund der ausbleibenden mineralischen Düngung zahlreiche Magerkeitszeiger vorkommen.

Eine Ausnahme bildet die mit zwei Beweidungsgängen genutzte Fläche Pauck (G1), die den höchsten Anteil an Beweidungszeigern und den geringsten Anteil von „Extensivzeigern aufweist. Der Wasserhaushalt in Pauck ist relativ ausgeglichen im frischen Bereich, das heißt mit seltenen Überschwemmungen und im trockenen Halbjahr meist noch mit Kontakt zum Grundwasser. Dadurch bestehen günstige Wuchsbedingungen für die typischen Wiesen- und Weidearten. In den wenigen vernässten Bereichen können auch in Pauck die hochwüchsigen Röhrichtarten dominieren.

### 3.6.3. Nährstoffe zeigende Artengruppe

In die Artengruppe „Stickstoffzeiger“ wurden Pflanzenarten mit einer Stickstoffzahl nach ELLENBERG et al. (1992) von einschließlich und größer 7 aus allen soziologischen Formationen aufgenommen.

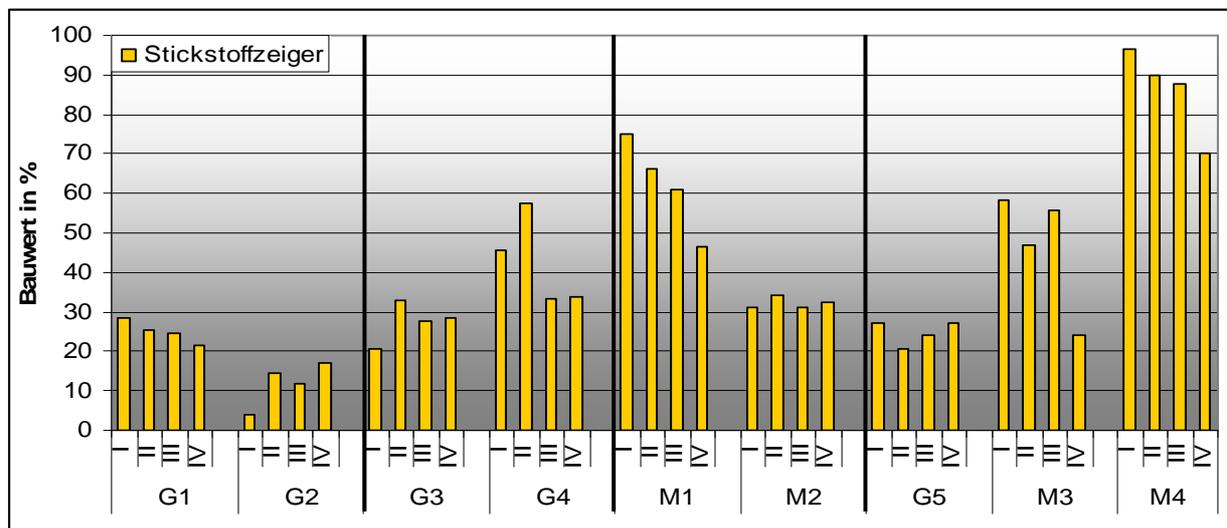


Abb. 3.6-3: Anteile der Stickstoffzeiger mit N-Wert  $\geq 7$  in den nach Wasserverhältnissen sortierten Monitoringflächen in den Jahren 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) und 2009 (IV)

Mit über 70 % Stickstoffzeigern ist der Anteil in der Fläche Kleines Gehege (M4) am größten. Hier sind es die dominanten Röhricht-Süßgräser, welche mit Schwerpunkt in eutrophen Feucht-Lebensräumen der Gewässer vorkommen. Meist über 50 % Stickstoffzeiger weist die ebenfalls sehr extensiv genutzte Fläche Stauabsenkung Süd (M1) auf. Hier sind es Gräser und Kräuter feuchter Standorte, welche für den hohen Anteil an Stickstoffzeigern verantwortlich zeichnen, z. B. Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) und Große Brennnessel (*Urtica dioica*).

In den beiden genannten Flächen und in der Fläche Koppainz (M3) ist ein abnehmender Trend in dieser Artengruppe erkennbar, da sich der Anteil der nicht zu den Stickstoffzeigern zählenden Großseggen deutlich erhöht hat. Den geringsten Anteil an Stickstoffzeigern weisen die frischen mineralischen Grünländer Hartmannsdorfer Wiesen (G2) und Pauck (G1) sowie das nasse mineralische Grünland (Anmoor) Schappigk (G5) auf.

Einerseits haben wir bei den frischen Flächen relativ intensiv genutzte Weiden und Mähweiden mit hohem Stoffaustrag. Bei Schappigk hingegen handelt es sich um eine jahrzehntelange Brache, welche erst in den letzten Jahren einmalig und spät im Jahr gemäht wird. Die wenigen Stickstoffzeiger konzentrieren sich hier sogar auf wenige Transektpunkte in einem höher gelegenen Teil der Monitoringfläche. Die Anteile der Stickstoffzeiger bleiben in den Monitoringflächen bis auf die vorgenannten Monitoringflächen M1, M3 und M4 relativ stabil.

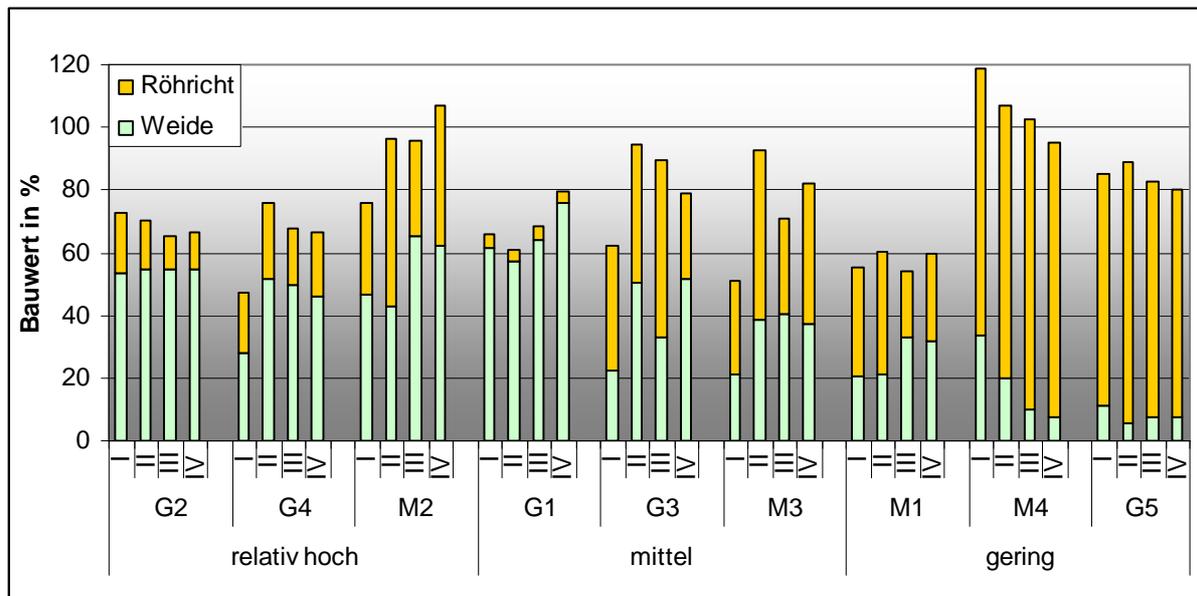
Ein Zusammenhang der Anteile von Stickstoffzeigern in den Monitoringflächen mit den Gesamt- Stickstoffgehalten im Boden ist gegeben, nicht jedoch zum C/N-Verhältnis oder zu den laktatlöslichen und Gesamtgehalten von Phosphor und Kalium. Der äußerst niedrige Anteil der Stickstoffzeiger in den Hartmannsdorfer Wiesen (G2) lässt sich über alle nachgewiesenen Nährstoffe (Gesamtgehalte von Stickstoff, Phosphor und Kalium, laktatlösliche Gehalte an Phosphor und Kalium, C/N-Verhältnis) mit sehr niedrigen Werten belegen. Es lässt sich jedoch derzeit kein Zusammenhang der Anteile an Stickstoffzeigern zu den Nährstoffgehalten in den Pflanzen herstellen.

#### **3.6.4. Struktur anzeigende Artengruppen**

Die Monitoringflächen unterscheiden sich in ihrer Bestandesstruktur voneinander und weisen auch Entwicklungen im Verlauf der untersuchten Zeitreihe auf. Deutlich unterschiedliche Strukturen bevorzugen und verursachen die Vertreter der Artengruppen „Röhricht“ und Beweidungszeiger, die hier als Indikatoren dienen sollen.

Die Röhrichtgruppe setzt sich aus den bewirtschaftungsunabhängigen Pflanzenarten der Verlandungszonen von Fließ- und Standgewässern zusammen. Das sind meist hochwüchsige Süßgräser, Sauergräser und Binsengewächse, sowie sie begleitende Kräuter, Hochstauden und Gehölze. Sie bilden oft Dominanzbestände und stellen sehr spezifische Habitate für Vogel und Insektenarten dar.

Hochwüchsige Röhrichte verdrängen bei Nichtnutzung oder seltener Nutzung konkurrenzschwache Kräuter und Gräser. Die Nutzung dieser großen Biomasse bedeutet für die Pflanzen jedoch einen großen Verlust, der nur sehr bedingt auszugleichen ist. Ganz im Gegensatz dazu bilden Beweidungszeiger flachwüchsige, regenerationsfähige Gras- und Krautbestände aus, welche aufgrund dieser Wuchsform häufige und intensivere Nutzung gut vertragen und kompensieren können und damit in den Konkurrenzvorteil gelangen.



**Abb. 3.6-4:** Anteile von Beweidungszeigern und der Artengruppe „Röhricht“ in den nach Nutzungsintensität (siehe Tab. 3.3-2) sortierten Monitoringflächen in den Jahren 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) und 2009 (IV)

Demnach finden sich in den Flächen Schappigk (G5) und Kleines Gehege (M4) vorwiegend Röhrichte, in Schappigk in Form von Großseggen-Beständen unter starker Beteiligung des Sumpf-Reitgrases (*Calamagrostis canescens*), im Kleinen Gehege in Form von Röhrichten von Gemeinem Schilf (*Phragmites australis*), Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*), Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*) als auch verschiedenen Großseggen. Diese Flächen sind gleichzeitig am stärksten vernässt und damit am Schwierigsten zu bewirtschaften. Im Kleinen Gehege nahm seit der Erstaufnahme der Anteil der Beweidungszeiger stetig ab (vgl. Kap. 3.6.2.). Die geringsten Anteile an Röhrichten, dafür jedoch hohe Anteile an kurzrasigen Pflanzenbeständen gibt es in Pauck (G1) und den Hartmannsdorfer Wiesen (G2) (vgl. Kap. 3.6.2.). Diese Flächen sind jedoch auch bezüglich der frischen Wasserverhältnisse nicht für Röhrichtarten prädestiniert.

**Tab. 3.6-3:** Verhältnis des Bauwertes von Beweidungszeigern zu Röhrichtarten

Nach dem Mittelwert der Aufnahmen (n=4) absteigend sortiert mit Angabe der Nutzungsintensitätsstufe, hydrologische Verhältnisse und Nutzungsbeginn

Fläche	Zeitreihen					Nutzungsintensitätsstufe	hydrologische Verhältnisse	Nutzungsbeginn
	I	II	III	IV	Mittel			
G1 - Pauck	14,3	15,9	16,1	19,9	16,5	II	frisch	10.06.
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	2,8	3,5	5,2	4,7	4,0	I	frisch	15.05.
G4 - Filow	1,4	2,1	2,8	2,3	2,1	I	feucht	20.04.
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	1,6	0,8	2,2	1,4	1,5	I	wechsell Nass	05.05.
G3 - Sommerpolder Nord	0,6	1,1	0,6	1,8	1,0	II	feucht	10.06.
M1 - Stauabsenkung Süd	0,6	0,5	1,5	1,2	1,0	III	wechsell Nass	10.07.
M3 - Koppainz	0,7	0,7	1,3	0,8	0,9	II	nass	25.06.
M4 - Kleines Gehege	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	III	nass	15.07.
G5 - Schappigk	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	III	nass	10.07.

Das Verhältnis von Röhrichtarten zu Beweidungszeigern korreliert sehr gut mit der Nutzungsintensität, speziell der ersten Nutzung im Jahr in Verbindung mit den hydrologischen Verhältnissen auf der Fläche (vgl. Tab. 3.6-3). Die Kombination frische hydrologische Verhältnisse und hohe Nutzungsintensität (Stufe I bis II) führt zur Ausbildung von Pflanzenbeständen mit hohem Anteil an Weidezeigern und geringem Anteil an Röhrichtarten, wie in Pauck (G1) und Hartmannsdorfer Wiesen (G2).

Im Gegensatz dazu birgt die Kombination gleichmäßig nasser Standortsbedingungen mit geringer Nutzungsintensität die Voraussetzung zur Ausbildung von Röhrichten bei nahezu fehlenden Beweidungszeigern, wie in den drei nassen Flächen Koppainz (M3), Kleines Gehege (M4) und Schappigk (G5). Die anderen Flächen gruppieren sich zwischen diese Extreme.

Die anhand der Vegetation eindeutig festgestellten Strukturunterschiede zwischen den Flächen werden von den stark strukturabhängigen Heuschreckenzönosen in den Untersuchungsgebieten bestätigt (vgl. Kap. 3.8.). In den von Beweidungszeigern dominierten Flächen treten auch mit großem Anteil charakteristische Heuschreckenarten mesophiler, besonders auch kurzrasiger Bestände auf. Gegensätzlich dazu verhält es sich mit den von Röhrichten bestimmten Untersuchungsflächen. Hier treten Heuschreckenarten mit Schwerpunkt in Grünlandbrachen, feuchten Hochstauden und extensiven Feuchtgrünländern auf.

### 3.7. Entwicklung der Regenwurmzönosen

Regenwürmer stellen als Vertreter der saprophagen Bodenmakrofauna eine wichtige Indikatorgruppe dar. Eine wichtige Funktion liegt in der Beeinflussung der mikrobiellen Aktivität bei der Laub- und Blattstreuzerzersetzung und somit in der Wechselwirkung mit der Pflanzenernährung. Die Regenwurmzönosen werden mittels Ausgraben von 16 Teilflächen mit je  $1/16 \text{ m}^2$  auf einer Gesamtfläche von  $1 \text{ m}^2$  einmalig zu den Hauptsaktivitätszeiten flächenspezifisch im Herbst bzw. Frühjahr in einem 6-jährigen Turnus erfasst. Die Untersuchung erfolgt mittels einer Methodenkombination aus Handauslese und nachfolgender Tiefenaustreibung. Auf den hier betrachteten Flächen liegen nunmehr zwei Aufnahmen aus den Jahren 2000 und 2006 vor.

Nach ihrer unterschiedlichen Nutzung des Bodenraums unterscheidet man bei den Regenwürmern folgende ökomorphologische Gruppen:

epigäische	- Streubesiedler, knapp unter der Bodenoberfläche lebend
endogäische	- in den oberen Bodenschichten lebend, i.d.R. mit horizontalen Röhren
aoözische	- Tiefenbohrer (bis > 2m) mit vertikalen Röhren



**Abb. 3.7-1: Untersuchungen zur Regenwurmfauna mit Hilfe der Handauslese nach Ausgraben der je  $1/16 \text{ m}^2$  großen Teilflächen (siehe rechts) auf der Fläche Schappigk, 12.10.2006 (O. Brauner)**

Die in den Jahren 1999/2000 sowie 2006 im BR Spreewald untersuchte Zönose der Regenwürmer wies in der Fläche Pauck (G1) – einer frischen Weide mit mittlerer Nutzungshäufigkeit auf grundwasserbestimmten Sanden - von allen untersuchten Gebieten mit insgesamt neun Arten den höchsten Artenreichtum und die höchsten Individuendichten/  $\text{m}^2$  auf (vgl. Abb. 3.7-2). Hier fanden sich auch die einzigen tiefgrabenden (anözischen) Lumbriciden (vgl. Abb. 3.7-3).

Die Fläche wies bei den Bodenuntersuchungen mit einem Mittelwert von pH 7,3 von allen Spreewaldflächen die deutlich höchsten Werte auf. Bereits SCHUSTER (2001) konnte bei seinen Untersuchungen eine signifikante Zunahme der Biomasse sowie eine positive Korrelation mit der Abundanz von Regenwürmern nachweisen. Ansonsten dominierten die in der oberen Bodenschicht lebenden, endogäischen (APOend, OCTend) und auf den feuchteren Flächen die unmittelbar auf der Bodenoberfläche lebenden, epigäischen Arten (EPIG).

In Filow (G4) wurden aufgrund der guten Wasserversorgung durch Stauwasser oberhalb einer schwer durchdringbaren Klocksicht überwiegend epigäische Regenwürmer nachgewiesen. Der endogäische Bewohner *Aporrectodea caliginosa* gehört zu den Negativindikatoren für intakte Zustände von Niedermoorböden (vgl. KÄMMERER 1993, 1996). Die vermutlich aus einer langsameren Entwicklungsgeschwindigkeit resultierenden höheren Adultgewichte (vgl. EMMERLING & FRÜND 1993) wiesen beim Sommerpolder Nord (G3) auf die für diese Art bereits pessimalen Feuchtebedingungen durch oberflächennahe Grundwasserstände hin.

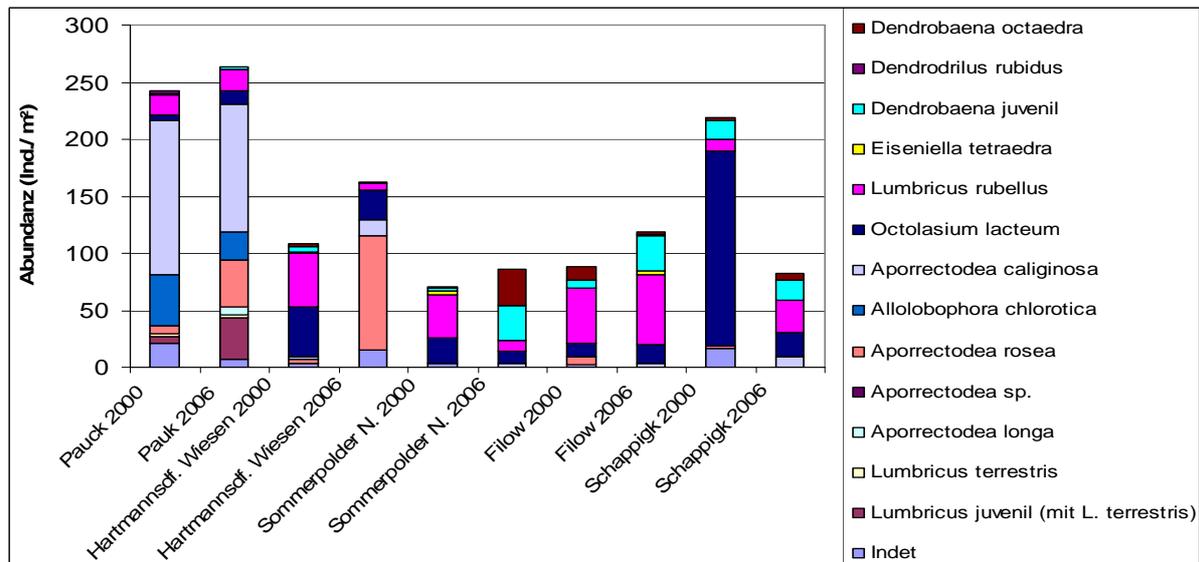
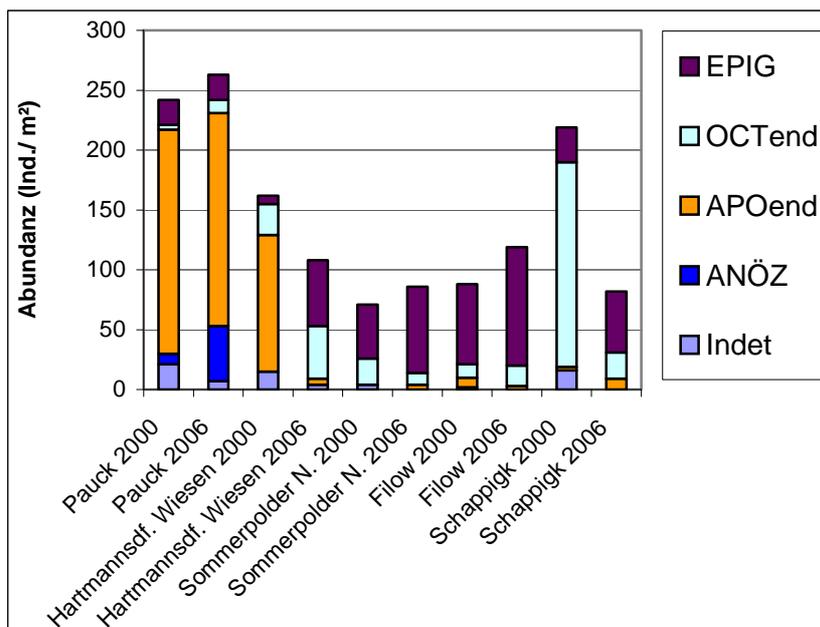


Abb. 3.7-2: Abundanz der einzelnen Regenwurmarten bei der Erstaufnahme (2000) und der 1. Wiederholung (2006) in den untersuchten mineralischen Grasland-Ökosystemen

Ökomorphologische Zuordnung von oben nach unten: *D. octaedra* bis *L. rubellus* (epigäisch); *O. lacteum* bis *Aporrectodea* sp. (endogäisch), *A. longa* u. *L. terrestris* (Tiefenbewohner)



Einteilung der ökomorphologischen Gruppen nach GLASSTETTER 1991, verändert nach SCHUSTER 2001:

EPIG: epigäische Lumbricus-, Dendrobaena- und Eiseniella-Arten als Streubewohner

OCTend: endogäische Octolasion-Arten als Horizontalbohrer

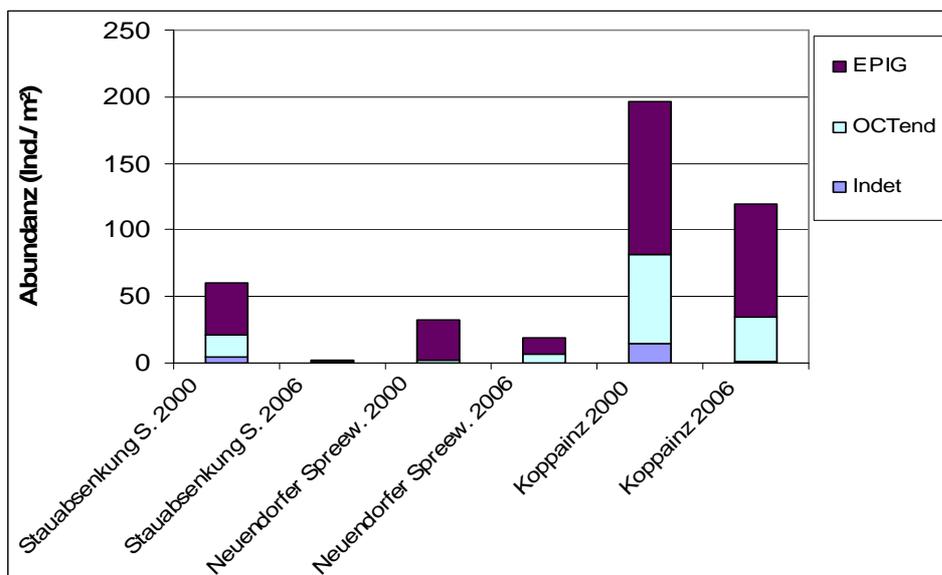
APOend: endogäische Aporrectodea- und Allobophora-Arten als Horizontalbohrer

ANÖZ: anözische (tiefenbewohnende) Arten als Vertikalbohrer

Indet: unbestimmt

Abb. 3.7-3: Abundanz der ökomorphologischen Gruppen der Regenwurmarten bei der Erstaufnahme (2000) und der 1. Wiederholung (2006) in den untersuchten mineralischen Grasland-Ökosystemen

Auf den wechsellassen sowie nassen Moorflächen entwickelte sich die Regenwurmzönose auch sehr unterschiedlich, wobei die Biomasse offenbar überall abnahm. Dies stand höchstwahrscheinlich im Zusammenhang mit den stark schwankenden und dabei im Sommer 2006 äußerst niedrigen Wasserständen. Ein extremer Rückgang der Lumbriciden wurde auf der Fläche Stauabsenkung Süd (M1) beobachtet. Hier konnte im Oktober 2006 auf der 1 m<sup>2</sup> großen Untersuchungsfläche jeweils nur ein juveniles Exemplar von *Octolasion lacteum* und *Lumbricus rubellus* gefunden werden. An trockenere sommerliche Grundwasserverhältnisse angepasste Arten wurden auf der als wechsellass eingestuften Untersuchungsfläche bisher noch nicht nachgewiesen. Diese würden wiederum sensibel auf die durch den Überstau langfristig hohen Wasserstände im Winter reagieren. Auch die Regenwurmzönose der ebenfalls wechsellassen Neuendorfer Spreewiesen (M2) weist durch den Rückgang bzw. das Verschwinden von zwei feuchteliebenden Arten auf einen Einfluss oberflächennaher Austrocknung im trockenwarmen Sommer 2006 hin. Zu geringeren Verlusten bei den Individuenzahlen sowie der Biomasse im Vergleich zur Erstaufnahme (Herbst 2000) kam es im Herbst 2006 auf der Fläche Koppainz (M1). Die nach ihren Wasserverhältnissen als nass eingestufte Fläche (vgl. Tab. 3.3-1) wies im Unterschied zur Mehrzahl der untersuchten Grünland-Ökosysteme auch im Sommer des Jahres 2006 noch einen relativ hohen Grundwasserstand auf. Die einzigen größeren Verluste erleidete hier mit *Eiseniella tetraedra* eine Charakterart sehr nasser Boden.



**Abb. 3.7-4: Abundanz der ökomorphologischen Gruppen der Regenwurmart bei der Erstaufnahme (2000) und der 1. Wiederholung (2006) in den untersuchten Moorgrünland-Ökosystemen**

Einteilung der ökomorphologischen Gruppen nach GLASSTETTER 1991, verändert nach SCHUSTER 2001:

EPIG: epigäische Lumbricus-, Dendrobaena- und Eiseniella-Arten als Streubewohner  
 OCTend: endogäische Octolasion-Arten als Horizontalbohrer  
 Indet: unbestimmt

Abschließend lässt sich nach den beiden ersten Untersuchungsdurchgängen zur Regenwurmfaua feststellen, dass der Wasserhaushalt der Flächen einen bedeutenden Einfluss auf die Abundanz und die Zönose der Regenwürmer ausübt. Dieser ist zumeist mit dem Grad der Moordegradation, dem Humusgehalt sowie der Trockenrohddichte gekoppelt. Neben der Bewirtschaftung übt zudem insbesondere für die endogäischen Arten aus der Gruppe EPIG die Bodenazidität einen entscheidenden Einfluss auf die Vermehrungsrate und Biomasseentwicklung aus. So fehlen diese Arten auf den Flächen ab einem pH-Wert unter 5 (nahezu) vollständig.

### 3.8. Entwicklung der Heuschreckenzönosen

Bisher konnten in den neun untersuchten Grünland-Ökosystemen 26 verschiedene Heuschreckenarten nachgewiesen werden, von denen einige hier per Bild dargestellt sind. Dabei kam es innerhalb der Heuschreckenzönosen auf den meisten Untersuchungsflächen in den bisherigen vier Untersuchungsperioden nur zu geringeren Veränderungen. Tabelle 3.8-1 zeigt eine Übersicht über die in der bisherigen Zeitreihe nachgewiesenen Heuschreckenarten unter Angabe ihrer bisher maximal ermittelten relativen Häufigkeiten.



Abb. 3.8-1: Weibchen der Roesels Beißschrecke (*Metrioptera roeseli*)



Abb. 3.8-2: Weibchen der Zwitscherschrecke (*Tettigonia cantans*)



Abb. 3.8-3: Kopula bei der Langflügeligen Schwertschrecke (*Conocephalus fuscus*)



Abb. 3.8-4: Säbeldornschröcke (*Tetrix subulata*)



Abb. 3.8-5: Männliche Sumpfschrecke (*Stetophyma grossum*)

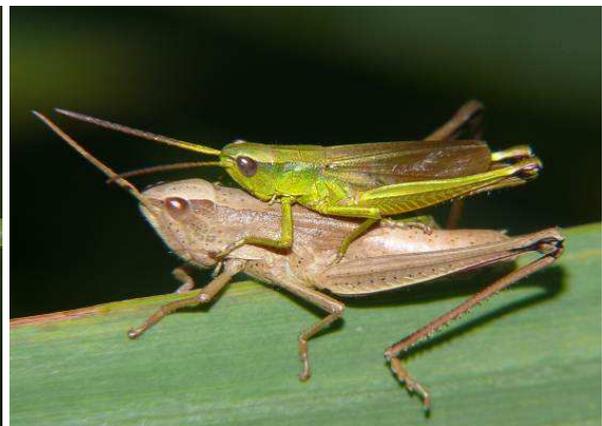


Abb. 3.8-6: Kopula bei der Großen Goldschrecke (*Chrysochraon dispar*)



Abb. 3.8-7: Kleine Goldschrecke (*Euthystira brachyptera*)



Abb. 3.8-8: rote Farbvariante beim Weibchen der Großen Goldschrecke (*Chrysochraon dispar*)



Abb. 3.8-9: Männchen des Nachtigall-Grashüpfers (*Chorthippus biguttulus*)



Abb. 3.8-10: Weibchen des Weißrandigen Grashüpfers (*Chorthippus albomarginatus*)



Abb. 3.8-11: Weibchen des Gemeinen Grashüpfers (*Chorthippus parallelus*)



Abb. 3.8-12: Weibchen des Sumpf-Grashüpfers (*Chorthippus montanus*)

Alle Abb. O. Brauner

Die Heuschreckenzönosen von Pauck (G1) und den Hartmannsdorfer Wiesen (G2) wurden mit *Chorthippus parallelus* (Gemeiner Grashüpfer) und *C. albomarginatus* (Weißbrandiger Grashüpfer) vornehmlich von charakteristischen Arten des mesophilen Wirtschaftsgrünlandes dominiert. Sie weisen neben vorwiegend mäßigen Feuchteverhältnissen (vgl. Tab. 3.3-1) auf eine regelmäßige Nutzung mit kurzrasigeren Strukturen hin. Auffällig war im Jahr 2006 auf den meisten Flächen eine deutliche Abnahme oder das vollständige Fehlen von *Metrioptera roeselii* (Roesels Beißschrecke) und *Chrysochraon dispar* (Große Goldschrecke). Vermutlich hatten diese Arten stärker unter der extremen Sommertrockenheit zu leiden.

Zu keinem nennenswerten Rückgang dieser Arten kam es hingegen bei Koppainz (M1). Hier hatte sich möglicherweise das trotz des trockenwarmen Sommers im Vergleich zu einigen anderen Flächen feuchtere Mikroklima, der mit Mitte Juli erst relativ spät gemähten Fläche, positiv auf die Bestandsentwicklung dieser Arten ausgewirkt.

Im Sommerpolder Nord (G3) wurde die Zönose in allen vier Untersuchungsjahren von extrem hohen Individuendichten der beiden Kennarten für extensiv genutztes Feuchtgrünland *Stethophyma grossum* (Sumpfschrecke; Art der Vorwarnliste) und *C. montanus* (Sumpfgrashüpfer, nur 2009 etwas seltener; in Bbg. „gefährdet“) dominiert. Neben den relativ gleichmäßigen Feuchteverhältnissen (vgl. Tabelle 3.3-1) mit mikroklimatisch günstigen Bedingungen hat hier eine mittlere Nutzungsintensität mit Nutzungsbeginn ab Anfang Juni sowie 2 bis 3 Nutzungen bei geringer Besatzdichte (vgl. Tabelle 3.3-2) einen Einfluss auf die Ausbildung geeigneter Vegetationsstrukturen. Beide Arten erreichten auf der Fläche extrem hohe Individuendichten. So konnten von *S. grossum* bei der quantitativen Erfassung mit dem Isolationsquadrat am 19.07.2006 im Bereich der beiden Messfelder 115 adulte Individuen sowie weitere 42 bzw. 121 Larven/ 20 m<sup>2</sup> gefunden werden. Von *C. montanus* wurden zur selben Zeit 150 bzw. 161/ 20 m<sup>2</sup> adulte Individuen erfasst.

**Tab. 3.8-1: Autökologische Charakterisierung der auf den einzelnen Untersuchungsflächen über die bisherige Zeitreihe nachgewiesenen Heuschreckenarten unter Angabe ihrer bisher maximal ermittelten relativen Häufigkeiten**

Gruppierung nach den dominierenden Feuchteverhältnissen auf den einzelnen Grünland-Ökosystemen

		RL-BB(1999)	Ökolog. Valenz	Koppainz	Kleines Gehege	Schappigk	Staubsenkung S	Neuendorfer Spre	Sommerpolder N	Filow/Pohlensch	Pauck/Schleppzig	Hartmannsdorfer
dominierende Wasserverhältnisse				nass			wechsellnass		feucht		frisch	
<b>Arten der Trockenrasen (kurz-längerrasig)</b>												
<i>Platycleis albopunctata</i>	Westliche Beißschrecke		x								(1)	(1)
<i>Gryllus campestris</i>	Feldgrille	V	x-m								(1)	2
<i>Calliptamus italicus</i>	Italienische Schönschrecke	1	x					(1)				
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	Gefleckte Keulenschrecke		X					2				
<i>Chorthippus brunneus</i>	Brauner Grashüpfer		x				2	2	2		1	2
<i>Chorthippus mollis</i>	Verkannter Grashüpfer		x	(1)	(1)	(1)	(2)	(3)	(2)		2	2
<b>Arten der Grünlandbrachen</b>												
<i>Chorthippus apicarius</i>	Feld-Grashüpfer		m-x	2	2	2	1	2	2	2	2	2
<i>Conocephalus fuscus</i>	Langflügelige Schwertschrecke		h-x	3	2	3	3	2	4	2	2	3
<i>Chrysochraon dispar</i>	Große Goldschrecke		m-h	4	4	5	3	3	4	4	3	3
<i>Euthystira brachyptera</i>	Kleine Goldschrecke	2	h-x			3						
<i>Phaneroptera falcata</i>	Gemeine Sichelschrecke		x-m						1			
<i>Chorthippus dorsatus</i>	Wiesengrashüpfer		m	2	2	3	1	2	3	3	3	3
<b>Arten des Wirtschaftsgrünlandes</b>												
<i>Metrioptera roeselii</i>	Roesels Beißschrecke		m-h	4	4	5	3	3	4	3	3	4
<i>Chorthippus biguttulus</i>	Nachtigall-Grashüpfer		x-m	2	3		3	3	3	2	2	5
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	Weißrandiger Grashüpfer		m-h	4	2	1	5	5	4	5	5	5
<i>Chorthippus parallelus</i>	Gemeiner Grashüpfer		m	2		1	2	4	3	3	4	5
<i>Omocestus viridulus</i>	Bunter Grashüpfer	V	m-h						1		2	
<b>Arten des Extensiv-Feuchtgrünlandes</b>												
<i>Stethophyma grossum</i>	Sumpfschrecke	V	h	3	3	4	4	4	5	4	3	3
<i>Chorthippus montanus</i>	Sumpfgrashüpfer	3	h	2	2	3	4		5	4	2	1
<i>Tetrix subulata</i>	Säbeldornschrecke		h	2	3	2	4	4	4	5	3	3
<i>Tetrix undulata</i>	Gemeine Dornschrecke		h-m				2			2		
<b>Arten der Baum-/Strauchschicht u. Hochstaudenfluren</b>												
<i>Leptophyes punctatissima</i>	Punktierte Zartschrecke		m				(2)					
<i>Conocephalus dorsalis</i>	Kurzflügelige Schwertschrecke		h	4	3	3	3	3	3	3	2	2
<i>Tettigonia cantans</i>	Zwitscherschrecke	3	m	(1)	2	3	2	(1)	3	3		
<i>Tettigonia viridissima</i>	Grünes Heupferd		m	2	2	(1)	1	2		1	2	2
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	Gewöhnliche Strauchschrecke		m									
<b>Gesamtartenzahl</b>				15	14	15	18	17	15	15	18	17

Häufigkeitsklassifikation (5-stufig): 1: sehr selten, 2: selten bis zerstreut, 3: verbreitet, 4: häufig, 5: sehr häufig

( ): Vorkommen randlich bzw. auf Sonderstandorte beschränkt

Ökologische Valenz (nach KLATT et al. 1999): x: xerophil, m: mesophil, h: hygrophil

Auch Filow (G4) wurde in erster Linie von hygrophilen Arten wie *S. grossum*, *C. montanus* und *Tetrix subulata* (Säbeldornschrecke) sowie zum Teil von Arten der feuchten Hochstaudenfluren (insbesondere *Conocephalus dorsalis*) geprägt.

Die Zönose, der in den Jahren zwischen 1998 und 2006 nicht bewirtschafteten Fläche Schappigk (G5), wurde in den vier Untersuchungsperioden sowohl auf der gesamten Fläche, wie auch in den Transekten von *M. roeselii* (Roesels Beißschrecke) und *C. dispar* (Große Goldschrecke) dominiert (vgl. Tab. 3.8-1, 3.8-2).

Erstmals gelang hier bei den Untersuchungen im Jahr 2006 der Nachweis von *Euthystira brachyptera* (Kleine Goldschrecke). Die wärmeliebende, landesweit „stark gefährdete“ Art kennzeichnet in Brandenburg langgrasige, verbrachte Vegetationsbestände aus einer Kombination von Gräsern und *Rubus* spp. (Brombeere). Sie ist höchstwahrscheinlich nach der vorhergehenden Erfassung (2003) neu in die Fläche eingewandert und

profitierte von der zwischenzeitlich zunehmenden Verbrachung nach der Auflassung seit 1998. Durch die in jüngerer Zeit wieder regelmäßige einmalige Mahd (erstmalig Anf. Sept. 2006) kam es im Jahr 2009 auf der Fläche zu einer Zunahme von *Ch. montanus* u. *St. grossum* als Kennarten des Extensiv-Feuchtgrünlandes. Dagegen trat *E. brachyptera* in diesem Jahr nur (noch) vereinzelt auf.

**Tab. 3.8-2: Vergleich der bei der Erstaufnahme sowie der 1. bis 3. Wiederholung mit der Transektmethode erfassten Heuschreckenarten und ihre Charakterisierung in ökologischen Gruppen auf der Fläche Schappigk**

Aufnahmejahr	Transekt (100 m <sup>2</sup> )	RL-BB	RL-D	Öko.V.	Char.	Schappigk							
						00	00	03	03	06	06	09	09
<b>Arten der Grünlandbrachen</b>													
Chorthippus apricarius	Feld-Grashüpfer		V	m-x						I			
Conocephalus fuscus	Langflügelige Schwertschrecke			h-x		I		I	I		II	II	
Chrysochraon dispar	Große Goldschrecke			m-h		VI	VI	V	V	IV	V	V	V
Euthystira brachyptera	Kleine Goldschrecke	2		h-x						I		I	I
Chorthippus dorsatus	Wiesengrashüpfer			m				II	II			III	
<b>Arten des Wirtschaftsgrünlandes</b>													
Metrioptera roeselii	Roesels Beißschrecke			m-h		V	VI	IV	V	V	IV	V	V
<b>Arten des Extensiv-Feuchtgrünlandes</b>													
Stethophyma grossum	Sumpfschrecke	V		h	F	II	II	III	III	II	II	IV	IV
Chorthippus montanus	Sumpfgrashüpfer	3	V	h	F		II	II	II		I	II	II
Tetrix subulata	Säbeldornschrecke			h	F			III	III				
Conocephalus dorsalis	Kurzflügelige Schwertschrecke		V	h	F	II	II			II	II		
<b>Arten der Baum-/Strauchschicht u. Hochstaudenfluren</b>													
Tettigonia cantans	Zwitscherschrecke	3		m		II		II		II	I		I
<b>Gesamtartenzahl:</b>						<b>6</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

RL-BB: Rote Liste der Heuschrecken Brandenburgs (KLATT et al. 1999)

RL-D: Rote Liste der Heuschrecken Deutschlands (MAAS et al. 2002)

Häufigkeitsklassen (Individuendichte/ 100 m<sup>2</sup>):

I: Einzelfund; II: 2-5 Ind.; III: 6-10 Ind.; IV: 11-20 Ind.; V: 21-50; VI: > 50 Ind.

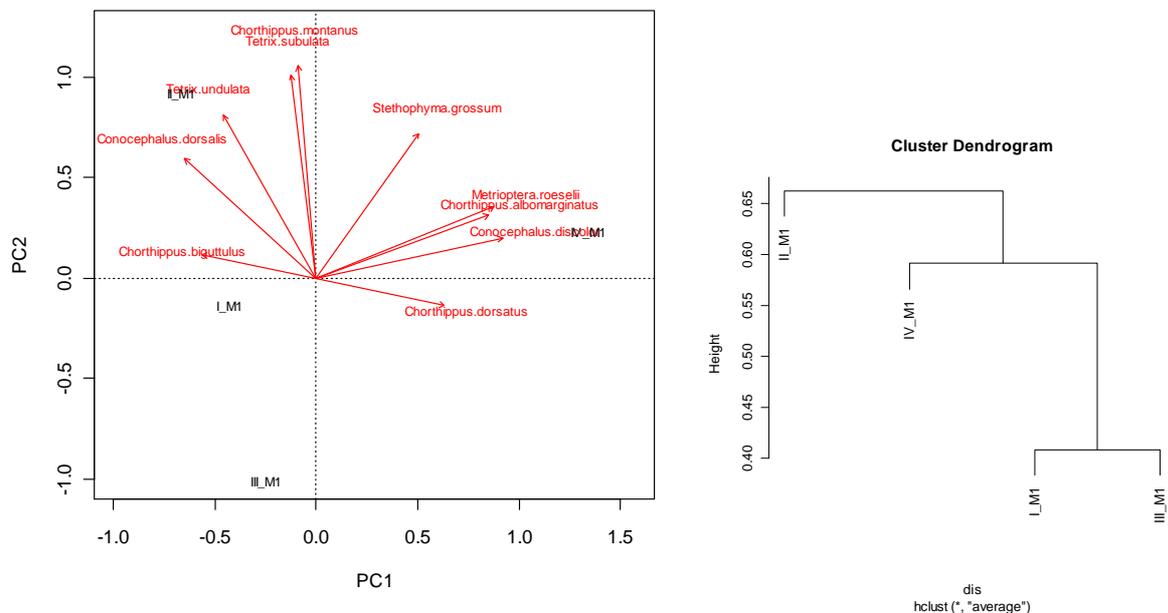
Öko.V. (Ökologische Valenz): x: xerophil, m: mesophil, h: hygrophil

Char. (Charakterarten): T: Trockenrasen; F: Extensivfeuchtwiese

Die Zönosen auf den Flächen Stauabsenkung Süd (M1), Neuendorfer Spreewiesen (M2) und Koppainz (M3) werden neben Arten des extensiven Feuchtgrünlandes vorwiegend von Arten des Wirtschaftsgrünlandes dominiert. Auf den Flächen wurden im Rahmen des Monitoring zwischen 13 und 16 Heuschreckenarten nachgewiesen. Dabei kam es im Verlauf der Untersuchungen u. a. in den Aufnahmen der Transekte und Isolationsquadrate auf vielen Flächen zu einer sukzessiven Zunahme von *Conocephalus fuscus* (Langflügelige Schwertschrecke), als wärmeliebende Art von längerrasigen Strukturen.

In der Stauabsenkung Süd kam es im Jahr 2009 in den Transekten wie auch auf der Gesamtfläche zu den bisher höchsten Abundanzen von Arten des Extensiv-Feuchtgrünlandes (vgl. Abb. 3.8-13). Ein wesentlicher Schlüsselfaktor für das Vorkommen und der Verteilung von Heuschrecken stellt neben der Nutzungsart sowie des Biotoptyps auch die Bodenfeuchtigkeit dar (INGRISCH & KÖHLER 1998), die in diesem Jahr relativ erhöht war (vgl. Abb. 3.3-3). Dies bewirkte zudem eine Zunahme beim Grad der Vegetationsbedeckung (vgl. Abb. 3.5-4). Im Unterschied dazu weisen die beiden trockenwarmen Jahre 2003 und 2006 im Cluster-Dendrogramm (vgl. Abb. 3.8-13) eine große Ähnlichkeit in ihrer Heuschreckenzönose auf. Nicht ganz so extrem gilt dies vor allem auch für die Abundanzen auf den etwas grundwasserferneren Flächen Pauck (G1) und Hartmannsdorfer Wiesen (G2).

Die Heuschreckenfauna des unregelmäßig genutzten Kleinen Geheges (M4) ist etwas artenärmer. Bisher wurden insgesamt zwischen zehn und zwölf Arten erfasst. Zu den Arten mit den höchsten Individuendichten zählten neben *Chorthippus albomarginatus* (Weißbrandiger Grashüpfer) auch hier vor allem Arten des Extensiv-Feuchtgrünlandes sowie der feuchten Hochstaudenfluren. Einige Arten scheinen jedoch zumindest zum Teil nach Phasen der Auflassung und zwischenzeitlich erfolgter Mahd bzw. Beweidung alljährlich wieder aus der Umgebung in die Fläche einzuwandern. Neben ausbleibenden oder bei einigen Arten nur spärlichen Larvenfunden spricht dafür auch das bei der Erfassung der Heuschrecken-Probeflächen die Arten- und Individuenzahlen vieler Arten bei den zweiten Erhebungen im zweiten Augustdrittel (nach der Mahd) deutlich höher lagen als bei den Erhebungen Ende Juli/ Anfang August. Die meisten Arten erreichten auf der Fläche in allen Jahren jedoch insgesamt nur sehr geringe Häufigkeiten. Im Jahr 2009 erfolgte die Mahd durch die anhaltend hohen Sommergrundwasserstände erst relativ spät im September nach den Transektbegehungen. In den hochwüchsigen Röhrichtbeständen erlangte lediglich *Conocephalus dorsalis* mittlere Individuendichten von bis zu maximal 6-10 Tieren/ 100 m<sup>2</sup>.



Korrelations-PCA, Darstellung: scaling = 1  
 Call: rda(X = oeubL, scale = TRUE)

Eigenvalues for unconstrained axes:  
 PC1            PC2            PC3  
 4.529 (45,2 %) 3.520 (35,2 %) 1.952 (19,5 %)

**Abb. 3.8-13: Korrelations-PCA und Cluster-Dendrogramm der bei der Erstaufnahme sowie der 1. bis 3. Wiederholung (I\_M1 bis IV\_M1) mit dem Isolationsquadrat auf jeweils 40 m<sup>2</sup> im Messfeldbereich erfassten Heuschreckenarten auf der Fläche Stauabsenkung Süd (M1)**

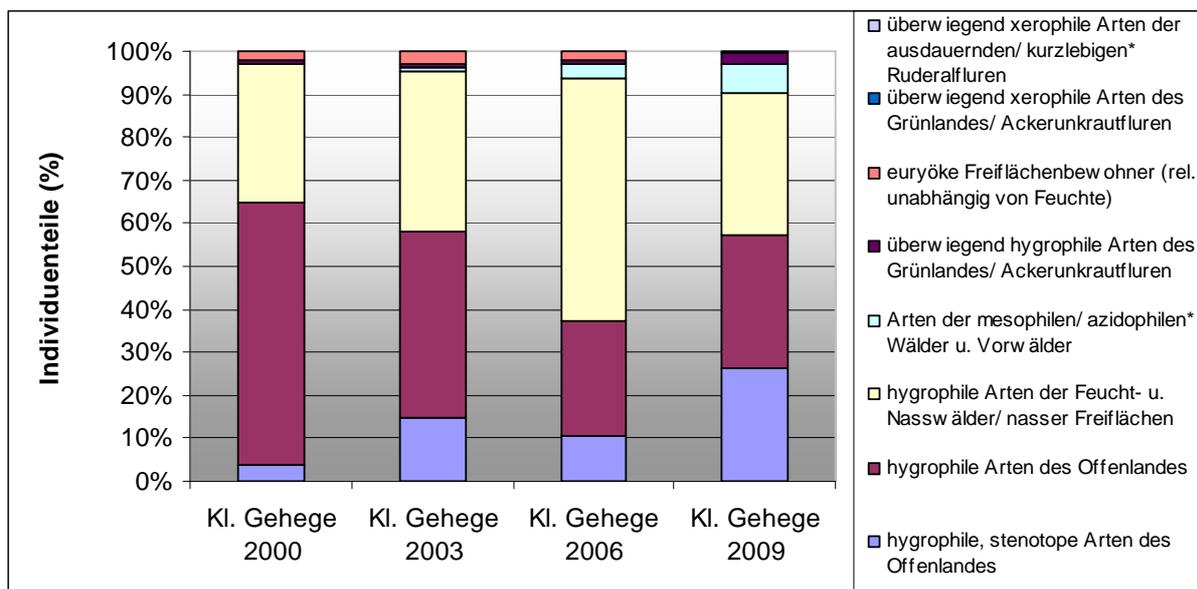
### 3.9. Entwicklung der Laufkäferzönosen

Die Laufkäferzönosen von Pauck (G1), Sommerpolder Nord (G3), Filow (G4) und Schappigk (G5) wurden von Arten mit hygrophilen (=feuchtigkeitsliebend) bis mäßig hygrophilen Lebensraumansprüchen dominiert. Im Unterschied zu den Flächen des Moorgrünlandes konnten hier aber nur in sehr wenigen Fällen Arten mit stenotoper, d.h. engster Bindung an hygrophile Lebensräume erfasst werden.

Bei Pauck war zudem der Anteil der überwiegend xerophilen Grünlandarten sowie der Ruderalfluren relativ hoch. Er bewegte sich zwischen 24 % und knapp 31 %. Die meisten Arten dieser ökologischen Gruppen traten hier jedoch nur mit geringer Aktivitätsdichte als Begleitarten auf.

Bei den Hartmannsdorfer Wiesen (G2) erhöhte sich der Anteil der hygrophilen Arten im Verlauf des Monitorings sukzessiv von 10 % bei der Erstaufnahme auf knapp 24 % in der 2. Wiederholung. Die unmittelbare Nähe zu den benachbarten Feldgehölzen führte auf Filow zu einem ziemlich hohen Arten- und Individuenanteil von Arten mit einem Schwerpunkt vorkommen in den Feucht- und Nasswäldern sowie von Arten der mesophilen/ azidophilen Wälder- und Vorwälder.

Die Laufkäferzönosen der untersuchten Moorgrünland-Ökosysteme wurden von Arten mit hygrophilen bis mäßig hygrophilen Lebensraumansprüchen dominiert. Bei einigen Flächen befand sich darunter auch ein größerer Anteil von stenotop-hygrophilen Arten. Den höchsten Anteil feuchtliebender Arten an der Laufkäferzönose wies das Kleine Gehege (M4) auf (vgl. Abb. 3.9-1).



**Abb. 3.9-1: Übersicht der in den einzelnen Aufnahmen zwischen 2000 und 2009 erfassten Individuenanteile der Laufkäferarten mit Zuordnung zu ihrem Schwerpunkt vorkommen nach SCHEFFLER et al. (1999) auf der Fläche Kleines Gehege (M4)**



**Abb. 3.9-2: Blick vom NO-Flächensaum auf Höhe des Vegetationstransektbeginns auf die Moorfläche Kl. Gehege, 04.06.03; sowie Vegetationsstruktur im Bereich der Bodenfallen zur Laufkäfererfassung nach einmaliger vorjähriger Mahd, 27.08.03 (Fotos: O. Brauner)**

In allen vier Untersuchungsperioden lag der Anteil hygrophiler Arten bei mindestens 85 % sowie der Individuenanteil sogar bei weit über 90 %. Darunter befanden sich auch fünf stenotope Arten der Verlandungsvegetation. Unter den nachgewiesenen Arten befand sich ein beträchtlich hoher Anteil von Arten der Roten Liste (vgl. Tab. 3.9-1).

In der Stauabsenkung Süd (M1) lag der Anteil der hygrophilen Arten in den Jahren zwischen 50 % und knapp 60 % und bei den Individuen bei 50 % bis 70 %. Hier erhöhte sich im Jahr 2006 der Anteil euryöker Grünlandarten sowie vorwiegend xerophiler Arten des Grünlandes und der Ruderalfluren auf etwas mehr als 15 % der Gesamtindividuen. Eine Ursache hierfür dürfte in der in diesem trockenwarmen Sommer vorwiegend lückigen Vegetationsdecke liegen. Bei der Artenzahl und den Individuenanteilen der hygrophilen Laufkäferarten von Koppainz (M3) kam es im Verlauf des Monitorings zu einer kontinuierlichen Zunahme. Dieser erhöhte Anteil ist vermutlich neben dem Wasserhaushalt auch auf die extensive und relativ späte Nutzung und den damit resultierenden Vegetationsstrukturen zurück zu führen (vgl. Abb. 3.5-4).

**Tab. 3.9-1: Fläche Kleines Gehege (M4) – Stenotop hygrophile (nach BARNDT et al. 1991) sowie gefährdete Laufkäferarten und ihre Individuenzahlen nach der Roten Liste Brandenburgs (SCHEFFLER et al. 1999) und der BRD (TRAUTNER et al. 1996)**

RL/ Untersuchungsjahr	RL-BB	RL-D	Biot.	1999	2003	2006	2009
<b>hygrophile, stenotope Arten des Offenlandes</b>							
Agonum afrum			s	3		21	108
Agonum viduum			s	1	4		2
Chlaenius nigricornis		V*	s		43	3	2
Chlaenius tristis	3	2	s		5	1	2
Epaphius rivularis	3	2	s	1			
Odacantha melanura		V*	s				1
<b>hygrophile Arten des Offenlandes</b>							
Acupalpus exiguus	3	3			1		
Badister dilatatus		3		1	4		15
Bembidion assimile		V*		4			
Bembidion gilvipes		V*		1	2		2
Blethisa multipunctata		2				1	
Diachromus germanus	R				4		1
Elaphrus uliginosus	2	2			6	4	
Panagaeus cruxmajor		V					2
Pterostichus diligens		V		26	4	5	22
Pterostichus gracilis		3			8	1	
<b>Individuenzahl, gesamt</b>				<b>131</b>	<b>351</b>	<b>238</b>	<b>436</b>
<b>Artenzahl, gesamt</b>				<b>20</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>27</b>

*Biot: Arten stenotoper Biotopbindung (nur in 1-2 ökologisch verwandten Formationen vorkommend)*

Die Entwicklung der Laufkäferzönosen auf den Grünlandflächen zeigte bei den Arten- und Individuenzahlen der meisten Flächen mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Schwankungen innerhalb der bisher vorliegenden Zeitreihe (vgl. Tab. 3.9-2, 3.9-3). Bei einigen Flächen kam es daneben auch beim Anteil der landes- bzw. bundesweit gefährdeten Arten zu einer leichten bis deutlicheren (Stauabsenkung Süd, Schappigk) Zunahme.

Bei der Betrachtung der ökologischen Gruppen zeigte sich insbesondere bei Schappigk wie auch bei den Heuschrecken eine deutliche Zunahme der Individuenzahlen, die im Zusammenhang mit der nach mehrjähriger Verbrachung wieder extensiven Nutzung der Fläche steht. In Filow und Schappigk erhöhte sich zudem deutlich der Anteil der mäßig hygrophilen Grünlandarten. In den vier Moorflächen erhöhte sich zum Teil deutlich der Anteil der stenotop hygrophilen Laufkäferarten. Mit Ausnahme der Hartmannsdorfer Wiesen (hier jeweils deutliche Zunahme) blieb der Individuenanteil der überwiegend xerophilen Arten des Grünlandes bzw. der Ruderalfluren auf den grundwassernahen Grünlandflächen relativ konstant auf niedrigem Niveau. Dies gilt auch für den Anteil euryöker Freiflächenbewohner, wo es bei einigen Flächen auch zu leichteren Rückgängen kam.

**Tab. 3.9-2: Darstellung der im bisherigen Untersuchungszeitraum nachgewiesenen Gesamtartenzahlen sowie deren jährliche Schwankungen unter Angabe der Zahl der gefährdeten Laufkäferarten nach der Roten Liste Brandenburgs sowie der BRD (vgl. Tab. 3.9-1) in den untersuchten Grünland-Ökosystemen**

Fläche	Artenzahl, gesamt	jährl. Schwankung	RL-BB	RL-D
G1 - Pauck	35	18 - 25	-	-
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	35	14 - 22	-	1
G3 - Sommerpolder Nord	25	14 - 17	1	1
G4 - Filow	38	18 - 29	1	1
G5 - Schappigk	33	13 - 25	1	1
M1 - Stauabsenkung Süd	35	16 - 25	1	1
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	44	20 - 26	2	4
M3 - Koppainz	33	10 - 26	1	1
M4 - Kleines Gehege	41	20 - 27	5	7

**Tab. 3.9-3: Entwicklung der Laufkäferzönosen auf den Grünlandflächen, Auswertung der relativen Individuenanteile der ökologischen Gruppen**

= gleichbleibend, keine nennenswerte Veränderung; ++ Zunahme (deutlich); -- Abnahme (deutlich); ~ schwankend; Zeichen in Klammer teilweise zutreffend bzw. nicht vorhanden

	Artenzahlen	RL-Arten	Individuenzahlen	hygrophile, stenotope Arten des Offenlandes	hygrophile Arten des Offenlandes	hygrophile Arten der Feucht- u. Nasswälder/ nasser Freiflächen
G1 - Pauck	-	=	+		--	~ (+)
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	~	~ (+)	~		~	~ (+)
G3 - Sommerpolder Nord	= (-)	=	-		= (+)	+
G4 - Filow	= (+)	~ (+)	~		~ (+)	= (-)
G5 - Schappigk	~ (+)	+	++		-	=
M1 - Stauabsenkung Süd	~	++	~ ~	+	=	=
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	~	+	-	++	~ ~	~ ~
M3 - Koppainz	~	~ (+)	~	++	+	-
M4 - Kleines Gehege	~ (+)	~ (+)	~ (+)	++	~ (-)	~

	Arten der mesophilen/ azidophilen Wälder u. Vorwälder	überwieg. hygrophile Arten des Grünlandes/ Ackerunkrautfluren	euryöke Freiflächenbewohner (rel. unabhängig von Feuchte)	überwieg. xerophile Arten des Grünlandes/ Ackerunkrautfluren	überwieg. xerophile Arten der ausdauernden/ kurzlebigen Ruderalfluren
G1 - Pauck	~	=	=	-	~
G2 - Hartmannsdorfer Wiesen	~ (+)	-	~	++	++
G3 - Sommerpolder Nord	=	~	~	-	=
G4 - Filow	-	++	-	=	=
G5 - Schappigk	+	++	-	(-)	(-)
M1 - Stauabsenkung Süd	~ (+)	~ ~ (+)	-	~	(-)
M2 - Neuendorfer Spreewiesen	=	~	-	~	(-)
M3 - Koppainz	(-)	-	=	(-)	(-)
M4 - Kleines Gehege	~	(-)	=		

Arten- u. Individuen auf durchschnittlich geringerem Niveau

Arten und Individuen auf durchschnittlich mittlerem Niveau

Arten und Individuen auf durchschnittlich höherem Niveau

### 3.10. Resüme und Zusammenfassung

Dem vorliegenden Bericht liegen mittlerweile für das **Mineralische Grasland** im BR SW drei Untersuchungsperioden von 1999 bis 2006 zugrunde. In diesem Zeitraum waren zum Teil bemerkenswerte Veränderungen feststellbar.

Zu den entscheidenden Faktoren für die Entwicklung von diesen Lebensräumen für Pflanzen und Tiere gehört die Nutzung. Generell wurden seit Anfang/Mitte der 90-er Jahre ehemals intensiv genutzte Flächen zunehmend in eine extensive Nutzungsweise überführt. Diese umfasst eine kombinierte Mähweidenutzung. Die Selbstauskünfte der Nutzer zeigen, dass die jährliche Nutzung sehr spontan nach den Gegebenheiten festgelegt wird und nicht nur die Nutzungstermine, sondern auch der Rhythmus von Weide und Mahd und deren Häufigkeit des Öfteren wechselt. Jedoch bewegt sich dies alles im Rahmen einer extensiven Nutzung ohne Düngung. Trotzdem sind deutliche Auswirkungen auf die Entwicklung der Pflanzenbestände festzustellen.

Das im BR SW untersuchte Grasland ist generell auf grundwassernahen Standorten gelegen. Die Bodenuntersuchungen zeigen humusreiche Oberböden mit C/N-Verhältnissen im schwach eutrophen Bereich. Die Analysen der Pflanzeninhaltsstoffe des Erntegutes weisen auf eine zunehmende Reduktion des Nährstoffangebots hin. Insbesondere Kalium, aber auch der Phosphor- Gehalt und der Rohproteingehalt rutschen auf allen Flächen ab in einen eigentlich für die Tierernährung nicht mehr günstigen Bereich. Die Pflanzenbestände sind jedoch - bis auf eine Ausnahme (Stauabsenkung Süd) ausschließlich N-limitiert. Das ist durch einen allgemeinen Ertragsrückgang begleitet, der nunmehr auf dem Niveau von Extensivnutzung um 35-40 dt TM/ha angelangt ist. D.h. die Bevorratung aus der ehemals intensiven Bewirtschaftung ist aufgebraucht und Ertrag und Standort stehen in direktem Wechselverhältnis. Dieses Ertragsniveau wird als optimal für artenreiche Pflanzenbestände angesehen. Die aktuellen Erträge liegen zwischen 69 dt TM/ha auf der Fläche Filow und nur 30 dt TM/ha auf der Fläche Pauck. Die hohen Erträge der Fläche Filow korrelieren sehr gut mit der ausgeglichenen Wasserversorgung, welche nicht nur von der Stauhaltung herrührt, sondern vom Vorkommen einer Wasser stauenden Klocksicht sowie dem wahrscheinlich ausgeglicheneren Mikroklima innerhalb der eng stehenden Baumreihen. Auf der Fläche Hartmannsdorf ist eine Zunahme der Erträge beobachtet worden, die wahrscheinlich einzig durch die Zufütterung auf der Fläche bedingt ist.

Die heißen und trockenen Sommer 2003 und 2006 machten sich in den Jahresgängen der Pegel deutlich bemerkbar mit extremen Tiefstständen des Grundwassers. Die Wasserstufenkartierung über die Vegetation spiegelt die stärker schwankenden Grundwasserstände durch eine Zunahme der wechselfeuchten Wasserstufen wider.

Insgesamt wurden über alle Zeitreihen auf den mineralischen Graslandflächen 368 Pflanzenarten gefunden, davon 49 R-L-Arten. Die bisher deutlichste Entwicklung innerhalb der Artenzusammensetzung sowie den Verschiebungen in den Dominanzen der Pflanzenarten fand zwischen der Erstaufnahme 1999 und der ersten Zeitreihenuntersuchung 2003 statt. Während die Gesamtartenzahlen in der Fläche sich in Abhängigkeit der ganz konkreten Situation mal auffüllten und mal wieder etwas zurückgingen, nahm die Artenzahl in den Einzelaufnahmen der Transekterhebungen, also die Verteilung der Arten in der Fläche in der ersten Aufnahmeetappe deutlich zu. Dies ist als Endphase des Auffüllungsschubes mit Extensivierung zu werten, der mit dem Ende der Intensivnutzung Anfang der 90-er Jahre eingeläutet wurde und nun nach ca. 10 Jahren zum Abschluss kam. Die schon über lange Zeit gleichartig und klein parzelliert bewirtschaftet Fläche Filow zeigt keinen diesbezüglichen Trend und auf der Fläche Schappigk macht sich der Verbrachtungstrend mit rückläufigen Artenzahlen bemerkbar.

Neben ungerichteten Fluktuationen zeigten sich auch Tendenzen in der Ausbreitung von Pflanzenarten. Während auf der Fläche Pauck eine Zunahme von mesophilen Wiesenarten zuungunsten von nassetoleranten Arten beobachtet werden konnte, sind auf den anderen Flächen Zunahmen der Wechselfeuchte zeigenden Arten (Hartmannsdorfer Wiese,

Sommerpolder Nord, Filow) und nassetoleranten Arten (Schappigk) zu beobachten. Auf eine geringe Stickstoffversorgung deutet die überall feststellbare Zunahme des Weißklee (*Trifolium repens*) hin. Die Förderung von Sauergräsern und ausläuferbildenden Süßgräsern in der Fläche Sommerpolder Nord hängt wahrscheinlich mit dem späten ersten Nutzungstermin ab Mitte Juni zusammen. In der mindestens achtjährigen Brache Schappigk waren dagegen eine deutliche Abnahme der Anzahl an Pflanzenarten mit geringer Konkurrenzskraft und der Arten der Wirtschaftswiesen sowie eine Ausdehnung der dominanten Großseggen festzustellen.

Im Vergleich zu den Moorgrünlandflächen, mit denen ein gemeinsamer Artenpool von 24 gefährdeten Arten besteht, wurden auf den mineralischen Graslandflächen 25 weitere R-L-Arten gefunden. Deren ökologische Amplitude umfasst vor allem auch Arten frischer Standorte, die bei den Moorflächen fehlen. Ein kleinerer Teil der gefährdeten Arten findet sich nur randlich in den Gräben, die eine wichtige zusätzliche Lebensraumfunktion besitzen.

Die Zönose der Regenwürmer wies in der Fläche Pauck von allen untersuchten Gebieten mit insgesamt neun Arten den höchsten Artenreichtum und die höchsten Individuendichten/ m<sup>2</sup> auf. Hier fanden sich auch die einzigen tiefgrabenden Lumbriciden. Ansonsten dominierten hier endogäische Arten. Der Wasserhaushalt der Flächen übt einen bedeutenden Einfluss auf die Abundanz und die Zönose der Regenwürmer aus. Dieser ist zumeist mit dem Grad der Moordegradation, dem Humusgehalt sowie der Trockenrohdichte gekoppelt. Aber auch die Bodenazidität hat einen entscheidenden Einfluss auf die Vermehrungsrate und Biomasseentwicklung der endogäischen Arten. So fehlen diese Arten auf den Flächen ab einem pH-Wert unter 5 (nahezu) vollständig wie auf den Hartmannsdorfer Wiesen mit abnehmenden pH-Werten beobachtet werden konnte.

In Pauck und auf den Hartmannsdorfer Wiesen wurde die Heuschreckenzönose mit *Chorthippus parallelus* (Gemeiner Grashüpfer) und *C. albomarginatus* (Weißrandiger Grashüpfer) vornehmlich von charakteristischen Arten des mesophilen Wirtschaftsgrünlandes dominiert. Sie weisen neben vorwiegend mäßigen Feuchteverhältnissen auf eine regelmäßige Nutzung mit kurzrasigeren Strukturen hin. Auffällig war im Jahr 2006 auf mehreren Flächen die deutliche Abnahme oder das vollständige Fehlen von *Metrioptera roeselii* (Roesels Beißschrecke) und *Chrysochraon dispar* (Große Goldschrecke). Möglicherweise hatten diese Arten stärker unter der Sommertrockenheit zu leiden. Im Sommerpolder Nord wurde die Zönose in allen drei Untersuchungsjahren von extrem hohen Individuendichten der beiden Kennarten *Stethophyma grossum* (Sumpfschrecke; Art der Vorwarnliste) und *C. montanus* (Sumpfgrashüpfer; in Bbg. „gefährdet“) für extensiv genutztes Feuchtgrünland dominiert. Auch Filow wurde in erster Linie von hygrophilen Arten wie *S. grossum*, *C. montanus* und *Tetrix subulata* (Säbeldornschrecke) sowie zum Teil von Arten der feuchten Hochstaudenfluren geprägt. Die vergleichsweise artenärmere Zönose von Schappigk wurde in den drei Untersuchungsperioden von *Metrioptera roeselii* (Roesels Beißschrecke) und *Chrysochraon dispar* (Große Goldschrecke) dominiert. Erstmals gelang hier im Jahr 2006 der Nachweis von *Euthystira brachyptera* (Kleine Goldschrecke). Die landesweit „stark gefährdete“ Art war vermutlich seit der letzten Erfassung im Jahr 2003 neu in die Fläche eingewandert und profitierte von der zunehmenden Verbrachung der Fläche.

Die Laufkäferzönosen wurden von Arten mit hygrophilen bis mäßig hygrophilen Lebensraumsansprüchen dominiert. Im Unterschied zu mehreren Flächen des Moorgrünlandes konnten hier aber nur in sehr wenigen Fällen Arten mit stenotoper Bindung an hygrophile Lebensräume erfasst werden. Bei Pauck als frischer Mähweide war zudem der Anteil der überwiegend xerophilen Grünlandarten sowie der Ruderalfluren relativ hoch. Er bewegte sich zwischen 24 % und knapp 31 %. Die meisten Arten dieser ökologischen Gruppen traten hier jedoch nur mit geringer Aktivitätsdichte als

Begleitarten auf. Die unmittelbare Nähe zu den benachbarten Feldgehölzen führte auf Filow zu einem ziemlich hohen Arten- und Individuenanteil von Arten mit einem Schwerpunkt vorkommen in den Feucht- und Nasswäldern sowie von Arten der mesophilen/ azidophilen Wälder- und Vorwälder.

Die im BR SW untersuchten **Moor-Grünlandflächen** entstanden aus zuvor meist intensiv genutzten Mähweiden auf grundwassernahen oft überstauten Torfböden. Generell gilt hier das am Anfang für das mineralische Grasland Gesagte. Die Nutzungsintensität der ungedüngten Flächen weist eine weite Spanne auf. Während die Fläche des Kleinen Geheges nur bei niedrigen Wasserständen während der Vegetationsperiode als Mähweide unregelmäßig genutzt werden kann, wird die Fläche Neuendorfer Spreewiesen als Mähweide genutzt (also einmal Beweidung und einmal Mahd) mit Beginn der Nutzung Anfang Mai.

Entsprechend des Ausgangssubstrates Torf liegen die Humusgehalte zwischen knapp 35 und 50 Prozent bei niedrigen pH-Werten und einem C/N-Verhältnis von 11 in der Fläche Neuendorfer Spreewiesen und bis zu 18 in der Fläche Kleines Gehege. Die Böden aller Flächen zeigen damit sehr nährstoffreiche Verhältnisse, was auf die andauernd hohe Torfmineralisation hinweist. Die laktatlöslichen Gehalte an Phosphor und Kalium im Boden zeigen hingegen Mangel, der sich deutlich in den Pflanzeninhaltsstoffen niederschlägt. Die Erträge an sich, die im Durchschnitt aufgrund der Nährstoffnachlieferung aus dem Substrat höher liegen als auf dem mineralischen Grasland, sanken auch hier - jedoch mit unterschiedlichem Niveau. Die Flächen Koppainz und Kleines Gehege sind als N-limitiert einzustufen, während als einzige Ausnahme im gesamten Graslandflächenpool die Stauabsenkung Süd als K- limitiert zu bewerten ist. Die Neuendorfer Spreewiesen sind als ausgeglichen nährstoffversorgt einzuschätzen. Besonders ertragreich waren die Röhrichte auf der Fläche Kleines Gehege mit 73 dt TM/ha sowie die Seggenwiese auf der Fläche Koppainz. Wie auch im mineralischen Grasland zeigt sich eine gute Übereinstimmung der hohen Erträge mit gleichmäßig hohen Grundwasserständen. Der Grundwasserstand befand sich im Falle des Kleinen Geheges meist knapp unter der Oberfläche oder im Winterhalbjahr oft darüber. Die Fläche Koppainz wird stark von der Stauhaltung in den beidseitig die Fläche begrenzenden Gräben beeinflusst und künstlich deutlich angehoben. Die Sommertrockenheit insbesondere der Jahre 2003 und 2006 wirkte sich so in den beiden vorgenannten Flächen nicht so stark aus, wie in der Fläche der Neuendorfer Spreewiesen (> 50 cm) und sehr extrem in der Fläche Stauabsenkung Süd mit Schwankungen von über 1 Meter. Die extreme Schwankung des Grundwassers hat neben der Pflanzenwelt auch Konsequenzen besonders für das Bodenleben.

Auf Veränderungen im Wasserhaushalt reagiert die Vegetation mit Verzögerung, aber deutlich durch eine Zunahme der Wechselfeuchtezeiger. Die Änderung der floristischen Zusammensetzung der Flächen ist teilweise beträchtlich. Nässe und Feuchte liebende Arten nahmen in den Aufnahmen der Flächen Stauabsenkung Süd und Koppainz deutlich zu oder gewannen gegenüber weniger ertragenden Arten an Dominanz. Die Pflanzenbestände in der Fläche Neuendorfer Spreewiese tendieren eher zu wechselfeuchten Bedingungen. In der Fläche Kleines Gehege wiederum nahm die Zahl der mesophilen Arten von Wiesen und Weiden deutlich ab bei gleich bleibender hoher Dominanz der Röhricht-Arten. Die zunehmende Nährstoffverarmung zeigt sich auch an den abnehmenden mittleren Stickstoff-Zeigerwerten in den Transektaufnahmen.

Insgesamt wurden über alle Zeitreihen auf den Moor-Graslandflächen 318 Pflanzenarten gefunden, davon 41 R-L-Arten.

Bezüglich der Diversität an Gefäßpflanzenarten zeigen die Moorgrünlandflächen unterschiedliche Tendenzen. Die Artenzahlen der Gefäßpflanzen sind in der eher kleinen

Fläche Neuendorfer Spreewiese trotz der Wechselfeuchte weitgehend gleich bleibend. In der Fläche Stauabsenkung Süd nehmen die Zahlen über alle Zeitreihen zu. In den beiden Untersuchungsflächen Koppainz und Kleines Gehege sind die Fluktuationen der Artenzahlen vor allem auf Veränderungen in der Randsituation der Flächen zurückzuführen.

Die mittleren Artenzahlen pro Transektaufnahme sind zwischen den Flächen sehr unterschiedlich. Die zunehmende Dominanz von Flutrasen-, Großseggen- und Röhricharten in den Flächen Stauabsenkung Süd, Koppainz und Kleines Gehege hängt mit den dort vorherrschenden späten Nutzungsterminen ab frühestens Mitte Juni zusammen und bewirkt artenärmere Dominanzbestände insbesondere auf der nassen und kaum genutzten Fläche Kleines Gehege.

Im Vergleich zu den mineralischen Grünlandflächen, mit denen ein gemeinsamer Artenpool von 24 gefährdeten Arten besteht, wurden hier 17 weitere R-L-Arten gefunden. Deren ökologische Amplitude umfasst (bis auf eine Ausnahme) feuchtegebundene Arten. Im Gegensatz zum mineralischen Grasland spielen hier die Gräben nur eine untergeordnete Rolle als zusätzlicher Lebensraum für R-L-Arten.

Die Regenwurmzönose entwickelte sich auf den Flächen sehr unterschiedlich, wobei die Biomasse offenbar überall abnahm. Ein extremer Rückgang der Lumbriciden wurde auf der Fläche Stauabsenkung beobachtet. Dies stand höchstwahrscheinlich im Zusammenhang mit den stark schwankenden und dabei im Sommer äußerst niedrigen Wasserständen. Von einer erhöhten Bodenfeuchte unabhängige Arten wurden auf der Untersuchungsfläche bisher noch nicht nachgewiesen. Sie würden im Gegenzug sensibel auf die durch den Überstau langfristig hohen Wasserstände im Winter reagieren. Auch die Regenwurmzönose der Neuendorfer Spreewiesen weist durch den Rückgang bzw. das Verschwinden von 2 feuchteliebenden Arten auf einen Einfluss oberflächennaher Austrocknung im trockenwarmen Sommer 2006 hin. Zu geringeren Verlusten bei den Individuenzahlen sowie der Biomasse im Vergleich zur Erstaufnahme (Herbst 2000) kam es im Herbst 2006 auf der Fläche Koppainz, die im Unterschied zur Mehrzahl der untersuchten Grünland-Ökosysteme auch im Sommer des Jahres 2006 noch einen relativ hohen Grundwasserstand aufwies. Die einzigen größeren Verluste erlitt hier mit *Eiseniella tetraedra* eine Charakterart nasser Boden.

Das Gesamtartenspektrum der Heuschreckenfauna war auf den meisten Flächen in den drei Untersuchungsperioden relativ konstant. Auf den Flächen wurden zwischen 10 und 16 Heuschreckenarten nachgewiesen. Auf mehreren ÖUB-Untersuchungsflächen im BR Spreewald waren jedoch insbesondere *Chrysochraon dispar* (Große Goldschrecke) und *Metrioptera roeselii* (Roesels Beißschrecke) vermutlich durch die extreme Sommertrockenheit im Jahr 2006 deutlich seltener zu finden als in den Untersuchungsjahren zuvor. Zu keinem nennenswerten Rückgang dieser Arten kam es hingegen bei Koppainz. Hier hatte sich möglicherweise das trotz des trockenwarmen Sommers im Vergleich zu einigen anderen Flächen feuchtere Mikroklima, der mit Mitte Juli erst relativ spät gemähten Fläche, positiv auf die Bestandsentwicklung dieser Arten ausgewirkt. Die Zönosen auf den Flächen Stauabsenkung Süd, Koppainz und Neuendorfer Spreewiesen wurden neben Arten des extensiven Feuchtgrünlandes vorwiegend von Arten des Wirtschaftsgrünlandes dominiert. Einige Arten scheinen zumindest zum Teil nach Phasen der Auflassung und zwischenzeitlich erfolgter Mahd bzw. Beweidung alljährlich wieder einzuwandern.

Auch die Laufkäferzönosen der untersuchten Moorgrünland-Ökosysteme wurden von Arten mit hygrophilen bis mäßig hygrophilen Lebensraumspräferenzen dominiert. Bei einigen Flächen befand sich darunter auch ein größerer Anteil von stenotop-hygrophilen Arten. Insbesondere die Carabidenfauna des Kleinen Geheges wurde in allen Zeitreihen eindeutig von Arten dominiert, die eng an Feuchtlebensräume angepasst sind. In allen

drei Untersuchungsperioden lag der Anteil hygrophiler Arten bei mindestens 85 % sowie der Individuenanteil sogar bei weit über 90 %. Darunter befanden sich auch fünf stenotope Arten der Verlandungsvegetation. Unter den nachgewiesenen Arten befand sich ein beträchtlich hoher Anteil von Arten der Roten Liste. In der Stauabsenkung Süd lag der Anteil der hygrophilen Arten in den Jahren zwischen 50 % und 60 %. Hier erhöhte sich im Jahr 2006 der Anteil euryöker Grünlandarten sowie vorwiegend xerophiler Arten des Grünlandes und der Ruderalfluren auf etwas mehr als 15 % der Gesamtindividuen. Die Ursache hierfür dürfte in der besonders in diesem trockenwarmen Sommer vorwiegend lückigen Vegetationsdecke liegen. Bei der Artenzahl und den Individuenanteilen der hygrophilen Laufkäferarten von Koppainz kam es im Verlauf des Monitoring zu einer kontinuierlichen Zunahme. Dieser erhöhte Anteil ist vermutlich neben dem Wasserhaushalt auch auf die extensive und relativ späte Nutzung und den damit resultierenden Vegetationsstrukturen zurück zu führen.

## 4. Die Fließgewässer im BR Spreewald

### 4.1. Untersuchungsabschnitte und Methoden

Die Untersuchungen an Fließgewässern des BR Spreewald fanden an 13 Probeabschnitten statt und wurden in den Jahren 2000/ 2001 (SCHMIDT & KRÜGER 2001), 2005/ 2006 (KABUS et al. 2006), sowie 2007/ 2008 (KABUS & BERGER 2009) durchgeführt. Die Untersuchungsmethoden erfolgen seit 2005 nach den an die Erfassungen nach Wasserrahmenrichtlinie angepassten Methoden (LUTHARDT et al. 2006a), entsprechend wurden in 2005 auch die Probestellen geringfügig verschoben. Hieraus ergibt sich, dass die Ergebnisse 2005/06 und 2007/08 nicht vollständig mit den Ergebnissen früherer Aufnahmen vergleichbar sind. Die Untersuchung weiterer 17 Probestellen wurde ab 2005 aus finanziellen Gründen nicht fortgeführt.

Einheitlich umfaßt jede Probestelle einen Abschnitt von 100 m Länge, innerhalb derer das Gewässer auf gesamter Breite untersucht wird (biologische Erfassungen) bzw. in dessen Mitte die Wasserprobenahme stattfindet. Die Untersuchungsmethoden sind ausführlich bei LUTHARDT et al. (2006a) dargestellt, so dass hier nur in Kurzform darauf eingegangen werden muss:

Die limnochemische Beprobung erfolgte vierteljährlich an insgesamt vier Untersuchungsterminen. Dazu wurden Proben in 0,5 m Wassertiefe (falls Gesamttiefe > 0,6 m) in der Gewässermitte entnommen und im Labor des Institutes für angewandte Gewässerökologie, Seddin, nach den einschlägigen DIN untersucht (vgl. Methodenkatalog). Die Probenahmen erfolgten am 28.11./6.12.2007, 27.2./2.3., 1./3.6. und 1./2.9. 2008.

Zur Auswertung ist zu sagen, dass bei Fließgewässern oft stark schwankende Konzentrationen der Inhaltsstoffe auftreten können. Neben zeitlich begrenzten Einträgen (z. B. Phasen der Düngung in der Landwirtschaft) bzw. zeitlich begrenzten besseren und schlechteren Abpufferungen (Aufnahme von Dünger durch die Ackerpflanzen in der Vegetationsperiode) spielt hier v.a. auch die unterschiedliche Wasserführung (z. B. aufgrund von Regenfällen) eine Rolle (Verdünnungseffekt). Insofern sind vier Probenahmen für eine detaillierte Beurteilung der Gewässerlasten nicht ausreichend. Dies war jedoch auch nicht vorrangige Aufgabe innerhalb der ÖUB, die Wasserprobenahmen haben vielmehr unterstützenden Charakter bei der Interpretation der biotischen Daten. Es ist uns bewusst, dass ein direkter Vergleich zwischen Messwerten über alle Probenahmeterminale hinweg bzw. über alle Gewässer hinweg nicht repräsentativ sein muss, auch dann nicht, wenn wie im vorliegenden Fall in einem festen Rhythmus (3-Monats-Turnus) eine Probenahme erfolgte. Trotzdem werden für die Gewässer in der Auswertung mehrfach Durchschnittswerte gebildet oder Maxima/ Minima genannt, weil so immerhin von der Tendenz her ein Vergleich innerhalb des Untersuchungsgebietes möglich wird. Die Güteklassifizierung anhand der limnochemischen Daten wurde auf Basis von LAWA (1998) durchgeführt und in Tabellen dargestellt und wie folgt farblich nach Güteklassen unterteilt:

Güteklasse	Belastungssituation	Farbcode
I	Geogener Hintergrund	
I-II	Sehr geringe Belastung	
II	Mäßige Belastung	
II-III	Deutliche Belastung	
III	Erhöhte Belastung	
III-IV	Hohe Belastung	
IV	Sehr hohe Belastung	

Die Makrophyten wurden nach der an die Wasserrahmenrichtlinie angelehnten Methode (vgl. Methodenkatalog: KABUS in LUTHARDT et al. 2006a, vgl. SCHAUMBURG et al. 2006) über die gesamte Abschnittslänge untersucht. Aufgenommen wurden alle makrophytischen Wasserpflanzen, die dauerhaft unterhalb der mittleren Wasserlinie wurzeln. Die Untersuchungen erfolgten bei breiteren und tieferen Probestellen vom Boot aus (Spree u.h. Neuendorfer See, Neue Polenzoa, Großes Fließ usw.), sonst watend und ergänzend vom Ufer aus.

Die Erfassung des Makrozoobenthos erfolgte nach den Vorgaben des Methodenkatalogs der ÖUB, die sich an den methodischen Vorgaben zur Erfassung und Bewertung von Fließgewässern durch das Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-WRRL (AQEM) orientieren.

Folgende Gewässerabschnitte wurden untersucht.

**Tab. 4.1-1: Untersuchungsgewässer, Abschnittsnummern und Ökosystemtyp**

lfd. Nr.	GNr	Name Gewässerkataster	Ökosystemtyp
2	7657890	Spree, Kl., b. Burg Kauper	Gräben und andere Fliesse in der Schutzzone 2-4
3	7707910	Spree, Neue, n Burg	Gräben und andere Fliesse in der Schutzzone 2-4
5	7747740	Hauptspree, sw Burg Kolonie	Wichtige Zuflüsse in den Spreewald
7	7577780	Großer Fließ/ Weidengraben, n Burg Kauper	Gräben und andere Fliesse in der Schutzzone 2-4
8	7627700	Rohrkanal, w Burg Kauper	Gräben und andere Fliesse in der Schutzzone 2-4
9	7427690	A-Graben, e Wusswerk	Gräben im Poldergebiet
13	7447560	Polenzoa, Neue, s Alt Zauche	Gräben in der Schutzzone I
17	7467450	Großes Fließ, s Bukoitza	Gräben und andere Fliesse in der Schutzzone 2-4
19	7517240	Ragower Kahnfahrt	Wichtige Zuflüsse in den Spreewald
24	6857120	Puhlstrom, nw Buchenhain	Relativ naturnahe Flüsse im Unterspreewald
26	6837150	Schwanstrom (Schiwastrom) nw Buchenhain	Relativ naturnahe Flüsse im Unterspreewald
27	6817170	Lehmannsfließ, ne Buchenhain	Relativ naturnahe Flüsse im Unterspreewald
30	6587180	Spree uh Neuendorfer See b. Neuendorf	Gräben und andere Fliesse in der Schutzzone 2-4

## 4.2. Ergebnisse

Aus Umfangsgründen werden nachfolgend nur die Ergebnisse für vier Fließgewässerabschnitte beispielhaft dargestellt:

- Neue Spree, als einziges Gewässer im „guten ökologischen Zustand“, bezogen auf das Makrozoobenthos
- der A-Graben als künstliches Gewässer
- die Neue Polenzoa als aufgestautes, also fließgewässeruntypisches aber floristisch bedeutsames Gewässer
- das Lehmannsfließ im Unterspreewald als Beispiel für Auswirkungen von Unterhaltungsmaßnahmen auf die Biozöosen

### 4.2.1. Neue Spree



Abb. 4.2-1: Neue Spree, in Fließrichtung aufgenommen, Apr 2008 (T. Berger)

#### Limnochemie

Wie in allen Untersuchungsgewässern waren auch in der Neuen Spree die TP- und Orthophosphat-P-, die Nitrit-N- und die Chlorid-Konzentrationen gering, sowie die Sauerstoff-Konzentrationen hoch, wodurch insgesamt Güteklassen I bzw. I-II indiziert werden. Die TN-Konzentration war jedoch erhöht, ebenso wie die Nitrat-N-Konzentration, die den Hauptanteil der Stickstoffkomponenten ausmachte. In dem mäßig gepufferten Gewässer war die Kalzium-Konzentration sehr hoch und die Gesamthärte weist das Wasser der Neuen Spree als hart aus. Es wurde eine sehr hohe Leitfähigkeit von 911  $\mu\text{S}/\text{cm}$  gemessen. Gegenüber 2005/06 ist ein Rückgang von TN, Nitrit-N und besonders stark von Ammonium-N festzustellen.

**Tab. 4.2-1: Limnochemische Analysedaten der Neuen Spree***(in mg/l, außer: Alkalinität = mmol/l, Gesamthärte (GH) = °dH)*

JAH	Orth.	TP	Nitrit	Nitrat	Amm.	TN	Alkal	GH	Ca2+	Cl-	O2	DOC
N_Sp_2008	0,010	0,033	0,018	1,62	0,061	1,982	1,6	25	126	34	12	< 6
N_Sp_2006	0,009	0,041	0,041	1,67	0,283	2,365	1,7	23	115	38	12	< 5

### Makrophyten

Dieses zum Untersuchungszeitpunkt sehr trübe, braungefärbte Gewässer war fast frei von Wasserpflanzen, wobei sich neben dem Baumbewuchs am Ufer (Beschattung!) auch die sehr steilen Böschungen nachteilig auswirkten, die die Ausbildung einer amphibischen Sumpfpflanzenzone fast nicht zuließen. Es wurden ausschließlich der Wasserschwaden (*Glyceria maxima*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*) aufgefunden; alle traten sehr selten auf. Da bewertungsrelevante Arten fehlen, konnte nach Wasserrahmenrichtlinie (PHYLIB-Verfahren) keine Bewertung des ökologischen Zustandes berechnet werden.

Hinsichtlich der bewertungsrelevanten Arten ist der Zustand unverändert, hier traten auch bisher keine submersen oder natanten Arten auf (ausgenommen Einzelexemplare von *Lemna minor* in 2005).

### Makrozoobenthos

#### **Interpretation des Gesamtergebnis der Perloides-AQEM Bewertung**

Die ökologische Zustandsklasse wurde 2008 als **gut** ermittelt. Daraus ergibt sich nach der EU-WRRL kein Handlungsbedarf. Betrachtet man aber die aktuelle Gewässerstruktur, so muss davon ausgegangen werden, dass auch hier Handlungsbedarf besteht. Insbesondere die Sohlstruktur ist punktuell durch teilweise nennenswerte Verschlammungen und lageinstabilen Sand geprägt, was auf das für den aktuellen Abfluss vermutlich überdimensionierte Gewässerprofil zurückzuführen ist.

Positiv wirkt sich auf das Gesamtergebnis vor allem das sehr gute Abschneiden innerhalb des German Fauna Index aus. Hier spiegelt sich wider, dass der festgestellte Anteil an fließgewässertypischen Arten mit engeren Habitatansprüchen im Vergleich zu den Vertretern der langsam überströmten und feinpartikulären Sohlbereiche recht hoch ausfällt. Allerdings ist die Zahl von wertgebenden Taxa mit besonders engen Habitatbindungen bzw. Ansprüchen an die strukturelle Integrität nicht allzu hoch. Einschränkend ist jedoch zu berücksichtigen, dass mit 292 Taxa die Individuenzahl geringer ausfiel, als der methodisch vorgegebene Mindestwert. Deshalb sind die erhaltenen Ergebnisse gemäß dem Verfahren nicht gesichert.

#### **Gesamtheitliche Bewertung (Perloides-AQEM, Zusatzprobe)**

Insgesamt wurden an der Neuen Spree 40 Taxa festgestellt, was eine nur mäßige Artenvielfalt widerspiegelt. Insgesamt 14 Vertreter sind als bestandsgefährdet eingestuft, was einem recht hohen Anteil von 37 % am Gesamtbestand entspricht. Die Rote-Liste-Arten sind vor allem innerhalb der Muscheln, Eintagsfliegen und Libellen angesiedelt.

An der Neuen Spree bestehen innerhalb der verschiedenen Tiergruppen Artendefizite im Bezug auf fließwassergebundene Vertreter. So müssen z.B. die Köcherfliegen im Vergleich mit dem Jahr 2006 als unterrepräsentiert angesehen werden. Bei den Steinfliegen wurde gar eine vollständige Verödung festgestellt und auch die Eintagsfliegen und Muscheln sind an strukturell naturnäheren Spreewaldfließen artenreicher zu erwarten. Allerdings fallen diese Defizite nicht ganz so erheblich aus, wie an anderen untersuchten Flüssen im Biosphärenreservat. Auch hier ist der dominierend

anzutreffende Sand und das Fehlen bzw. die geringe Ausprägung fließgewässertypischer Substrate neben der nur einmaligen Beprobung als Grund anzusehen.

**Tab. 4.2-2: Verteilung der Taxa auf die untersuchten Tiergruppen und ihr Anteil gefährdeter Arten an der Neuen Spree (UP 3)**

(x<sup>1</sup>) = bisher ist keine Rote Liste erschienen

Tiergruppe	Taxazahl	Gefährdete Arten Bdg.	Gefährdete Arten Deutschland	Summe gefährdeter Arten	prozentualer Anteil Rote-Liste-Arten
Schnecken	1	/	/	/	
Muscheln	6	4	5	5	
Egel	/	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
Krebstiere	1	(x <sup>1</sup> )	/	/	
Eintagsfliegen	6	4	3	4	
Libellen	4	2	3	3	
Steinfliegen	/	/	/	/	
Wanzen	1	1	1	1	
Käfer	2	/	/	/	
Köcherfliegen	8	1	1	1	
Zweiflügler	10	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
sonstige	1	(x <sup>1</sup> )	/	/	
<b>Summe</b>	<b>40</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>35 %</b>

Die Zahl charakteristischer Fließgewässerarten fällt am Abschnitt im Vergleich mit weiteren Untersuchungsstrecken im oberen Spreewald recht hoch aus. Zum Teil handelt es sich um weit verbreitete anspruchslosere Arten. Einige Vertreter können jedoch als besonders wertgebend für Fließgewässer eingestuft werden. Zwei Arten gelten nach FFH-Richtlinie als besonders geschützte Vertreter (siehe Tab 4.2-3).

**Tab. 4.2-3: Beispiele für charakteristische Fließwasserarten an der Kleinen Spree (besonders wertgebende Vertreter fett)**

	RL Bdg.	RL BRD		RL Bdg.	RL BRD
<b>Bivalvia</b>			<b>Trichoptera</b>		
<i>Pisidium supinum</i>	R	3	<i>Anabolia nervosa</i>		
<i>Sphaerium rivicola</i>	2	2	<b><i>Brachycentrus subnubilus</i></b>	1	3
<i>Unio crassus</i> <sup>(1)</sup>	1	1	<i>Chaetopteryx villosa</i>		
<b>Ephemeroptera</b>			<i>Hydropsyche pellucidula</i>		
<i>Baetis buceratus</i>	3	3	<i>Halesus sp.</i>		
<i>Baetis phentaphlebodes</i>	neu	3	<b>Odonata</b>		
<i>Centroptilum luteolum</i>	4		<i>Calopteryx splendens</i>		V
<i>Heptagenia flava</i>	2	3	<b><i>Gomphus vulatissimus</i></b>	V	2
<b>Heteroptera</b>			<b><i>Ophiogomphus cecilia</i></b> <sup>(1)</sup>	2	2
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	1	V			

<sup>(1)</sup> FFH- Anhang II Art

#### **FFH- Arten/ Großmuscheln**

Innerhalb der Zusatzprobe (22+) wurden mehrere Larven der Grünen Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*) erfasst. Die Libelle wird im Anhang II der FFH- Richtlinie geführt und war bereits 2006 am Abschnitt anzutreffen.

Mit der Bachmuschel (*Unio crassus*) gelang der Nachweis einer zweiten FFH-Art. Neben der Bachmuschel konnten zwei weitere Großmuscheln erfasst werden. Es handelt sich bei beiden Arten jedoch um weit verbreitete, anspruchslose Vertreter. Auffällig war ein hoher Anteil an Leerschalen von *Unio pictorum*, was auf einen offensichtlich früher individuenreicheren Tierbestand schließen lässt.

#### **4.2.2. A-Graben**

Der A-Graben ist als künstliches Gewässer einzustufen, das mäßig beschattet wird. Linksufrig ist eine Baumreihe ausgebildet, im 10-m-Uferstreifen ist dichtes Röhricht/ Ried ausgebildet. Am rechten Ufer grenzt direkt eine Weide an den A-Graben an.



**Abb. 4.2-2: A-Graben (UP 9, in Fließrichtung betrachtet), Frühjahr 2008 (T. Berger)**

#### **Limnochemie**

Im A-Graben wurden für die Nährstoffparameter Orthophosphat, Gesamtphosphor, Nitrit, Nitrat und Gesamtstickstoff sehr geringe Konzentrationen (Güteklasse I) gemessen. Die Ammonium-Konzentrationen waren hingegen mäßig erhöht und indizierten die Güteklasse II, was auf hohe winterliche Konzentrationen (Dezember 2007, März 2008) zurückzuführen ist.

Wie an allen Untersuchungsgewässern waren die Chlorid-Konzentrationen niedrig und die Sauerstoffkonzentrationen relativ hoch. Das gut gepufferte Gewässer besaß hohe Kalzium-Konzentrationen und kann aufgrund der Gesamthärte (13 °dH) als hart bezeichnet werden. Die Leitfähigkeit war eine der niedrigsten unter allen Untersuchungsgewässern und betrug durchschnittlich 674 µS/cm.

Gegenüber 2005/06 ist ein deutlicher Rückgang der Nitrat-, Ammonium- und Gesamt-N-Konzentrationen festzustellen. Ein Rückgang der Gesamthärte geht mit einer Zunahme der Kalzium-Konzentration und einem Rückgang der Chlorid-Konzentration einher. Diese Verschiebung der Konzentrationen ist vermutlich auf unterschiedliche Witterungsverhältnisse und Wasserführung (Regen/ Verdunstung) zurückzuführen. 2005/06 waren die Kalzium-Konzentration (88 mg/l) und die Gesamthärte (16 °dH) mit Abstand die geringsten im Untersuchungsgebiet gemessenen.

**Tab. 4.2-4: Limnochemische Analysedaten für den A-Graben**

(in mg/l, außer: Alkalinität = mmol/l, Gesamthärte (GH) = °dH)

JAHR	Orth.	TP	Nitrit	Nitrat	Amm.	TN	Alkal	GH	Ca2+	Cl-	O2	DOC
A_GR_2008	0,009	0,050	0,007	0,20	0,126	0,721	2,0	13	114	29	8,9	9
A_GR_2006	0,009	0,051	0,007	0,32	0,247	1,110	2,0	16	88	38	9,7	6

### Makrophyten

Der A-Graben kann als eine der makrophytenreichsten Untersuchungsstellen im Programm der ÖUB Spreewald gelten. Zwar dominiert im Gewässer die Wasserpest (*Elodea canadensis*) – ein Neophyt –, doch finden sich daneben zahlreiche weitere Arten. Als Unterwasserpflanzen sind dies Sumpf-Wasserstern (*Callitriche palustris* agg.), Dreifurchige Wasserlinse (*Lemna trisulca*) und die Rote-Liste-Art Alpen-Laichkraut (*Potamogeton alpinus*, RL Bbg. 2 – stark gefährdet). Weitere typische flutende bis emerse Arten bzw. Schwimmblattpflanzen in diesem Abschnitt sind Aufrechter Igelkolben (*Sparganium emersum*), Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*), Teichrose (*Nuphar lutea*), Schwimmendes Laichkraut (*Potamogeton natans*) und die Wasserlinsengewächse *Lemna minor* und *Spirodela polyrhiza*. Auch die amphibischen Uferzonen und Böschungen sind artenreich aus Röhrichten, Rieden und Sumpfpflanzen bewachsen.

Insgesamt kann das Artenbild in diesem Graben daher als mosaikreich ausgebildet und typisch für langsam fließende bis fast stehende Fließgewässer oder Gräben angesehen werden. Die Gesamtdeckung der Arten beträgt fast 100 %, wobei es mehrfach zur Überlagerung in verschiedenen Schichten kommt.

Der A-Graben wurde nach PHYLIB als „gut“ (Ökologische Zustandsklasse 2) bewertet. In der Bewertung ist aber problematisch, dass das Verfahren für Gräben eigentlich nicht entwickelt wurde. Aus gutachterlicher Sicht ist der Zustand 2 zu stützen, da mit *Elodea canadensis* ein Störzeiger dominiert, ansonsten stellt die vorgefundene Grabenvegetation die anzustrebende Idealbesiedlung des Gewässers dar.

Das artenreiche Bild der Vorjahre konnte bestätigt werden. Das seltene *Potamogeton alpinus* war ein bemerkenswerter Neufund bei den Untersuchungen 2005. Die Krebschere (*Stratiotes aloides*) – nach SCHMIDT & KRÜGER (2001) noch vorhanden – konnte erneut nicht mehr bestätigt werden, allerdings ist der relativ flache A-Graben (< 1m) mit mäßiger Schlammsohle sicherlich auch nicht unbedingt für die Überwinterung der Art geeignet. Von anderen Populationen (vgl. KABUS 2002) ist bekannt, dass eine Neubesiedlung i.d.R. aus angrenzenden Gewässern regelmäßig stattfinden muss, um den Bestand dauerhaft zu sichern. Aufgrund der nicht genau bekannten Lage der damaligen Probestelle kann das Fehlen aber auch probestellenbedingt sein. Der Wasserstern (*Callitriche spec.*) konnte wegen des Fehlens von Früchten nicht auf Artniveau determiniert werden. Vermutlich handelt es sich um die zuvor durch SCHMIDT & KRÜGER (2001) nachgewiesene Sippe *Callitriche cophocarpa*.

**Tab. 4.2-5: Makrophytenarten im A-Graben und ihre Häufigkeit (Skala nach LONDO (1975, 1984) zitiert in DIERSCHKE (1994) und KOHLER 1978)**

Lat.Name	Deutscher Name	LONDO	KOHLER
<i>Acorus calamus</i>	Kalmus	0,1	1
<i>Callitriche palustris</i> agg.	Sumpf-Wasserstern	1	3
<i>Carex riparia</i>	Ufer-Segge	0,1	1
<i>Elodea canadensis</i>	Wasserpest	3	4
<i>Glyceria maxima</i>	Großer Wasserschwaden	0,4	2
<i>Iris pseudacorus</i>	Sumpf-Schwertlilie	0,1	1
<i>Lemna minor</i>	Kleine Wasserlinse	2	3
<i>Lemna trisulca</i>	Dreifurchige Wasserlinse	1	3
<i>Mentha aquatica</i>	Wasserminze	0,2	2
<i>Myosotis scorpioides</i>	Sumpf-Vergißmeinnicht	0,2	2
<i>Nuphar lutea</i>	Teichrose	1	3
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohrglanzgras	0,1	2
<i>Potamogeton alpinus</i>	Alpen-Laichkraut	0,4	2
<i>Potamogeton natans</i>	Schwimmendes Laichkraut	1	3
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Pfeilkraut	2	3
<i>Sium latifolium</i>	Breitblättriger Merk	0,2	2
<i>Sparganium emersum</i>	Aufrechter Igelkolben	1	3
<i>Spirodela polyrhiza</i>	Vielwurzelige Teichlinse	1	2

## Makrozoobenthos

### Interpretation des Gesamtergebnis der Perlodes-AQEM Bewertung

Die ökologische Zustandsklasse wurde als **unbefriedigend** ermittelt. Daraus ergibt sich ein Handlungsbedarf nach der EU-WRRL.

Ursachen liegen in den Ergebnissen des Bewertungsmoduls „Allgemeine Degradation“. So bewirkt das langsame Fließverhalten und die damit verbundene Detritussedimentation im überdimensionierten Grabenprofil einen erhöhten Wert innerhalb der Litoral- und Pelalbesiedler, was zu negativen (meist schlechten) Teilergebnissen führt. Auch die fehlende Beschattung und das vermehrte Makrophytenwachstum begünstigen die Arten, die zur unbefriedigenden Einstufung führen. Dagegen werden typspezifische charakteristische Fließwasserarten mit engen Habitatbindungen durch das Fehlen geeigneter Substrate limitiert, was sich durch einen schlechten German Fauna- Index darstellt. Das sich ergebende Artendefizit betrifft insbesondere die Eintags- und Steinfliegen. Aber auch weitere Tiergruppen, wie z.B. die Libellen werden vom aktuellen Erscheinungsbild in der Ausbildung charakteristischer Zönosen eingeschränkt.

### Gesamtheitliche Bewertung (Perlodes-AQEM, Zusatzprobe)

Mit 54 Taxa wurde im Jahr 2008 eine nur mäßige Artenvielfalt am A-Graben festgestellt. Mit 15 Rote-Liste-Arten gelten 28 % der ermittelten Faunenvertreter als bestandsgefährdet. Diese verteilen sich hauptsächlich auf die Muscheln und Eintagsfliegen, deren Rote Listen als überholt gelten müssen.

Am A-Graben dominieren die Muscheln und Schnecken, sowie die Eintags- und Köcherfliegen die Zönose. Während die artenreiche Schneckenzönose innerhalb des Grabens als Störungsindikation angesehen werden muss, die durch den aktuellen Ausbauzustand begünstigt wird, ist unter natürlichen Verhältnissen innerhalb der drei weiteren Gruppen eine höhere Taxazahl in Fließgewässern zu erwarten. Auch innerhalb weiterer Gruppen, wie den Libellen, fallen die fließgewässertypischen Vertreter zu gering aus, was auf den gestörten strukturellen Zustand zurückgeführt werden muss. Die Steinfliegenfauna war vollständig verödet.

**Tab. 4.2-6: Verteilung der Taxa auf die untersuchten Tiergruppen und ihr Anteil gefährdeter Arten am A-Graben (UP 9)***(x1) = bisher ist keine Rote Liste erschienen*

Tiergruppe	Taxazahl	Gefährdete Arten Bdg.	Gefährdete Arten Deutschland	Summe gefährdeter Arten	prozentualer Anteil Rote-Liste-Arten
Schnecken	7	1	2	2	
Muscheln	8	7	7	7	
Egel	4	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
Krebstiere	2	(x <sup>1</sup> )	/	/	
Eintagsfliegen	6	4	1	4	
Libellen	2	0	1	1	
Steinfliegen	/	/	/	/	
Wanzen	3	/	/	/	
Käfer	3	/	1	1	
Köcherfliegen	8	/	/	/	
Zweiflügler	9	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
sonstige	2	(x <sup>1</sup> )	/	/	
<b>Summe</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>28 %</b>

Die Zahl charakteristischer Fließgewässerarten fällt am Abschnitt nur gering aus. Dabei ist der Anteil besonders wertgebender Vertreter (fett), abgesehen von verschiedenen Erbsenmuscheln sehr klein (Tab 4.2-7).

**Tab. 4.2-7: Beispiele für charakteristische Fließwasserarten am A-Graben (besonders wertgebende Vertreter fett)**

	RL Bdg.	RL BRD		RL Bdg.	RL BRD
<b>Bivalvia</b>			<b>Ephemeroptera</b>		
<b><i>Pisidium amnicum</i></b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<i>Centroptilum luteolum</i>	<b>4</b>	
<i>Pisidium moitessierianum</i>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b><i>Kageronia fuscogrisea</i></b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b><i>Pisidium pulchellum</i></b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Trichoptera</b>		
<b><i>Pisidium tenuilineatum</i></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<i>Hydropsyche sp.</i>		
<b>Coleoptera</b>			<b>Odonata (Libellen)</b>		
<i>Gyrinus aeratus</i>		<b>3</b>	<i>Calopteryx splendens</i>		<b>V</b>

### 4.2.3. Neue Polenzoa

Dieses gering beschattete Gewässer ist als fast „seeartiger“ Aufstau mit geringer Strömungsdiversität bzw. fast fehlender Fließbewegung anzusehen. Das Westufer wird fast ausschließlich von Röhricht/ Ried gesäumt, dahinter befindet sich eine Mähwiese. Das Ostufer ist von einer Baumreihe bestanden, die dahinter in Wald übergeht.



Abb. 4.2-3: Neue Polenzoa (gegen die Fließrichtung betrachtet), Apr 2008 (T. Berger)

### Limnochemie

Die Neue Polenzoa ist bezüglich Orthophosphat, TP, Nitrit und Nitrat als unbelastet (GK I) und bezüglich TN-, Chlorid- und Sauerstoffkonzentration als sehr gering belastet (GK I-II) zu bezeichnen. Damit fallen ausschließlich die hohen Ammonium-N-Konzentrationen aus dem Muster, sie sind wie meist durch hohe winterliche Werte bedingt (Dezember 2007, März 2008). Das gut gepufferte, kalziumreiche Gewässer besaß hartes Wasser und eine Leitfähigkeit von durchschnittlich 861  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Im Vergleich zu 2005/06 sind kaum Veränderungen festzustellen, lediglich die Ammonium-N- und TN-Konzentration ist geringfügig angestiegen.

Tab. 4.2-8: Limnochemische Analysedaten für die Neue Polenzoa

(in mg/l, außer: Alkalinität = mmol/l, Gesamthärte (GH) =  $\text{dH}$ )

JAHR	Orth.	TP	Nitrit	Nitrat	Amm.	TN	Alkal	GH	Ca <sup>2+</sup>	Cl-	O <sub>2</sub>	DOC
NPOL_2008	<0,005	0,028	0,009	0,50	0,108	0,867	1,9	20	98	44	8,1	< 5
NPOL_2006	0,005	0,027	0,009	0,55	0,094	1,186	2,3	22	112	47	10	< 6

## Makrophyten

Zusammen mit dem A-Graben handelt es sich hier um die artenreichste und bemerkenswerteste Probestelle hinsichtlich der Makrophytenbesiedlung. Allerdings besitzt das Gewässer wie bereits beschrieben keinen Fließgewässercharakter.

Dominierend ist Spiegel-Laichkraut (*Potamogeton lucens*), das gut 50 % der Fläche deckt. Weitere Unterwasserpflanzen mit hohen Deckungsgraden sind Spreizender Hahnenfuß (*Ranunculus circinatus*), Wasserpest (*Elodea canadensis*), Dreifurchige Wasserlinse (*Lemna trisulca*) und Rauhes Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*). Mit geringerer Deckung sind das in Brandenburg seltene Flachstänglige Laichkraut (*Potamogeton compressus*, RL Bbg: 2 – stark gefährdet) und der Sumpf-Wasserstern (*Callitriche palustris* agg.) vorhanden. Als weitere Wasserpflanzen treten auf: Aufrechter Igelkolben (*Sparganium emersum*), Schwimmendes Laichkraut (*Potamogeton natans*), Teichrose (*Nuphar lutea*) und die Wasserlinsengewächse *Lemna minor* und *Spirodela polyrhiza*.

Aufgrund der flachen, sumpfigen Uferzonen – besonders am Ostufer – konnten sich auch Röhrichte, Riede und Sumpfpflanzengesellschaften ausbilden. Die bemerkenswertesten Arten sind die Brunnenkresse (*Nasturtium microphyllum*), die Sumpfkresse (*Rorippa palustris*), die Berle (*Berula erecta*) und die Schwanenblume (*Butomus umbellatus*). Als Salzzeiger wurde selten der Darmtang (*Enteromorpha intestinalis*) und auf schlammigen Verlandungszonen der Gift-Hahnenfuß (*Ranunculus sceleratus*) nachgewiesen.

Die Probestelle wird nach PHYLIB mit 1 (sehr guter ökologischer Zustand) bewertet, was zugleich die beste Bewertung aller Probestellen ist. Auch aus gutachterlicher Sicht stellt die Gewässervegetation den Idealzustand dar.

Das sehr artenreiche und mosaikartig verzahnte Bild aus Unterwasserpflanzen, Schwimmblattpflanzen und Uferpflanzen kann per se als schützenswert angesehen werden, weiter aufgewertet werden die Bestände durch seltene Arten. Im Vergleich zu den Vorjahren kann der Zustand in der Neuen Polenzoa als konstant angesehen werden, auch wenn sich im Detail Veränderungen erkennen lassen. Gegenüber 2005 ist z. B. ein Rückgang von *Potamogeton compressus* festzustellen, das heute fast nur noch im breiten „Hauptbecken“ des Untersuchungsabschnittes vorkam. Bei SCHMIDT & KRÜGER (2001) fehlte die Art noch, so dass die Bestände offenbar schwanken.

Die Vegetation in der Neuen Polenzoa stellt den anzustrebenden Idealzustand aus naturschutzfachlicher Sicht dar, wie er für stehende bis extrem langsam fließende, mäßig nährstoffreiche Gewässer anzustreben ist.

**Tab. 4.2-9: Makrophytenarten in der Neuen Polenzoa und ihre Häufigkeit (Skala nach LONDO (1975, 1984) zitiert in DIERSCHKE (1994) und KOHLER 1978)**

Lat. Name	Deutscher Name	LONDO	KOHLER
<i>Acorus calamus</i>	Kalmus	0,4	2
<i>Berula erecta</i>	Bachbunge	0,2	2
<i>Butomus umbellatus</i>	Schwanenblume	0,1	2
<i>Callitriche palustris agg.</i>	Sumpf-Wasserstern	0,1	2
<i>Carex riparia</i>	Ufer-Segge	1	3
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Rauhes Hornblatt	1	3
<i>Elodea canadensis</i>	Wasserpest	2	3
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Gemeiner Darmtang	0,1	2
<i>Glyceria maxima</i>	Großer Wasserschwaden	0,1	2
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Froschbiß	0,4	3
<i>Iris pseudacorus</i>	Sumpf-Schwertlilie	0,1	1
<i>Lemna minor</i>	Kleine Wasserlinse	1	3
<i>Lemna trisulca</i>	Dreifurchige Wasserlinse	2	3
<i>Lycopus europaeus</i>	Ufer-Wolfstrapp	0,1	2
<i>Lythrum salicaria</i>	Blutweiderich	0,1	1
<i>Mentha aquatica</i>	Wasserminzw	0,2	2
<i>Myosotis palustris</i>	Sumpf-Vergißmeinnicht	0,4	3
<i>Nasturtium microphyllum</i>	Kleinblättrige Brunnenkresse	1	4
<i>Nuphar lutea</i>	Teichrose	2	3
<i>Phragmites australis</i>	Gemeines Schilf	1	2
<i>Potamogeton compressus</i>	Flachstängeliges Laichkraut	0,4	3
<i>Potamogeton lucens</i>	Spiegelndes Laichkraut	5+	5
<i>Potamogeton natans</i>	Schwimmendes Laichkraut	0,1	1
<i>Ranunculus circinatus</i>	Spreizender Wasserhahnenfuß	3	4
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Gift-Hahnenfuß	0,1	2
<i>Rorippa palustris</i>	Sumpfkresse	0,1	1
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Pfeilkraut	1	3
<i>Solanum dulcamara</i>	Bittersüßer Nachtschatten	0,1	1
<i>Sparganium emersum</i>	Aufrechter Igelkolben	0,2	2
<i>Spirodela polyrhiza</i>	Vielwurzelige Teichlinse	1	3

## Makrozoobenthos

### Interpretation des Gesamtergebnis der Perloides-AQEM Bewertung

Die ökologische Zustandsklasse wurde als **mäßig** ermittelt. Daraus ergibt sich ein Handlungsbedarf nach der EU-WRRL.

Die Neue Polenzoa zählt zum LAWA-Fließgewässertyp 19, in dem einige in anderen Gewässertypen als Degradationszeiger angesehene Arten nicht negativ gewertet werden. Dies hat v.a. seine Ursache darin, dass dieser Niedrigungsgewässertyp von Natur aus eine geringe Fließgeschwindigkeit besitzt und so andere ökologische Bedingungen herrschen (geringere Fließgeschwindigkeit, geringere Sauerstoffversorgung, geringkörnigere Sohlsubstrate usw.), so dass in der Berechnung weniger Metrics für die Ermittlung des Moduls „Allgemeine Degradation“ zum Tragen kommen. Dies führt dazu, dass den einzelnen Bewertungsansätzen mehr Gewichtung zufällt. So ist es im Fall der Neuen Polenzoa so, dass die Anzahl an Trichoptera, sowie der Anteil an Eintags-, Stein- und Köcherfliegenarten mit einer guten Bewertung die unbefriedigenden Ergebnisse des German Fauna Index kompensieren. Betrachtet man jedoch die Zusammensetzung der ermittelten ESK- Zönose, stellt man fest, dass es sich vor allem um anspruchslose weit verbreitete bzw. typische Standgewässerarten handelt. Hinzu kommt, dass die Polenzoa

insbesondere in Bezug auf die Sohlstruktur, aber stellenweise auch die Beschattungssituation deutlich beeinträchtigt ist. Deshalb besitzt der ermittelte mäßige Zustand eine deutlich negative Tendenz.

#### **Gesamtheitliche Bewertung (Periodes-AQEM, Zusatzprobe)**

Mit 64 Taxa wurde im Jahr 2008 eine mäßige Artenvielfalt an der Neuen Polenzoa festgestellt. 14 Vertreter sind in Brandenburg und/ oder der Bundesrepublik bestandgefährdet. Dies entspricht 22 % am Gesamtbestand.

Neben den Mollusken dominieren die Käfer und Zweiflügler die Zönose. Dabei finden sich innerhalb dieser Gruppen zahlreiche Vertreter, die als anspruchslos gelten bzw. als echte Stillwasserarten als Störarten eingestuft werden müssen. Dagegen sind gerade die mit vielen Vertretern in natürlichen Fließgewässern typischen Eintags-, Stein- und Köcherfliegen am Untersuchungspunkt unterrepräsentiert. Dies ist neben methodischen Einschränkungen auch auf den aktuell beeinträchtigten strukturellen Zustand (aufgestautes Gewässer, dessen rechte Uferseite durch einen Deich steil ansteigt) zurückzuführen. Aber auch innerhalb weiterer Tiergruppen bestehen Defizite innerhalb rheotypischer Vertreter.

**Tab. 4.2-10: Verteilung der Taxa auf die untersuchten Tiergruppen und ihr Anteil gefährdeter Arten an der Neuen Polenzoa (UP 13)**

(x1) = bisher ist keine Rote Liste erschienen

Tiergruppe	Taxazahl	Gefährdete Arten Bdg.	Gefährdete Arten Deutschland	Summe gefährdeter Arten	prozentualer Anteil Rote-Liste-Arten
Schnecken	10	1	3	3	
Muscheln	6	6	5	6	
Egel	4	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
Krebstiere	2	(x <sup>1</sup> )	/	/	
Eintagsfliegen	5	2	1	2	
Libellen	3	/	1	1	
Steinfliegen	1	/	/	/	
Wanzen	5	1	/	1	
Käfer	9	/	/	/	
Köcherfliegen	5	1	1	1	
Zweiflügler	12	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
sonstige	2	(x <sup>1</sup> )	/	/	
<b>Summe</b>	<b>64</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>22 %</b>

Die Zahl charakteristischer Fließgewässerarten fällt, auf Grund des aktuellen Ausbauzustandes (Aufstau) am Abschnitt der Neuen Polenzoa nur gering aus. Dabei ist der Anteil besonders wertgebender Vertreter (fett) klein (Tab. 4.2-11).

**Tab. 4.2-11: Beispiele für charakteristische Fließwasserarten an der Neuen Polenzoa (besonders wertgebende Vertreter fett)**

	RL Bdg.	RL BRD		RL Bdg.	RL BRD
<b>Bivalvia</b>			<b>Trichoptera</b>		
<b><i>Pisidium supinum</i></b>	<b>R</b>	<b>3</b>	<i>Chaetopteryx villosa</i>		
<b>Ephemeroptera</b>			<i>Halesus cf. digitatus</i>		
<b><i>Baetis phentaphlebodes</i></b>	<b>neu</b>	<b>3</b>	<b><i>Leptocerus interruptus</i></b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<i>Centroptilum luteolum</i>	<b>4</b>				

#### 4.2.4. Lehmannsfließ

Das Lehmannsfließ wird im Uferstreifen von Wald (rechts) und Gebüsch/ Hecken (links) gesäumt. Die weitere Flächennutzung ist Wald.



Abb. 4.2-4: Lehmannsfließ (gegen die Fließrichtung betrachtet), Apr 2008 (T. Berger)

#### Limnochemie

Auch im Lehmannsfließ indizierten die erfassten Parameter überwiegend die Güteklassen I und I-II. Wie bei vielen anderen Gewässern des Untersuchungsgebietes auch, fallen nur die erhöhten Ammonium-N-Konzentrationen auf, die hier aber auf durchgehend hohen Konzentrationen in den drei Probenahmen zwischen Dezember 2007 und Juni 2008 beruhen. Dieses Gewässer war gut gepuffert, kalziumreich und besaß hartes Wasser. Die Leitfähigkeit war wie an fast allen Gewässern des Untersuchungsgebietes hoch und betrug durchschnittlich 853  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Gegenüber 2005/06 ist ein deutlicher Rückgang der TN- und Ammonium-N-Konzentration festzustellen, auch die Chlorid-Konzentration ist von 40 auf 32 mg/l gesunken.

Tab. 4.2-12: Limnochemische Analysedaten für den Lehmannsfließ

(in mg/l, außer: Alkalinität = mmol/l, Gesamthärte (GH) =  $\text{dH}$ )

Jahr	Orth.	TP	Nitrit	Nitrat	Amm.	TN	Alkal	GH	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	O <sub>2</sub>	DOC
LF_2008	0,017	0,047	0,013	0,69	0,142	1,339	2,0	20	110	32	10	7
LF_2006	0,014	0,058	0,015	0,76	0,227	1,602	2,2	20	107	40	11	< 6

## Makrophyten

Das Lehmannsfließ stellt an der Untersuchungsstelle ein schmales und flaches, sandgeprägtes Gewässer dar. In diesem wurden dichte Bestände aus Aufrechtem Igelkolben (*Sparganium emersum*), Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*) und Sumpf-Wasserstern (*Callitriche palustris* agg.) kartiert. Stellenweise dichte Schwimmdecken werden durch die Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) und die Vielwurzelige Teichlinse (*Spirodela polyrhiza*) gebildet. Nach PHYLIB konnte das Gewässer nicht bewertet werden, da zu wenig eingestufte Arten vorhanden waren.

Das Lehmannsfließ ist deutlich artenärmer gegenüber 2005 geworden. Es mag zunächst verwundern, dass auch dauerhafte Arten wie die Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) und der Ästige Igelkolben (*Sparganium erectum*) nicht mehr an der Probestelle vorhanden sind. Ursächlich hierfür dürfte eine durchgeführte Grundräumung sein (→ Makrozoobenthos), bei der wahrscheinlich auch die Rhizome der Arten entfernt wurden. Eine Wiederbesiedlung ist dann nur aus Diasporen im (verbliebenen) Substrat oder aus anderen Fließgewässerabschnitten möglich.

## Makrozoobenthos

### *Interpretation des Gesamtergebnis der Perlodes-AQEM Bewertung*

Bei der Ermittlung der ökologischen Zustandsklasse ergaben sich in Abhängigkeit vom Häufigkeitsbezug unterschiedliche Ergebnisse. So ist sie bei zur Hilfenahme der Abundanzklasse **schlecht**. Dagegen wird beim Berechnen des Zustandes mit der absoluten Artenzahl eine **unbefriedigende** Zustandsklasse ermittelt. Hauptursache für die negativen Ergebnisse stellt die vorgeschaltete Grundräumungsmaßnahme dar. Zum einen kam es durch die Maßnahme zur direkten Vernichtung von Organismen. Zum anderen wurden vorhandene Strukturen zerstört und der Abschnitt stellte sich nach der Maßnahme als vollständig strukturell verödet dar. Diese Verödung spiegelte sich vor allem innerhalb des schlechten Teilergebnisses des German Fauna Index wider. Ein weiterer negativer Effekt der durchgeführten Grundräumung war die geringe ermittelte Taxa- und Individuenzahl am Abschnitt. Aus diesem Grund müssen die erhaltenen Ergebnisse als nicht gesichert eingestuft werden, da die methodisch empfohlene Mindestzahl an erhobenen Taxa von 350 Tieren deutlich unterschritten wurde.

### *Gesamtheitliche Bewertung (Perlodes-AQEM, Zusatzprobe)*

Mit 43 Taxa wurde am Lehmannsfließ lediglich eine geringe bis mäßige Artenvielfalt festgestellt. 12 Vertreter gelten als bestandsgefährdet, also knapp ein Drittel des Gesamtbestandes. Dieser recht hohe Anteil stellt jedoch nicht den hohen Wert des Abschnitts dar. Vielmehr ist er Ergebnis der insgesamt geringen Taxazahl und die teilweise veralteten Roten Listen einiger Artengruppen.

Betrachtet man die Zusammensetzung der Zönose, ist festzustellen, dass wiederum die Eintags-, Stein- und Köcherfliegen teils deutliche Artendefizite innerhalb ihrer eng gebundenen Fließwasservertreter aufweisen. Aber auch die Zahl fließgewässertypischer Muscheln, Libellen und Käfer fällt sehr gering aus. Hauptursache für die Artdefizite bildet die strukturelle Situation am Abschnitt, die sich durch die Grundräumung im Jahr 2008 besonders kritisch darstellt.

Tab. 4.2-13: Verteilung der Taxa auf die untersuchten Tiergruppen und ihr Anteil gefährdeter Arten am Lehmannsfließ (UP 27); (x<sup>1</sup>) = bisher ist keine Rote Liste erschienen

Tiergruppe	Taxazahl	Gefährdete Arten Bdg.	Gefährdete Arten Deutschland	Summe gefährdeter Arten	prozentualer Anteil Rote-Liste-Arten
Schnecken	3	1	1	1	
Muscheln	5	5	4	5	
Egel	/	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
Krebstiere	1	(x <sup>1</sup> )	/	/	
Eintagsfliegen	6	2	/	2	
Libellen	4	1	2	2	
Steinfliegen	/	/	/	/	
Wanzen	3	/	/	/	
Käfer	5	/	/	/	
Köcherfliegen	10	2	2	2	
Zweiflügler	5	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
sonstige	1	(x <sup>1</sup> )	/	/	
<b>Summe</b>	<b>43</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	

Der Anteil an rheotypischen Arten ist als mäßig einzustufen. Sie konzentrieren sich vor allem auf die Köcherfliegen. Aber auch hier bestehen, wie bei den weiteren Tiergruppen Defizite (Tab. 4.2-14).

Tab. 4.2-14: Beispiele für charakteristische Fließwasserarten am Lehmannsfließ (*besonders wertgebende Vertreter fett*)

	RL Bdg.	RL BRD		RL Bdg.	RL BRD
<b>Bivalvia</b>			<b>Trichoptera</b>		
<i>Pisidium amnicum</i>	3	2	<i>Halesus cf. digitatus</i>		
<i>Pisidium supinum</i>	R	3	<i>Halesus radiatus</i>		
<b>Coleoptera</b>			<b><i>Leptocerus interruptus</i></b>	2	2
<i>Ilybius fuliginosus</i>			<i>Notidobis ciliaris</i>		
<b>Ephemeroptera</b>			<b><i>Oecetis testacea</i></b>	3	3
<i>Centroptilum luteolum</i>	4		<i>Polycentropus irroratus</i>		
<b>Gastropoda</b>			<b>Odonata</b>		
<i>Viviparus viviparus</i>	R	2	<i>Calopteryx splendens</i>		V
<b>Heteroptera</b>			<b><i>Gomphus vulatissimus</i></b>	V	2
<i>Micronecta griseola</i>	2				

## 4.3. Zusammenfassung

### **4.3.1. Limnochemie**

In allen 13 untersuchten Fließgewässern sind, wie auch in den beispielhaft dargestellten vier Gewässern, unproblematische Orthophosphat-P-, TP-, Nitrit-N-, Chlorid- und Sauerstoffkonzentration gemessen worden, die durchweg (bezogen auf den Jahresdurchschnitt) in der Güteklasse I oder I-II liegen. Weitestgehend trifft dies auch auf Nitrat-N zu, nur an der Neuen Spree (2006, 2008) und an der Kleinen Spree (nur 2006) lagen die Konzentrationen bereits im Bereich der Güteklasse II.

Problematischer sind die Ammonium-N-Konzentrationen, die überwiegend eine Güteklasse II indizieren, an einigen Probestellen im Jahr 2005/06 sogar die Güteklasse II-III. Erfreuliche Ausnahmen sind die aktuellen Konzentrationen in Hauptspre, Kleiner Spree und Neuer Spree, wo die Güteklasse II erreicht wird. Bei den TN-Konzentrationen werden fast gleichhäufig sehr geringe Belastungen (GK I-II) und mäßige Belastungen (GK II) indiziert, im A-Graben, in der Ragower Kahnfahrt und im Großen Fließ/ Weidengraben sogar die Güteklasse I.

Hervorzuheben ist ferner, dass die DOC-Konzentrationen häufig unter der Bestimmungsgrenze von 5 mg/l liegen. Die höchsten Konzentrationen (9 mg/l) wurden 2008 im A-Graben gemessen.

Die Fließe sind durchweg mäßig bis gut gepuffert und ausnahmslos kalkreiche, harte Gewässer.

### **4.3.2. Makrophyten**

Die Ausprägung und Entwicklung der Makrophyten in den 13 Untersuchungsgewässern wurde in Kurzform schon in LUTHARDT et al. 2009 dargestellt:

„Grundsätzlich ist anzuführen, dass durch die Auswahl vieler beschatteter (z. B. Rohrkanal) und/ oder sandgeprägter Fließgewässer (Kleine Spree) keine idealen Siedlungsbedingungen für Makrophyten bestanden haben; es sei aber erwähnt, dass viele dieser Gewässer aufgrund ihrer Makrozoobenthoszönose besonders schützenswert sind.“

Aus Makrophytensicht besonders hervorzuheben sind die Neue Polenzoa – und damit ein einem Fließgewässer unähnlicher Abschnitt, da durch den Aufstau und das etwas aufgeweitete Becken eher ein seeartiges Gewässer angetroffen wurde – und der A-Graben – auch hier handelt es sich um ein kaum fließendes, künstliches Gewässer. Neue Polenzoa und A-Graben sind durch eine artenreiche und mosaikreiche Flora geprägt, wobei auch Rote-Liste-Arten (z. B. die Laichkräuter *Potamogeton compressus*, *P. lucens*, *P. alpinus*) bemerkenswerte Bestände bildeten.

Unter den übrigen Gewässern sind v.a. die Hauptspre, die Spree uh. des Neuendorfer Kanals und das Große Fließ (s Bukoiza) typische, von Makrophyten geprägte Fließgewässer.

Im Vergleich mit dem letzten Untersuchungsturnus fallen bei mehreren Fließgewässern konstante Verhältnisse in Bezug auf die Makrophytenflora auf. Dies gilt für die makrophytenreichen Gewässer A-Graben und Neue Polenzoa ebenso, wie für die konstant makrophytenarmen Gewässer Kleine Spree, Neue Spree, Ragower Kahnfahrt und Schwanstrom/ Schiwastrom.

In einigen Gewässern sind die Unterwasserpflanzen aber auch zurückgegangen, so dass hier Arten der Untersuchung 2005 heute fehlen – dies sind z. B. die Probestellen in der Hauptspre und dem Großen Fließ/ Weidengraben.“

### 4.3.3. Makrozoobenthos

Aufgrund der nur einmaligen Frühjahrsbeprobung und aus der Tatsache heraus, dass eine zeitliche und räumliche Beschränkung bei der Probenahme nicht zur Erhebung aller tatsächlich auftretenden Faunenvertreter führt, ergeben sich Einschränkungen innerhalb der erhaltenen Ergebnisse.

Insbesondere innerhalb der merolimnischen Insekten ist von Artendefiziten auszugehen, da die einzelnen Arten insbesondere zur Konkurrenzvermeidung über das Jahr versetzt auftreten.

Eine zeitliche und räumliche Beschränkung der Probenahme ermöglicht es nicht, alle tatsächlich auftretenden Taxa zu erfassen. Insbesondere eine Reihe von seltenen Arten können so übersehen werden.

Der zeitige Frühjahrs- Probenahmetermin reduziert die Nachweismöglichkeit innerhalb verschiedener Tiergruppen, die beispielsweise erst später im Jahr in bestimmbareren Entwicklungsstadien im Gewässer auftreten.

Deshalb ist die Bewertung nach nur einmaliger Beprobung lediglich als „Stichprobe“ zu bewerten (REUSCH 1995). Trotz der genannten Einschränkungen wurden 2008 insgesamt 216 Taxa innerhalb der bearbeiteten Tiergruppen ermittelt werden. Diese verteilen sich, wie in Tabelle 4.3-1 dargestellt, auf die einzelnen Tiergruppen.

**Tab. 4.3-1: Verteilung der Taxa auf die untersuchten Tiergruppen und ihr Anteil gefährdeter Arten am alle UP's**

(x<sup>1</sup>) = bisher ist keine Rote Liste erschienen

Tiergruppe	Taxazahl	Gefährdete Arten Bdg.	Gefährdete Arten Deutschland	Summe gefährdeter Arten	prozentualer Anteil Rote- Liste- Arten
Schnecken	21	6	8	9	
Muscheln	23	19	18	21	
Egel	7	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
Krebstiere	4	(x <sup>1</sup> )	0	0	
Eintagsfliegen	14	7	4	7	
Libellen	9	3	5	5	
Steinfliegen	2	1	1	1	
Wanzen	21	3	1	3	
Käfer	36	1	2	2	
Köcherfliegen	42	6	6	7	
Zweiflügler	33	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	(x <sup>1</sup> )	
sonstige	4	(x <sup>1</sup> )	0	0	
<b>Summe</b>	<b>216</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	

### Gefährdete Arten

Bisher sind in Brandenburg und oder der Bundesrepublik noch nicht für alle Tiergruppen Rote Listen erschienen. Trotzdem sind insgesamt 55 der innerhalb der Untersuchung erfassten Arten nach den Roten Listen Brandenburgs und/ oder der Bundesrepublik mehr oder weniger stark gefährdet und besitzen daher einen besonderen Schutzgrad (Tab. 4.3-1). Sie machen somit ein Viertel des Gesamtartbestandes aus. Dabei sind für eine Reihe von gefährdeten Arten im Spreewald folgende allgemeine Anmerkungen zu beachten:

Insbesondere bei den Schnecken, Muscheln und Eintagsfliegen gelangen seit Erscheinen der Roten Listen Brandenburgs 1992 eine Reihe neuer Funde im Land und es ist eine positive Bestandsentwicklung zu beobachten. Deshalb ist insbesondere bei den Schnecken und Muscheln bei einer Reihe von Arten mit einer Reduzierung oder dem völligen Verlust des Schutzstatus zu rechnen.

Bei den Schnecken und Muscheln besitzen eine Reihe von Vertretern in Brandenburg die Gefährdungseinstufung „Regional gefährdet“. Diese Einstufung kommt sicherlich unter anderem dadurch zu Stande, dass der Erfassungsstand in den einzelnen Naturräumen zum Erstellungszeitpunkt unterschiedlich war. Für viele „Regional gefährdete“ Mollusken ist heute im Spreegebiet nicht mehr von einer Bestandsgefährdung auszugehen (mündl. Mitt. S. Petrick).

Eine Reihe von Arten wird in der Bundesrepublik in der Vorwarnliste geführt. Gerade aber nachgewiesene Vertreter dieser Kategorien besitzen im nordostdeutschen Tiefland schwerpunktmäßige Verbreitungen und sind hier nicht als bestandsgefährdet anzusehen.

Trotz der oben genannten Einschränkungen bei Betrachtung der gefährdeten Arten kann festgestellt werden, dass eine Reihe von gefährdeten Taxa als charakteristisch und besonders wertgebend für rhithrale und potamale Fließe im Spreewald angesehen werden kann. Besonders hervorzuheben sind hier die beiden, nach FFH Richtlinie europaweit geschützten Arten. Es handelt sich zum einen um die Grüne Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*), für die ein Einzelnachweis gelang. Zum anderen wurde die Kleine Bachmuschel (*Unio crassus*) an mehreren Gewässerstrecken ermittelt. Neben der Bachmuschel fanden sich innerhalb der Muscheln eine Reihe weiterer, besonders wertgebender Vertreter. So wurde mit der Abgeplatteten Teichmuschel (*Pseudanodonta complanata*) eine zweite besonders hervorzuhebende Großmuschel ermittelt. Aber auch mit dem Nachweis der Kugelmuschel *Sphaerium rivicula* und der Erbsenmuscheln *Pisidium amnicum*, *P. supinum*, *P. pulchellum* und *P. tenuilineatum* wurden charakteristische Bachunterlauf- und Flussarten festgestellt.

Auch die Köcherfliegen *Brachycentrus subnubilus*, *Leptocerus interruptus*, *Potamophylax rotundipennis* und *Ironoquia dubia* sowie die Blauflügel-Prachtlibelle (*Calopteryx virgo*) und die Gemeine Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) repräsentieren beispielhaft bessere Zustände innerhalb potamaler Lebensräume.

Weitere Beispiele für besonders wertgebende Vertreter sind die Steinfliege *Perlodes dispar*, die Eintagsfliegen *Baetis phentaphlebodes*, *B. buceratus* und auch *Heptagenia flava* und schließlich die Grundwanze (*Aphelocheirus aestivalis*).

Tab. 4.3-2: Gefährdete Arten 2008 je Untersuchungsabschnitt

(Zuordnung der Abschnitte über Tabelle 4.1-1)

Lfd. Nr. Untersuchungsabschnitt	RL Bdg.	RL BRD	2	3	5	7	8	9	13	17	19	24	26	27	30
<b>Bivalvia (Muscheln)</b>															
<i>Anodonta anatina</i>		V		x	x	x	x			x		x	x		x
<i>Anodonta cyanea</i>	3	2													x
<i>Dreissena polymorpha</i>	R					x									
<i>Musculium lacustre</i>		V			x										x
<i>Pisidium amnicum</i>	3	2	x		x		x	x				x	x	x	x
<i>Pisidium crassum</i>	k.a.	k.a.						x	x			x			
<i>Pisidium henslowanum</i>	R	V						x	x	x	x	x			x
<i>Pisidium hibericum</i>	2	3								x					
<i>Pisidium milium</i>	R	V							x						
<i>Pisidium moitessierianum</i>	3	3	x		x	x	x	x				x			x
<i>Pisidium nitidum</i>	R		x				x				x				x
<i>Pisidium ponderosum</i>	3	k.a.			x	x	x		x	x	x	x		x	x
<i>Pisidium pulchellum</i>	1	1						x							
<i>Pisidium subtruncatum</i>	R		x		x	x	x		x	x		x	x	x	x
<i>Pisidium supinum</i>	R	3	x	x	x	x	x		x			x	x	x	
<i>Pisidium tenuilineatum</i>	1	2						x							x
<i>Pseudanodonta complanata</i>	2	1			x	x	x						x		x
<i>Sphaerium rivicola</i>	2	2		x	x		x					x	x		x
<i>Unio crassus</i>	1	1		x	x	x				x		x	x		
<i>Unio pictorum</i>	R	3		x	x	x	x			x		x	x	x	x
<i>Unio tumidus</i>	R	2			x	x	x	x		x		x	x		x
<b>Coleoptera part. (Käfer aquat.)</b>															
<i>Gyrinus aeratus</i>		3			x		x	x		x		x			
<i>Hydrophilus aterrimus</i>	3	2					x								
<b>Ephemeroptera ( Eintagsfliegen)</b>															
<i>Baetis buceratus</i>	3	3		x		x									
<i>Baetis phentaphlebodes</i>	neu	3		x	x	x			x	x			x		
<i>Centroptilum luteolum</i>	4		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Heptagenia flava</i>	2	3	x	x											
<i>Kageronia fuscogrisea</i>	1	3	x		x	x	x	x		x					
<i>Leptophlebia marginata</i>	3				x	x	x	x		x					
<i>Leptophlebia vespertina</i>	3				x	x	x	x		x	x			x	
<b>Gastropoda part. (Schnecken aquat.)</b>															
<i>Acroloxus lacustris</i>		V						x							x
<i>Anisus leucostoma</i>	3					x									
<i>Bithynia leachii</i>	R	2													x
<i>Hippeutis complanatus</i>		V							x						
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	3	2													x
<i>Physa fontinalis</i>		V	x					x	x	x					
<i>Planorbis carinatus</i>	3	3								x					
<i>Viviparus contectus</i>	R	3			x			x	x				x		x
<i>Viviparus viviparus</i>	R	2												x	x

Lfd. Nr. Untersuchungsabschnitt	RL Bdg.	RL BRD	2	3	5	7	8	9	13	17	19	24	26	27	30
<b>Heteroptera part. (Wanzen aquat.)</b>															
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	1	V	x	x											
<i>Micronecta griseola</i>	2													x	
<i>Ranatra linearis</i>	4								x						
<b>Plecoptera (Steinfliegen)</b>															
<i>Perlodes dispar</i>	2	3										x			
<b>Trichoptera (Köcherfliegen)</b>															
<i>Brachycentrus subnubilus</i>	1	3	x	x											
<i>Ceraclea senilis</i>		3											x		
<i>Enoicyla reichenbachi</i>	2	3										x			
<i>Ironoquia dubia</i>	3	3									x				
<i>Leptocerus interruptus</i>	2	2			x	x	x		x	x		x	x	x	x
<i>Oecetis testacea</i>	3	3										x		x	
<i>Potamophylax rotundipennis</i>	3				x		x			x	x	x			x
<b>Odonata (Libellen)</b>															
<i>Calopteryx splendens</i>		V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Calopteryx virgo</i>	2	3	x												
<i>Erytroma najas</i>		V										x			
<i>Gomphus vulatissimus</i>	V	2	x	x								x	x	x	x
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	2	2		x											

RL= Rote Liste; 1 = vom Aussterben bedroht; 2 = stark gefährdet; 3 = gefährdet; 4 = potentiell gefährdet (nur Bdg.); V = Vorwarnliste; R= Regional gefährdet (nur Bdg.); k.a. = keine Angabe, Art in der jeweiligen RL nicht berücksichtigt, Autoren der Roten Listen berücksichtigten die Muscheln nicht als eigenständige Arten, Gefährdung jedoch anzunehmen; neu = noch nicht in der RL berücksichtigt; x<sup>(1)</sup> = FFH- Anhang II

### Ergebnisse nach Perlodes- AQEM

Die Bewertung der insgesamt 13 Fließgewässer nach der Methode Perlodes-AQEM ergab an den einzelnen Gewässern unterschiedliche Ergebnisse. Lediglich an der Neuen Spree (UP 3) wurde, wie schon 2006 eine gute ökologische Zustandsklasse ermittelt. Allerdings bestehen auch hier weiterhin Defizite an fließgewässertypischen Faunenvertretern und ein negativer Trend bleibt bestehen.

Die Zahl von Gewässerabschnitten, denen eine mäßige ökologische Zustandsklasse zugewiesen werden konnte, erhöhte sich 2008 von zusammen drei auf sechs Gewässerabschnitte (lfd. Nr. 2, 13, 17, 19, 24, 26, Tab. 29). Hieraus ergibt sich jedoch bereits ein Handlungsbedarf nach EU WRRL, da die Vorgabe einer guten ökologischen Zustandsklasse nicht erreicht ist.

Alle sechs als mäßig eingestufte Untersuchungsgewässer zeigten jedoch innerhalb verschiedener Einzelbewertungsparameter teils deutliche negative Tendenzen. Besonders deutlich fiel diese an der Kleinen Spree (Nr. 2) aus. Hier führte offenbar eine Gewässerunterhaltung zur strukturellen Verödung, was sich offensichtlich direkt auf die auftretende Zönose (Artreduzierung) auswirkte. Aber auch an den weiteren fünf Abschnitten nahm die zur Bewertung heranzuziehende Taxazahl 2008 meist ab. Neben dem späten Frühlingsbeginn war dies in der Regel methodisch bedingt.

Das Lehmannsfließ (Nr. 27) war das einzige Untersuchungsgewässer, an dem sich die ökologische Zustandsklasse 2008 gegenüber 2006 verschlechterte. Hier wurde nur noch eine schlechte ökologische Zustandsklasse zugewiesen. Hauptgrund für die

Verschlechterung war die vorgenommene Grundräumung am Abschnitt. Hierdurch wurden am bereits 2006 strukturell degradierten Abschnitt die für Fließgewässer typischen Strukturelemente nun nahezu vollständig beseitigt. Im Ergebnis war der Abschnitt durch eine verschlammte und lageinstabile Sohle dominiert und weitere Strukturelemente fehlten nahezu völlig. Dies wirkte sich sowohl auf die Artenzahl als auch die Abundanz der auftretenden Faunenvertreter aus. Neben der Aussetzung weiterer Unterhaltungsmaßnahmen sind hier zur Verbesserung der Situation gezielte Maßnahmen notwendig, um deutlich positive besiedlungsfördernde Zustände zu erreichen.

Die weiteren fünf Gewässer (Nr. 5, 7, 8, 9, 30) wurden, wie schon 2006, einer unbefriedigenden ökologischen Zustandsklasse zugewiesen. Auch hier besteht die Forderung zur Ergreifung strukturverbessernder Maßnahmen, um die Ausprägung einer naturnahen Besiedlung zu fördern.

## 5. Die Wälder im BR Spreewald

### Neue Ergebnisse zu hydrologischen, boden- und vegetationskundlichen Merkmalen der ÖUB-Untersuchungsflächen in den Wäldern im Biosphärenreservat

#### 5.1. Einführung

##### 5.1.1. Konzept der Ökosystemaren Umweltbeobachtung im Wald

Grundgedanke der ökosystemaren Umweltbeobachtung im Wald (ÖUB-Wald) ist die ganzheitliche Betrachtung von miteinander in Beziehung stehenden Elementen der belebten und unbelebten Natur in ausgewählten Waldökosystemen (SCHÖNTHALER et al. 1994).

Eingebettet in die übergreifenden Ziele der ÖUB (siehe Kap.1.) wurden die Beobachtungsziele für Wälder in brandenburgischen Biosphärenreservaten präzisiert. Die ÖUB-Wald soll in Brandenburg - im Anhalt an LUTHARDT et al. (2004) - v. a. Informationen liefern über die

##### 1) Natürliche Sukzession in Totalreservaten

Dynamik der Vegetationsstruktur, Vegetationsstadien, Artenspektren unterschiedlicher Waldökosysteme

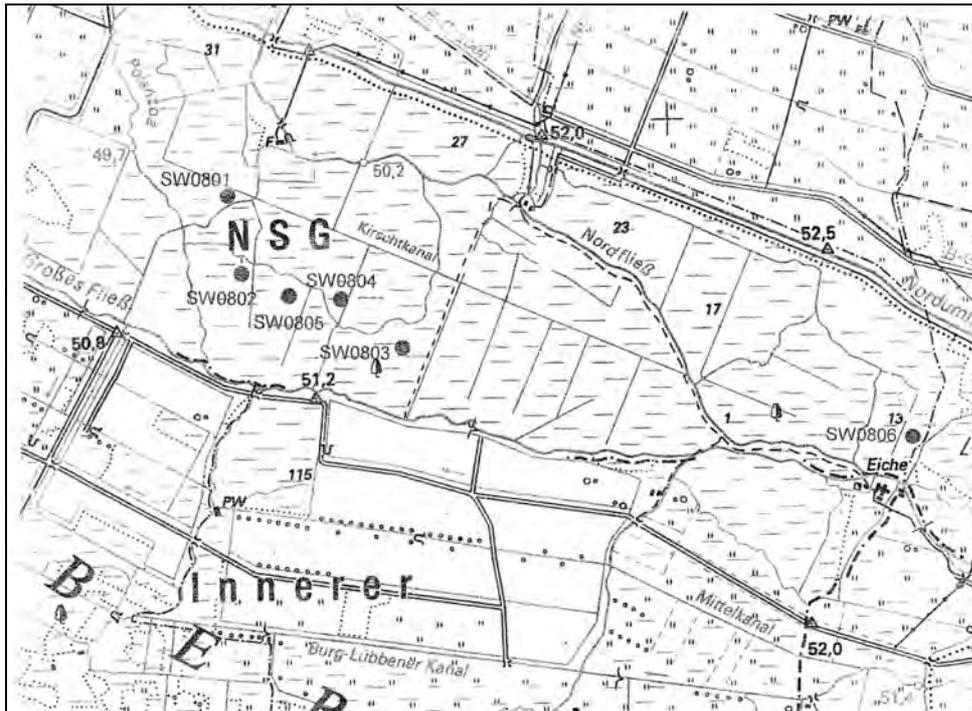
Rückkopplungen zwischen Standort und Vegetation

Auswirkungen von Klimaveränderungen und Stoffeinträgen aus der Luft / mit dem Niederschlag sowie veränderter Strahlungsverhältnisse / Ozonbelastungen auf den Zustand naturnaher Ökosysteme

##### 2) Veränderungen des Arteninventars der Baumschicht, der Bodenvegetation und der Naturverjüngung sowie Änderungen des Bodenzustands von Waldökosystemen von unterschiedlichem Hemerobiegrad infolge forstlicher Nutzung

##### 3) Veränderungen von wesentlichen Waldökosystemkennwerten (Standort, Artengefüge) infolge von Waldumbaumaßnahmen.

Unter Beachtung der o. g. Ziele, der jeweiligen naturräumlichen Ausstattung der Biosphärenreservate sowie der regional wirksamen Einflussfaktoren wurden für jedes Biosphärenreservat in Brandenburg dominante, natürliche und halbnatürliche sowie seltene Waldökosysteme nach dem Biotoptypenschlüssel von HOFMANN & JENSSEN (2003) bzw. HOFMANN, JENSSEN & ANDERS (1999, s.a. LUA 2004, 2007a) klassifiziert und vorausgewählt (HOFMANN 1997a). Hinzu kamen Waldökosysteme, in denen regionaltypisch bedeutsame Maßnahmen eingeleitet wurden. Aus diesem Pool wurden nach landesweiter Abstimmung gezielt Flächen in das ÖUB-Monitoringprogramm aufgenommen. Dies sind im Spreewald insgesamt 8 unterschiedliche Waldökosystemflächen (vgl. Abb. 5.1-1 bzw. Tab. 5.1-1). Die Ersterhebungen fanden im Jahr 2000 statt. Der geplante Wiederholungsturnus beträgt grundsätzlich 3 Jahre, er wurde aus kapazitären Gründen für verschiedene Erhebungsprogramme auf 6 Jahre erweitert, konnte jedoch nicht immer eingehalten werden. Nachfolgend werden erste Ergebnisse der Erhebungen bis zum Jahr 2009 synoptisch dargestellt.



**Abb. 5.1-1: Lage der Erlen- und Eschenwald-Untersuchungsflächen der ÖUB-Wald im Biosphärenreservat Spreewald**

*Alle Erlen- und Eschenflächen zählen zum Oberspreewaldbereich, die im Unterspreewald gelegenen beiden Buchenwaldflächen sind aus Maßstabsgründen nicht dargestellt.*

### **5.1.2. Erhebungsmerkmale und Methoden**

Das Monitoringprogramm in Wäldern sieht grundsätzlich die Erhebung wesentlicher strukturbestimmender Merkmale, wuchsbestimmender Faktoren sowie die Charakterisierung typischer Prozessabläufe vor. Um den Erhebungsaufwand zu begrenzen, werden nicht alle Einzelprogramme mit derselben Intensität für alle ÖUB-Flächen durchgeführt. Vielmehr wird die Erhebungsintensität gestaffelt, sodass ÖUB-Flächen mit folgenden Aufnahmeintensitäten unterschieden werden:

M1 = Standardprogramm

M2 = gesteigerte Intensität

M2+ = wie M2, jedoch ergänzt um eine zusätzliche, gezäunte Fläche

Die Auswahl der im Rahmen der ÖUB-Wald zu erhebenden Merkmale orientierte sich primär an den Beobachtungszielen. Merkmale, die einen hohen Indikatorwert besitzen wurden bevorzugt. Grundsätzlich werden aktuell Merkmale zu folgenden Sektoren erhoben:

- Historie
- Gehölzvegetation
- Vitalität
- Totholz
- Verjüngungs- / Verbiss-Situation
- Bodenvegetation
- Bodenzustand
- Lumbriciden

Das je nach Intensitätsstufe unterschiedliche Merkmalspektrum ist im Methodenkatalog der ÖUB-Wald (WOLFF et al. 2007) festgelegt. Auch im Jahr 2009 wurden die dort für die einzelnen Intensitätsstufen definierten Merkmale erhoben und die Aufnahmen entsprechend der aufgeführten Methoden realisiert. Methodisch wurden jeweils diejenigen Verfahren ausgewählt, die nach dem aktuellen Kenntnisstand für Waldökosysteme am besten geeignet sind. Im Rahmen des *Forstlichen Umweltmonitoring im Wald* wurden dazu in den vergangenen 10 Jahren zahlreiche methodologische Untersuchungen durchgeführt, auf deren Ergebnisse zurückgegriffen werden konnte bzw. kann (BML 1990, BMVEL 2006, WOLFF & RIEK 1997, KÖNIG & WOLFF 1993, RIEK & WOLFF 2007). Soweit möglich wurden außerdem Methoden berücksichtigt, die entweder identisch mit denjenigen der ÖUB in Offenlandschaften (Acker, Grünland, Moore) sind oder aber vergleichbare Informationen liefern.

Im Jahr 2009 wurden - z. T. in dritter Wiederholung - im BR Spreewald alle acht ÖUB-Flächen beprobt (vgl. Tab. 5.1-1). Im Oberspreewald handelt es sich dabei um fünf Erlenbestände auf Niedermoor; ein weiterer Erlenbestand mit Esche und Gewöhnlicher Traubenkirsche stockt auf Anmoorboden (SW0806) (vgl. Abb. 5.1-1). Im Unterspreewald wurden für das Monitoring zwei grundwassernahe Sand-Buchenwälder (Moder-Buchenwälder) festgelegt. Bei einem dieser Bestände (SW0807) handelt es sich um eine in den 1960er Jahren aus der Nutzung genommene Naturwaldzelle (Tab. 5.1-1). Die Aufnahmen im BR Spreewald wurden konzentriert im Monat Juli 2009 durchgeführt, um insbesondere für die Vegetationsanalysen eine möglichst gute Vergleichbarkeit zu den Altdaten gewährleisten zu können.

Tab. 5.1-1: Kurzcharakteristik der 2009 inventarisierten ÖUB-Flächen im BR Spreewald

Fläche <sup>1</sup>	Bezeichnung, Charakterisierung	Intensität <sup>2</sup>	Biotoptyp <sup>3</sup> (i.d.R. identisch mit Ökosystemtyp <sup>4</sup> )	Biotop-typ-Code <sup>3</sup>	pot.-nat. Vegetation (Ökosystem-typ <sup>4</sup> )	Forstort	Aufnahme-termine	Alter / Wuchsklasse (Stand 2009)
SW0801 <sup>1</sup>	Schwarzerlenwald, nass	M2+	Großseggen-Schwarzerlen-Bruchwald	08103/4	vergleichbar	Revier Schützenhaus, Abt. 1108a4	2000, 2003, 2007, 2009	Schwarzerle 130 Jahre / mittleres Baumholz
SW0802	Schwarzerlenwald, feucht	M1	Großseggen-Schwarzerlen-Bruchwald	08103/4	vergleichbar	Revier Schützenhaus, Abt. 1107a1	2000, 2003, 2007, 2009	Schwarzerle 119 Jahre / mittleres Baumholz
SW0803 <sup>1</sup>	Schwarzerlenwald, trocken	M2+	Brennnessel-Schwarzerlenwald	08103	vergleichbar	Revier Schützenhaus, Abt. 1105a2	2000, 2003, 2007, 2009	Schwarzerle 143 Jahre / mittleres Baumholz
SW0804	Rabatten-Schwarzerlen-Halbforst	M1	Ackerdistel-Schwarzerlen-Rabattenhalbforst	08370	Großseggen-Schwarzerlen-Bruchwald	Revier Schützenhaus, Abt. 1106b1	2000, 2003, 2007, 2009	Schwarzerle 20 Jahre / Stangenholz bis schwaches Baumholz
SW0805	Rabatten-Schwarzerlen-Halbforst	M1	Ackerdistel-Schwarzerlen-Rabattenhalbforst	08370	Großseggen-Schwarzerlen-Bruchwald	Revier Schützenhaus, Abt. 1107c1	2000, 2003, 2007, 2009	Schwarzerle 21 Jahre / Stangenholz
SW0806 <sup>1</sup>	Traubenkirschen-Eschen-Wald	M2+	Traubenkirschen-Eschenwald	08110/3	vergleichbar	Revier Schützenhaus, Abt. 1113a1	2000, 2003, 2007, 2009	Schwarzerle 115 Jahre / mittleres Baumholz
SW0807	grundfrischer, ziemlich nährstoffarmer (bodensaurer) Buchenwald (Naturwaldzelle)	M1	Pfeifengras-Buchenwald	081715	vergleichbar	Revier Buchenhain, Abt. 423a1	2000, (2003) <sup>5</sup> , 2009	Buche 198 / starkes Baumholz
SW0808 <sup>1</sup>	grundfrischer, mäßig nährstoffversorgter Buchenwald	M2+	Faulbaum-Buchenwald	081714	vergleichbar	Revier Groß Wasserburg, Abt. 1119	2000, 2003, 2009	Buche 158 / starkes Baumholz

<sup>1</sup> die nicht gezäunte Außenfläche wird ohne nähere Kennzeichnung oder mit einem „a“ versehen, die gezäunte Innenfläche wird generell mit einem „i“ markiert, also z. B. SW0801i

<sup>2</sup> Aufnahmeparameter und Aufnahmeverfahren, abgestuft nach Intensitätsstufen, werden in WOLFF et al. (2008) erläutert, bei M2+-Flächen erfolgt über das M1-Standardprogramm hinaus z. B. auch die Analyse der Lumbricidenfauna und eine parzellengenaue Referenz-Vegetationsanalyse innerhalb eines Wildgatters

<sup>3</sup> Biotoptyp und Biotopcode und nach Biotoptypenschlüssel von HOFMANN & JENSSSEN (2003), LUA (2004, 2007a)

<sup>4</sup> nach HOFMANN (1997b, 2002)

<sup>5</sup> Vegetationsdaten digital nicht vorliegend

Nachfolgend werden einige boden- und vegetationskundlichen Ergebnisse der Erhebung 2009 im BR Spreewald dargestellt. Ferner erfolgt eine Gegenüberstellung wesentlicher Befunde dieser Erhebung mit solchen der Vorerhebungen bzw. mit historischen Quellen. Sämtliche verwendeten Kennwerte wurden hierfür auf Grundlage der Rohdaten der Erst- und Zweiterhebung nach den aktuell gültigen wissenschaftlichen Methoden neu berechnet. Daraus können Abweichungen zu publizierten Angaben resultieren. Ferner ist zu beachten, dass eine Ableitung von Trends aus nur zwei (oder wenigen) Erhebungen für die einzelnen Flächen nur sehr begrenzt möglich ist. Dies gilt insbesondere für Merkmale von seltenen Waldökosystemen, für die wenig bis keine belastbaren Informationen zum Ausmaß der Merkmalsfluktuation vorliegen. Unter diesen Einschränkungen lassen sich aus der Zweitaufnahme der ÖUB-Wald-Flächen die nachfolgenden Befunde zu ausgewählten Themenbereichen ableiten.

## 5.2. Ergebnisse und Interpretation

### 5.2.1. Wasserhaushalt

Da in den Erlenwaldökosystemen des Spreewaldes der Wasserhaushalt eine der wesentlichen ökologischen Größen darstellt, wurden zusammen mit der Einrichtung der ÖUB-Erlenwaldflächen auch Grundwasserpegel-Messstellen implementiert. Beginnend im Januar 2000 wurden für die ÖUB-Flächen SW0803, SW0802, SW0801 und SW0806 des Biosphärenreservates Spreewald die Pegelstände an vier Messstellen als Grundwasserstand über NN erfasst. Dies erfolgte i.d.R. monatlich, in der Vegetationsperiode zeitweise auch im Abstand von 14 Tagen. Abb. 5.2-1 gibt die Lage dieser Messstellen wieder.

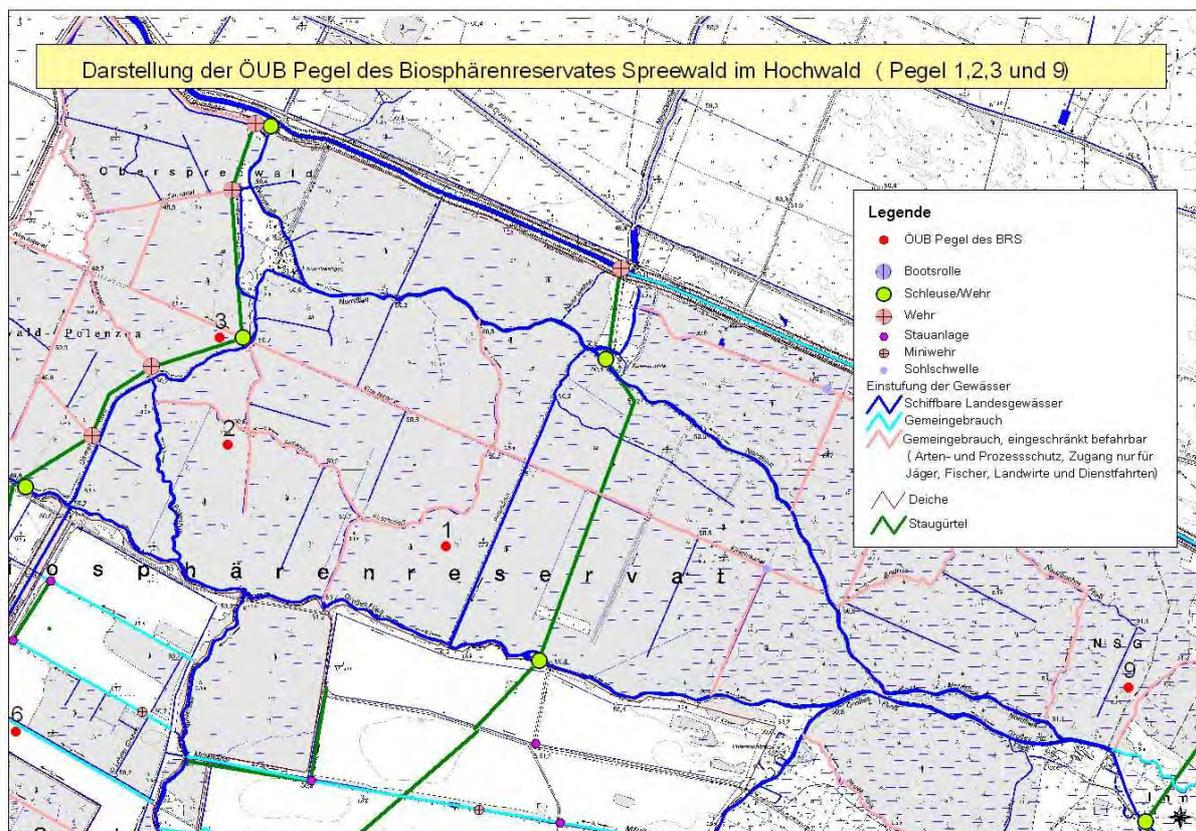


Abb. 5.2-1: Lage der Pegelmessstellen der ÖUB des Biosphärenreservates Spreewald im Hochwald (Pegel 1, 2, 3 und 9, neue Bezeichnung 4150-6059, 4150-6060, 4150-6061, 4150-6064); Quelle: LUGV (2010)

Ökologisch interessanter als der absolute Grundwasserstand über NN ist der Grundwasserstand im Vergleich zur Geländehöhe über NN, da aus diesen beiden Größen der Grundwasserflurabstand errechnet und das Ausmaß der Überstauung der Waldökosysteme abgeschätzt werden kann. Abb. 5.2-2 gibt daher diese relative Entwicklung der Wasserstände im Vergleich zur Geländehöhe für die vier Pegelmessstellen der ÖUB-Erlenwaldflächen SW0803, SW0802, SW0801 und SW0806 des Biosphärenreservates Spreewald im Hochwald für den Zeitraum 2000 bis 2009 wieder (Pegel 4150-6059, 4150-6060, 4150-6061 und 4150-6064 bzw. alte Pegel-Bezeichnung 1, 2, 3 und 9). Dargestellt sind die jeweils gemessenen Differenzen (Grundwasserstandshöhe - Geländehöhe [m]) sowie einfache lineare Trendlinien über den gesamten Beobachtungszeitraum (inkl. Ausgleichsfunktion und Bestimmtheitsmaß). Fehlzeiten wurden nicht nachträglich modellhaft ergänzt. In Tab. 5.2-1 sind überdies die statistischen Kennwerte für die Grundwasserflurabstände der ÖUB-Flächen im Untersuchungszeitraum 2000 – 2009 aufgeführt. Auch hier erfolgte die Berechnung anhand der Einzelmesswerte ohne modellhafte Ergänzung von Fehlerten.

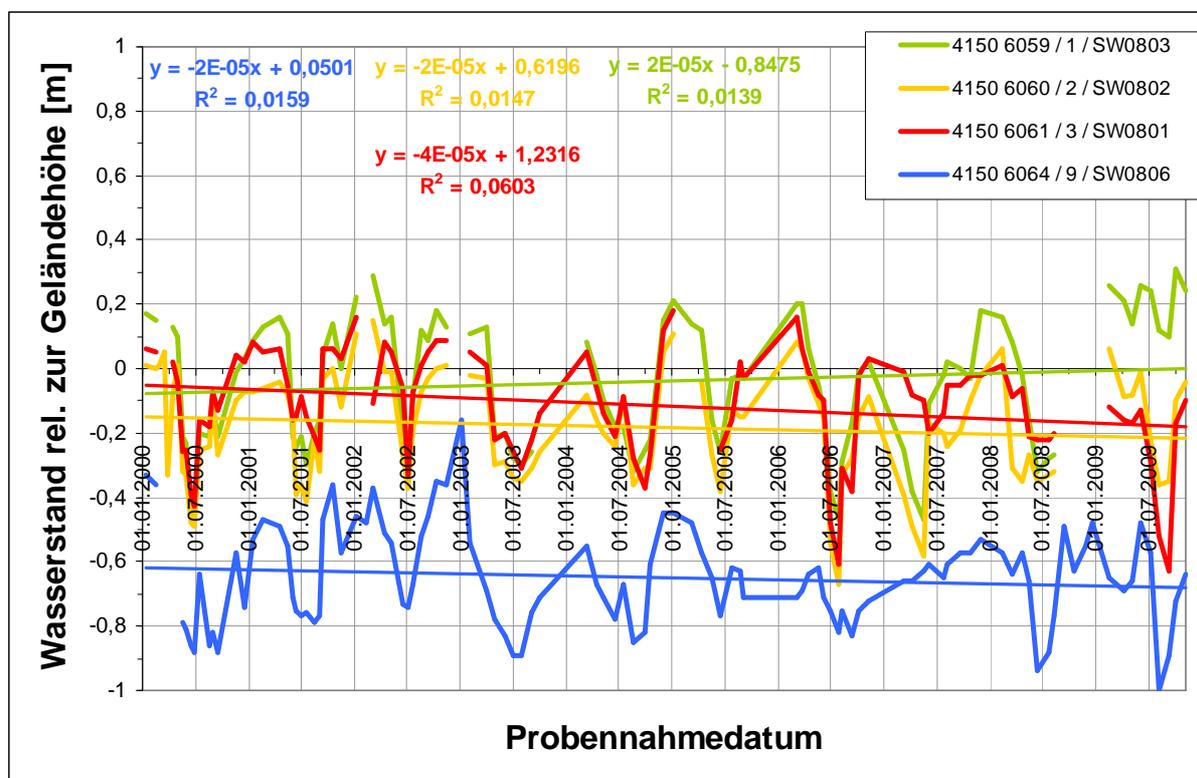


Abb. 5.2-2: Entwicklung der Grundwasserstände relativ zur Geländehöhe der vier Pegelmessstellen der ÖUB-Erlenwaldflächen SW0803, SW0802, SW0801 und SW0806 des Biosphärenreservates Spreewald im Hochwald für den Zeitraum 2000 bis 2009 (Pegel 4150-6059, 4150-6060, 4150-6061 und 4150-6064 bzw. alte Pegel-Bezeichnung 1, 2, 3 und 9); Einzelmessdaten sowie Trendlinien (inkl. Ausgleichsfunktion (linear) und Bestimmtheitsmaß)

**Tab. 5.2-1: Kennwerte für den Grundwasserflurabstand der ÖUB-Flächen im Untersuchungszeitraum 2000 – 2009 [m]; Berechnung anhand der Einzelmesswerte ohne modellhafte Ergänzung von Fehlwerten**

<b>Kennwert</b>	<b>SW0801 Pegel 3</b>	<b>SW0802 Pegel 2</b>	<b>SW0803 Pegel 1</b>	<b>SW0806 Pegel 9</b>
<b>Mittel</b>	<b>-0,12</b>	<b>-0,19</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,66</b>
Minimum	-0,63	-0,67	-0,47	-1
Maximum	0,18	0,15	0,31	-0,16
Standardabweichung	0,17	0,18	0,21	0,16
Variationskoeffizient	-1,44	-0,94	-3,95	-0,25
<b>Grundwasserflurabstand außerhalb der Vegetationszeit</b>	<b>0,00</b>	<b>-0,07</b>	<b>0,10</b>	<b>-0,55</b>
<b>Grundwasserflurabstand in der Vegetationszeit (Mai/September)</b>	<b>-0,19</b>	<b>-0,26</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,72</b>
Februar/März-Mittel	0,00	-0,06	0,12	-0,55
Juni/Juli-Mittel	-0,22	-0,31	-0,20	-0,74
<b>Frühjahrsabfall</b>	<b>0,23</b>	<b>0,24</b>	<b>0,32</b>	<b>0,19</b>

Auffällig ist zunächst der erwartungsgemäß höhere Grundwasserflurabstand der im Traubenkirschen-Eschenwald auf mineralischem Bodensubstrat lokalisierten Untersuchungsfläche SW0806 im Vergleich zu den anderen Schwarzerlenbruchwäldern (SW0801, SW0802 und SW0803). Im Mittel des Untersuchungszeitraumes liegt der Grundwasserflurabstand im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) bei -0,66 m, in der Vegetationszeit ist er nur wenig niedriger (-0,72 m) und auch außerhalb der Vegetationszeit beträgt er im Mittel -0,55 m. Diese Werte kennzeichnen einen grundfeuchten bis grundnassen Standortzustand und erklären die Konkurrenzkraft und vergleichsweise guten Wuchsleistungen von Eiche, Esche und Flatterulme auf dieser Fläche, welche sich andererseits auf den grundsumpfigen Untersuchungsflächen gegenüber der Schwarzerle nicht so gut behaupten können (vgl. auch HOFMANN & JENSSEN 2004). Insgesamt ist in diesem Waldökosystem der Wasserhaushalt vergleichsweise stabil, was neben den geringen Streuungsmaßen (Standardabweichung, Variationskoeffizienten) auch durch den relativ geringen frühsommerlichen Abfall des Flurabstandes von 19 cm zum Ausdruck kommt (vgl. Tab. 5.2-1). Allerdings zeigt sich über den gesamten Untersuchungszeitraum für diese Fläche ein Trend zu niedrigeren Grundwasserflurabständen. Auch das für das Jahr 2003 von HOFMANN & JENSSEN (2004) beschriebene dramatische Absinken der Flurabstände im Frühsommer wiederholt sich in ähnlichem Maße in den Jahren 2005 bzw. 2006 und tritt sogar in 2007 und 2009 noch verstärkt auf. Somit muss neben einem generellen Trend zu niedrigeren Grundwasserständen auch mit dem verstärkten Auftreten von Extremsituationen für diese Fläche gerechnet werden.

Im Vergleich zur grundfeuchten Traubenkirschen-Eschenwald-Fläche (SW0806) sind die Grundwasserflurabstände der anderen drei Erlenflächen auf organischem Substrat untereinander im Mittel recht ähnlich und v. a. stets deutlich geringer (-0,05 bis -0,19 m), was auf höher anstehendes Grundwasser und i. A. langfristig grundsumpfige Standortverhältnisse schließen lässt.

Im Mittel die höchsten relativen Wasserstände dieser drei Flächen weist der Brennnessel-Schwarzerlen-Bruchwald (SW0803) mit -0,05 m auf. Dieser Waldökosystemtyp gilt als typisch für den mittleren Teil des Inneren Oberspreewaldes. Charakteristisch für ihn ist das stark schwankende Wasserregime (vgl. auch Standardabweichung, Variationskoeffizient in Tab. 5.2-1). So ist er außerhalb der Vegetationszeit mit 0,10 m von allen Untersuchungsflächen am höchsten überstaut, zeigt andererseits aber auch den von allen Flächen extremsten Abfall des Grundwasserstandes im Frühjahr (0,32 m). Verglichen mit den Angaben von HOFMANN & JENSSEN für die Periode 2000-2004

(Überstauung von 0,15 m außerhalb der Vegetationszeit bzw. Flurabstand von -0,16 m in der Vegetationszeit) sind die entsprechenden Grundwasserstände der Gesamtzeitreihe niedriger. Andererseits zeigt sich unabhängig von der starken Variation der Messergebnisse für diese Fläche, v. a. bedingt durch die Messwerte des Jahres 2009, tendenziell ein leichter Anstieg der Pegel- und Grundwasserflurabstände, der jedoch noch der Bestätigung bedarf (Abb. 5.2-2).

Miteinander vergleichbare Kennwerte für die Flurabstände kennzeichnen die beiden ÖÜB-Flächen in den Großseggen-Schwarzerlen-Bruchwäldern, den typischen Waldökosystemen im westlicheren Teil des Inneren Oberspreewaldes (Tab. 5.2-1). Auch weisen beide Flächen längerfristig eine Tendenz zu abnehmenden Pegelwerten auf. Allerdings ist diese Abnahme bei Fläche SW0801 deutlicher ausgeprägt und insbesondere seit dem Jahr 2009 scheinen die Pegelstände der grundnassen Flächen (inkl. SW0803) stärker auseinanderzudriften. Im Hinblick auf die mittleren Werte zeigt sich die Fläche SW0801 mit einem Flurabstand von -0,12 m im Jahresmittel bzw. -0,19 m in der Vegetationszeit als stärker grundwasserbeeinflusst als ihr Pendant SW0802 (zum Vergleich: -0,19 bzw. -0,26 m). Ferner ist sie im Winterhalbjahr bis hinein in das Frühjahr tendenziell stärker überstaut (Flurabstand 0,00 m). Überdies indizieren leicht geringere Werte für den Frühjahrsabfall eine relativ gleichmäßigere Wasserhaushaltsituation gegenüber ihrer Vergleichsfläche SW0802. Betrachtet man jedoch die zeitliche Entwicklung der Grundwasserflurabstände der Fläche SW0801 über den gesamten Beobachtungszeitraum (vgl. Abb. 5.2-2) etwas genauer, so muss diese Aussage relativiert werden, denn es deutet sich seit dem Jahr 2007 eine Veränderung der Wasserhaushaltssituation der Fläche SW0801 dahingehend an, dass quasi keine Überstauung mehr auftritt und andererseits die Niedrigstwerte im Sommer 2009 extreme Beträge aufweisen und auch deutlich unter denen der Fläche SW0802 liegen. Erstaunlicherweise gilt dieser Trend aber nicht für das Jahr 2007. Ob diese Tendenz zu unterschiedlichen Pegelmustern der beiden Großseggen-Schwarzerlen-Bruchwaldflächen weiter anhält oder nur eine Fluktuation darstellt, lässt sich bislang nicht absehen, dafür sind die betrachteten Zeitreihen noch zu kurz. Jedoch stellt sich die bislang als relativ stabil betrachtete Wasserhaushaltssituation der Fläche SW0801 (vgl. HOFMANN & JENSSEN 2004) in den Jahren seit 2006 als variabler heraus als erwartet.

### **5.2.2. Böden der ÖÜB-Standorte**

#### **Kurzer Exkurs in die Pedogenese**

Die Spreewaldniederung befindet sich geologisch gesehen im Bereich des Glogau-Baruther Urstromtales und gehört somit zur südlichsten Ausdehnung des Brandenburger Stadiums der Weichselkaltzeit. Zur Entstehung des Spreewaldes kam es im Periglazial, als sich die Spree infolge des geringen Landschaftsgefälles auf ihrem eigenen Schwemmkegel im Urstromtal in viele Flussarme verzweigte und außerdem die Verengung des Tals zur Erhöhung des Grundwasserspiegels und damit zu regelmäßigen nur langsam abfließenden Hochwassern führte. Unter quasi stagnierenden Abflussverhältnissen sedimentierte großflächig eine Mudde - ein Gemenge aus Ton und organischer Substanz - die im regionalen Sprachgebrauch als Klocksicht bezeichnet wird. In unterschiedlicher Mächtigkeit und mit unterschiedlichen Ton- und Humusgehalten ist dieser „Klock“ in Wechsellagerung mit Tal- und Schwemmsanden an vielen Stellen im Spreewald zu finden und zusammen mit reinen Auentonablagerungen als Wasserstauer wirksam. Über diesen mineralischen Schichten konnten sich holozäne Torfe von 40 - 50 cm (in Ausnahmefällen bis zu 1,5 m) Mächtigkeit bilden.

Die Böden der Talaue sind je nach Lage des Grundwasserstandes und Ausprägung des Torfkörpers als Gleye, Anmoore, Niedermoore und deren Übergangsformen anzusprechen. Die Niedermoore werden in der Literatur gemäß der Nomenklatur von SUCCOW & JOOSTEN (2001) zu den Auen-Überflutungsmooren und Versumpfungsmooren gerechnet (VÖTT 2000). Deren spezifischer Profilaufbau ist an den Wechsellagerungen

mineralischer bzw. mineralreicher Schichten und Torfschichten erkennbar. Infolge der regelmäßigen Überflutungen handelt es sich dabei um eutrophe Moore.

In den grundwasserfernen Randgebieten finden sich darüber hinaus reine Sandstandorte aus oberflächlich anstehenden Talsanden, Sander- und Dünensanden, auf denen sich unter Wald überwiegend nährstoffarme Böden, wie podsolige Braunerden und Braunerde-Podsole entwickelt haben.

### **Wasserhaushalt - wichtigster Faktor der Bodenentwicklung**

Der Wasserhaushalt war und ist für die Richtung und Geschwindigkeit der Bodenentwicklung im Spreewald von elementarer Bedeutung. Die hinsichtlich ihrer historischen Genese als Auen-Überflutungsmoore zu bezeichnenden Moore unterliegen momentan erheblichen Veränderungen. So erscheint heute der Prozess der Überflutung gegenüber dem Einfluss von Grund- und Stauwasser aufgrund der reduzierten Abflussführung der Spree von untergeordneter pedogener Bedeutung (RIEK & STROHBACH 2003, 2004).

Die aktuelle Situation spricht für die Ansprache der Moortypen als eutrophe Grund- und Stauwasserversumpfungsmoore. Diese zeichnen sich durch geringmächtige Torfkörper über Tonmudden aus. Das Torfwachstum ist bei den eutrophen Grundwasserversumpfungsmooren infolge von meist stärkeren Wasserschwankungen und Austrocknungsphasen gering, zeitweise ausgesetzt und verbunden mit starker Zersetzung. Stauwasserversumpfungsmoore entwickeln sich auf bindigem Untergrund wie z. B. dicht gelagerten fossilen Auentonen. Der eutrophe Charakter dieser Standorte ist durch starke Mineralisierungsprozesse während längerer Austrocknungsphasen im Spätsommer bedingt (vgl. SUCCOW & JOOSTEN 2001).

Nach bodenkundlichen Untersuchungen von RIEK & STROHBACH (2004) weisen die Torfe im Oberspreewald in der Regel mittlere bis sehr starke Zersetzungsgrade auf. Infolge lang anhaltender Austrocknungsphasen und Grundwasserabsenkungen entwickeln sich die organogenen Böden gegenwärtig in vielen Bereichen zu Moorgleyen und Anmoorgleyen. Die ehemals semi-terrestrischen Böden wiederum nehmen zugunsten terrestrischer Böden, wie Braunerde und Übergängen zum Podsol, flächenmäßig ab und es ist nach VÖTT (2000) eine räumliche Verschiebung der Bodengesellschaften zur Aue hin zu beobachten.

### **Böden der Monitoringflächen**

Die auf den ÖUB-Flächen vorgefundenen Böden repräsentieren in etwa das oben beschriebene Spektrum der im Spreewald in Abhängigkeit von Feuchteregime und geologischem Ausgangsmaterial verbreiteten Bodentypen und Standortsformen. Die untersuchten Böden reichen von Niedermooren (Flächen SW0801 und SW0802) über Moorgleye (Flächen SW0803, SW0804 und SW0805) und einen Anmoorgley (Fläche SW0806) bis hin zu einer podsoligen Braunerde (Fläche SW0808) (vgl. Tab.5.2-2).

Tab. 5.2-2: Kurzcharakterisierung der Böden

Fläche	Bodenform	Zustand des Torfkörpers (Erhebung 2009)
SW0801	Niedermoor aus Torf über Mudde und Schwemmsand	mittel bis stark zersetzte Torfe (Oberboden H5-H6, Unterboden H9) bis ca. 40 cm Tiefe
SW0802	Niedermoor aus Torf über Mudde und Schwemmsand	mittel bis sehr stark zersetzte Torfe (H5-H10) bis ca. 30 cm Tiefe
SW0803	Moorgley aus Torf über Tonmudde (Klock) und Schwemmsand	Insgesamt sehr stark zersetzter Torfkörper (H10) bis ca. 40 cm Tiefe
SW0804	Moorgley über Mudde und Schwemmsand	sehr stark zersetzter Torfkörper (H9-H10) mit kleinräumig variierender Mächtigkeit (Rabatten)
SW0805	Moorgley aus Torf über Schwemmsand	sehr stark zersetzter Torfkörper (H10) bis ca. 30 cm Tiefe, kleinräumig variierende Mächtigkeit (Rabatten)
SW0806	Anmoorgley aus Torf über Tonmudde (Klock) und Schwemmsand	vererdeter Torfkörper bis ca. 30 cm Tiefe
SW0807	keine bodenkundliche Untersuchungen aufgrund von Munitionsbelastung	
SW0808	podsolige Braunerde aus Sand mit Rohhumus	keine Torfe, terrestrischer Standort

Die im Rahmen der ÖUB-Erhebungen 2007 und 2009 im Gelände beschriebenen Bodentypen korrespondieren mit den auf diesen Standorten zeitnah erfassten Feuchtebedingungen sowie den in Kap. 5.2.1. dargelegten Auswertungen der Grundwasserflurabstände auf den ÖUB-Flächen SW0801, SW0802, SW0803 und SW0806 im Zeitraum 2000 bis 2009. Während sich die Mächtigkeit der Torfkörper bei allen Standorten auf etwa 30 – 40 cm beläuft, unterscheiden sich die Böden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt vor allem hinsichtlich der Zersetzungsgrade der jeweiligen Torfhorizonte.

Die Analysen der Grundwasserganglinien weisen für Fläche SW0806 im Vergleich zu den anderen Erlenbruchwaldflächen deutlich größere Flurabstände aus (Kap. 5.2.1.). Der Grundwasserflurabstand dieser Fläche variiert im Bereich von -0,72 m (Vegetationszeit) bis -0,55 m Tiefe (Nicht-Vegetationszeit). Bodengenetisch wurde hier dementsprechend ein Anmoorgley mit einem ca. 30 cm mächtigen vererdeten Torfkörper angesprochen (vgl. Abb. 5.2-3).

Dagegen weisen die Flächen SW0801, SW0802 und SW0803 bodengenetisch mit Niedermoor bzw. Moorgley auf feuchtere Standortsbedingungen hin. Ganzjährig hoch anstehendes Wasser und Sauerstoffmangel verhindern bzw. reduzieren hier die Mineralisation der Torfschichten. Die Auswertungen der Grundwasserganglinien ergaben, dass das Grundwasser auf diesen Flächen außerhalb der Vegetationszeit nur wenige Zentimeter unter Flur steht und auch in der Vegetationszeit durchschnittlich nur um ca. 25 cm absinkt (vgl. Kap 5.2.1.). Diese Flächen stellen sich bezüglich ihres mittleren Grundwasserstandes und auch hinsichtlich der Ausprägung sommerlicher Austrocknungsphasen im zugrundeliegenden Messzeitraum (2000 - 2009) als sehr ähnlich dar. Die Bodenuntersuchungen weisen indes auch bei diesen Flächen auf Feuchteunterschiede, wobei der Wassereinfluss in der Reihenfolge der Flächen SW0801 > SW0802 > SW0803 abnimmt. Auf Fläche SW0801 finden sich die geringsten Mineralisationsgrade der Torfe. Im Oberboden sind hier *mittlere*, im Unterboden *starke* Zersetzungsgrade zu verzeichnen. Auf Fläche SW0802 sind die Torfzersetzungsgrade *mittel* bis *sehr stark* und auf Fläche SW0803 durchgehend *sehr stark*, was auf längere sommerliche Austrocknungsphasen mit sich anschließender erhöhter Torfmineralisierung hindeutet. In Übereinstimmung hiermit tritt auf Fläche SW0803 der vergleichsweise stärkste Abfall des Grundwasserstandes während der Vegetationszeit auf (Kap. 5.2.1.).



Bei den nicht mit Grundwassermessstellen ausgestatteten Flächen SW0804 und SW0805 wurde bei den bodenkundlichen Aufnahmen die Tiefenlage des freien Wassers bei durchschnittlich 40 – 50 cm ermittelt. Diese Böden nehmen also hinsichtlich des Feuchteregimes eine Zwischenstellung ein zwischen den nassen Niedermoorstandorten (SW0801, SW0802) und dem deutlich trockeneren Anmoor (SW0806). Sie wurden als Moorgleye mit ebenfalls *sehr stark* zersetzten Torfkörpern und aufgrund der Rabattenkultur gestörtem Profilaufbau angesprochen.

Gänzlich ohne Grundwassereinfluss ist die Buchenfläche SW0808 im Unterspreewald. Unter den gegebenen Bedingungen entwickelte sich auf dem vergleichsweise sehr nährstoffarmen Ausgangsmaterial eine podsolige Braunerde, die eine mächtige Humusaufgabe aufweist. Die Humusform wurde als Rohhumus angesprochen und ist damit schlechter als anhand der aktuellen Bestockung zu erwarten ist. Aufgrund des möglicherweise munitionsbelasteten Oberbodens konnte auf dieser Fläche nur eine eingeschränkte Probennahme und Bodenansprache erfolgen. Die Geländebefunde sollten nach der Räumung der Fläche an weiteren Bodenschürfen hinsichtlich ihrer Flächenrepräsentativität überprüft werden.

Wegen der erheblichen Gefahr der Munitionsbelastung musste auf Fläche SW0807 gänzlich auf bodenkundliche Untersuchungen verzichtet werden.

Zeitliche Unterschiede bei den Zersetzungsgraden als Hinweis auf Tendenzen des Moorzustandswandels können anhand der Erhebungen von 2007 und 2009 nicht nachgewiesen werden. Für die Aufnahme 2000 fehlen diese Angaben. Lediglich bei Fläche SW0804 wurden 2009 merklich höhere Zersetzungsgrade (H9-H10) als 2007 (H7) angesprochen. Dies dürfte durch kleinräumige Variabilität erklärbar sein, könnte allerdings auch das Ergebnis bewirtschaftungsbedingt erhöhter Mineralisation auf dieser aufwachsenden Rabattenfläche sein. Im Zuge der weiteren Erhebungen sollte dieses überprüft werden.

**Abb. 5.2-3: Bodenprofil Fläche SW0806**

### 5.2.2.1. Bodenphysikalische Eigenschaften

Im Rahmen der ÖUB-Wald sind mit Ausnahme der Bodenansprache mittels Fingerprobe keine weiteren bodenphysikalischen Untersuchungen vorgesehen. Diesbezüglich wird auf Bodenanalysen von STROHBACH & RIEK (2003) im Oberspreewald (Revier Schützenhaus) verwiesen. Danach zeichnen sich die im Unterboden auftretenden feinporigen Substrate („Klock“, Auenton) durch gesättigte Wasserleitfähigkeiten von weniger als 0,1 m/d aus und bewirken den lang anhaltenden Rückstau der Niederschläge sowie eine anhaltende Aufsättigung der Torfe. Selbst geringmächtige Bänder des Auentons von 2 - 5 cm stellen eine deutliche Sperre für Sickerwasser dar. Dies erklärt, dass im Frühjahr und nach sommerlichen Starkniederschlägen in den Erlenbeständen teilweise trotz deutlich unter Flur liegender Grundwasserstände über längere Zeit anstehendes Stauwasser festzustellen ist.

Nach den bodenphysikalischen Analysen an Torfproben besitzen die ungestörten Moore im Revier Schützenhaus im Vergleich zu Literaturangaben (SCHWÄRZEL et al. 2002; SCHINDLER et al. 2003) relativ günstige hydraulische Eigenschaften. Infolge forstlicher Tätigkeit bei der Holzernte sowie durch Entwässerung und damit verbundener Torfmineralisierung verschlechtert sich die Wasserleitfähigkeit jedoch, wodurch die

betroffenen Torfe selbst als Stauer wirksam werden und Niederschläge vor allem nach vorausgegangenem Austrocknung über einen längeren Zeitraum zurückhalten können.

Die Bodenprofile der ÖUB-Flächen SW0804 und SW0805 sind bewirtschaftungsbedingt stark gestört. Durch die Anlage von Rabattenpflanzungen vor ca. 20 Jahren wurden die natürlichen Bodenschichten nachhaltig und am Bodenprofil deutlich erkennbar verändert. Die Übersandung der Torfkörper im Zuge der Rabattenkultur führt zu veränderten physikalischen Eigenschaften der oberen Bodenhorizonte. Der Wasserrückhalt der humosen Decksande ist deutlich geringer als bei den Torfen; die für den Landschaftswasserhaushalt bedeutende „Schwammfunktion“ der Moorböden wird durch die Übersandung somit eingeschränkt. Die übersandeten Torfe im Unterboden zeigen nach den Untersuchungen von RIEK & STROHBACH (2003, 2004) allerdings keine gravierenden Unterschiede zu den oberflächlich anstehenden Torfkörpern, so dass von einer konservierenden Wirkung der Sanddeckschicht auf die Torfe auszugehen ist, wenn im Unterboden anstehendes Grund- und Stauwasser die weitere Zersetzung verhindert.

Auf den ÖUB-Flächen SW0801 und SW0802 hat in den vergangenen mehr als 100 Jahren seit der Bestandesbegründung eine Nivellierung des Oberbodens durch Erosions-, Verlandungs- und Vertorfungsprozesse stattgefunden, so dass der heutige Profilaufbau vergleichsweise ungestört erscheint.

#### 5.2.2.2. Ausprägung bodenchemischer Eigenschaften

Auf den ÖUB-Flächen wurden tiefenstufenweise pH-Werte, C- und N-Gehalte sowie austauschbare Kationen (Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn, H) laboranalytisch bestimmt. Die Bewertung und Interpretation der bodenchemischen Eigenschaften kann zum einen anhand gängiger Bewertungsrahmen für Waldböden (vgl. RIEK & WOLFF 2007) und zum anderen durch die vergleichende Einordnung in das Gesamtkollektiv einer größeren Inventurstichprobe erfolgen. Ein solches Datenkollektiv steht mit der jüngsten Waldbodenzustandserhebung in Brandenburg (BZE-2) zur Verfügung (RIEK 2009). In den folgenden Darstellungen werden die im Spreewald ermittelten Bodenkennwerte den für das flächenrepräsentative 8x8 km BZE-Raster (160 Erhebungspunkte) vorliegenden Daten gegenübergestellt. Außerdem erfolgt in den weiteren Abbildungen ein Vergleich mit den Daten von ÖUB-Flächen der Biosphärenreservate Elbe und Schorfheide-Chorin, für welche entsprechende Angaben aktuell verfügbar sind.

Anhand des pH-Wertes und der Basensättigung lässt sich der Säure-Basenzustand der untersuchten Böden kennzeichnen. Abb. 5.2-4 zeigt anhand von Streudiagrammen die Basensättigungsgrade und pH(KCl)-Werte in 0-10 cm Tiefe für die ÖUB-Flächen im Spreewald und für die BZE-Stichprobe. Der entsprechende Vergleich mit den Werten der ÖUB in den Biosphärenreservaten Elbe und Schorfheide-Chorin erfolgt anhand von Abb. 5.2-4 und in Form von Boxplot-Darstellungen zusätzlich für die Tiefenstufen 10-30 cm und 30-60 cm in Abb. 5.2-5 und Abb. 5.2-6.

Die pH-Werte im Oberboden variieren zwischen 2,9 und 5,7 und liegen damit im Bereich von *äußerst sauer* bis *mittel sauer*. Die höchste Azidität (pH 2,9) ist auf dem terrestrischen Sandstandort der Fläche SW0808 zu verzeichnen. Der Oberboden ist anhand dieses pH-Wertes dem Eisen-Pufferbereich zuzuordnen. In der Humusaufgabe wird sogar ein pH-Wert von 2,7 erreicht. Durch die starke Bodenversauerung kommt es hier zur Verdrängung säureintoleranter Pflanzenarten und möglicherweise Feinwurzelschäden an Bäumen bedingt durch toxische Konzentrationen von Kationensäuren im Wurzelraum.

Ebenfalls *sehr stark saure* Bedingungen weist der semi-terrestrische Standort der Fläche SW0806 mit pH 3,7 bzw. pH 3,8 auf. Der Oberboden ist somit dem Aluminium-Eisen-Pufferbereich zuzuordnen. Auch hier kommt es durch Verdrängung von säureintoleranten Arten zur Einschränkung der Biodiversität.

Die feuchteren organischen Standorte befinden sich indes alle im Austausch- oder Silikatpufferbereich, so dass Beeinträchtigungen der Pflanzen durch Kationsäuren in der Rhizosphäre keine Rolle spielen dürften.

Der Aziditätszustand spiegelt sich auch in den Basensättigungsgraden wider. Diese variieren zwischen 23 % (Bewertung: *mittel*) auf der podsoligen Braunerde von Fläche SW0808 und 97 – 100 % auf den Niedermooren und Moorgleyen der Flächen SW0801, SW0802, SW0803, SW0804 und SW0805. Mit Werten von 76 % (2007) bzw. 92 % (2009) nimmt der Anmoorgley der Fläche SW0806 eine mittlere Stellung ein und ist als *basenreich* einzustufen. Die Bewertung der Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung auf der Grundlage der vorhandenen basischen Kationen reicht von *mäßig* (Fläche SW0808) über *hoch* (Fläche SW0807 im Jahr 2007) bis *sehr hoch* (restliche Flächen).

Der Vergleich mit der BZE-Stichprobe Brandenburgs verdeutlicht, dass sich die untersuchten Feucht- und Nassstandorte der ÖUB ganz am Rande des Gesamtkollektivs brandenburgischer Waldböden befinden und somit hinsichtlich des Säure-Basenzustandes eher ausgefallene Standorte repräsentieren (Abb. 5.2-4). Typischer für das Gesamtkollektiv ist der terrestrische Standort der Fläche SW0808. Auffällig ist hier, dass der Basensättigungsgrad gegenüber dem brandenburgischen Durchschnittswert auffällig erhöht, der pH-Wert indes deutlich unterdurchschnittlich ausgeprägt ist. Somit nimmt auch diese Fläche gegenüber den verbreiteten Waldstandorten Brandenburgs eine Sonderstellung hinsichtlich des Säure-Basenzustandes ein.

Vergleicht man die pH-Werte und Basensättigungen mit denen der ÖUB-Flächen in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin und Elbe so zeigt sich zu letzteren die größere Ähnlichkeit (Abb. 5.2-5). Die Werte der beiden Parameter sind jedoch über alle untersuchten Tiefenstufen im Spreewald bei gleichzeitig geringerer Streuung noch extremer ausgebildet (Abb. 5.2-6 und 5.2-7). So liegen die Basensättigungen bei den hydromorphen Standorten des Spreewaldes sogar über den Werten der ÖUB-Flächen des Biosphärenreservats Elbe, welche aufgrund des basenreichen Überflutungswassers generell sehr gut mit Basen versorgt sind.

Die hohen Basensättigungen bei den Spreewaldstandorten können auf Basenfreisetzung infolge der Torfmineralisation zurückgeführt werden. Chemische Untersuchungen zur Wasserqualität im Revier Schützenhaus von RIEK & STROHBACH (2003, 2004) lassen es in diesem Zusammenhang wahrscheinlich erscheinen, dass akkumulierte Stoffe aus atmogenen Flugascheneinträgen, die im Zuge der Torfmineralisierung freigesetzt werden von Bedeutung für das aktuelle Stoffflussgeschehen sind. Bei den betroffenen Standorten ist von einem starken Stoffexport aus den Flächen in die Vorfluter auszugehen. In den teilweise extrem hohen pH-Werten im Stauwasser (pH > 8) könnte nach RIEK & STROHBACH eine der Ursachen für die phytopathogene Belastung (Phytophthora) der Erlen bestehen.

Eine leichte Basenverarmung zeigt sich indes entsprechend der niedrigeren pH-Werte auf der besser durchlüfteten vergleichsweise trockeneren Spreewaldfläche SW0806. Die Basensättigung ist hier aber höher als auf den terrestrischen ÖUB-Flächen im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin und auch höher als auf den meisten BZE-Standorten mit vergleichbar geringen pH-Werten (Abb. 5.2-4).

Die Schwankungen der Werte zwischen den Jahren 2007 und 2009 sind auf allen Flächen geringfügig und dürften im Bereich der durch kleinräumige Variabilität bedingten Variation bodenchemischer Merkmale liegen. Lediglich bei Fläche SW0806 treten hinsichtlich der Basensättigung bzw. prozentualen Belegung des Austauschers mit basischen Kationen merkbare Unterschiede zwischen 2007 und 2009 auf. So nahm die Basensättigung in 0-10 cm Tiefe von 76% auf 92% und in 10-30 cm Tiefe von 87% auf 94% zu, was auf eine Erhöhung insbesondere der austauschbaren Mg- und Ca-Anteile zurückzuführen ist. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist die Ursache dieser Beobachtung in der zwischenzeitlich erfolgten Durchforstung mit Rückschnitt der Traubenkirsche zu sehen, wodurch es infolge des erhöhten Lichteinfalls zu Mineralisation und Nährstofffreisetzung gekommen sein dürfte.

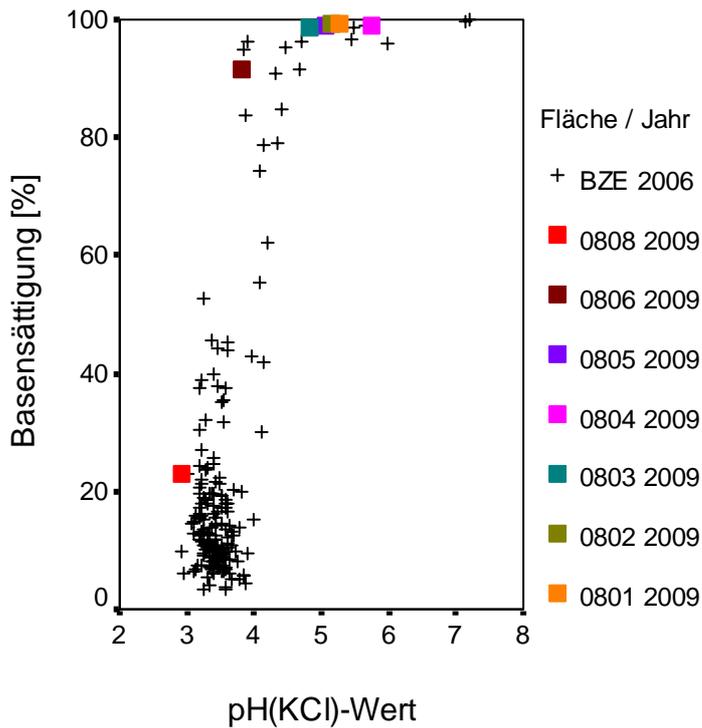
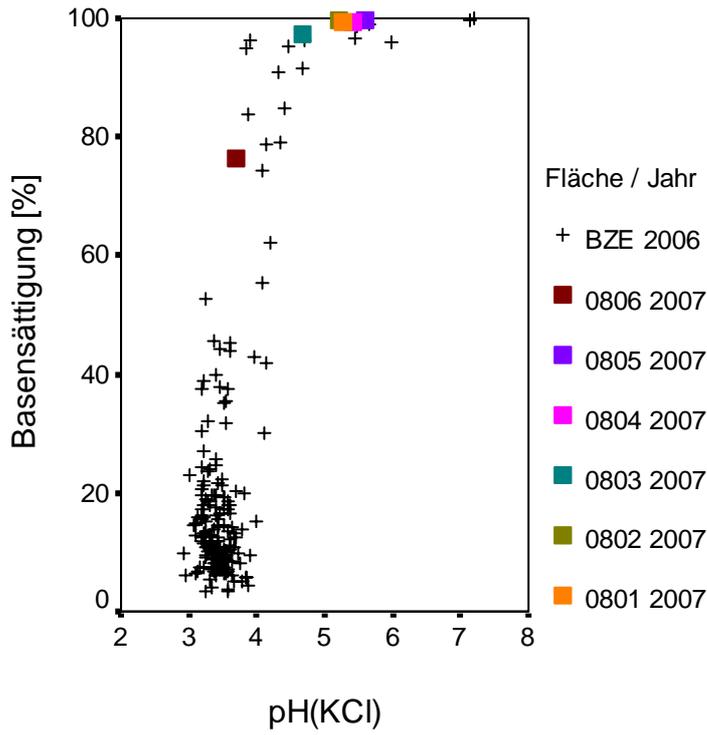


Abb. 5.2-4: Streudiagramme der pH(KCl)-Werte und Basensättigungen in 0-10 cm Tiefe für die ÖBÜ-Flächen im Spreewald (Erhebungen 2007 und 2009) im Vergleich zur BZE-Stichprobe von Brandenburg

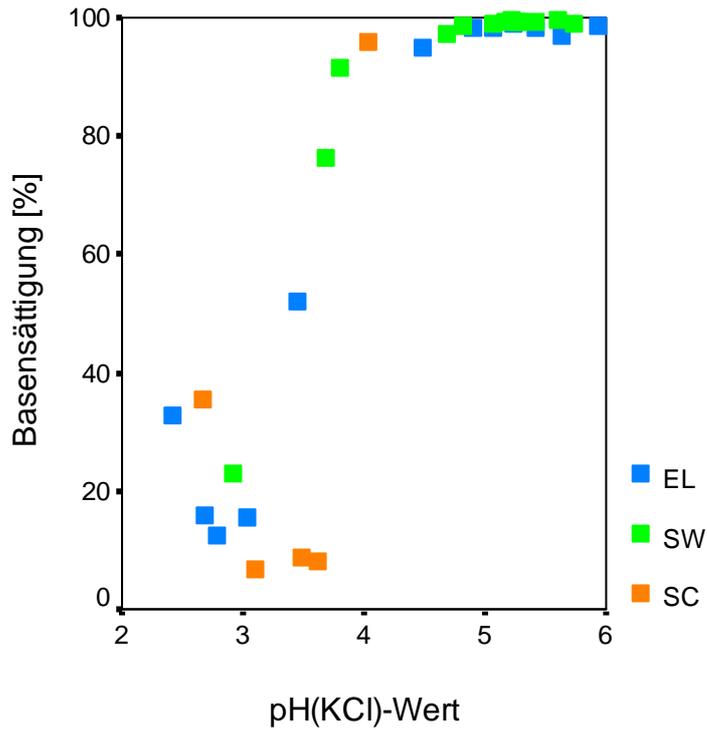


Abb. 5.2-5: Streudiagramme der pH(KCl)-Werte und Basensättigungen in 0-10 cm Tiefe von allen ÖUB-Flächen (Erhebungen 2007 und 2009); differenziert nach den Biosphärenreservaten Elbe (EL), Spreewald (SW) und Schorfheide-Chorin (SC)

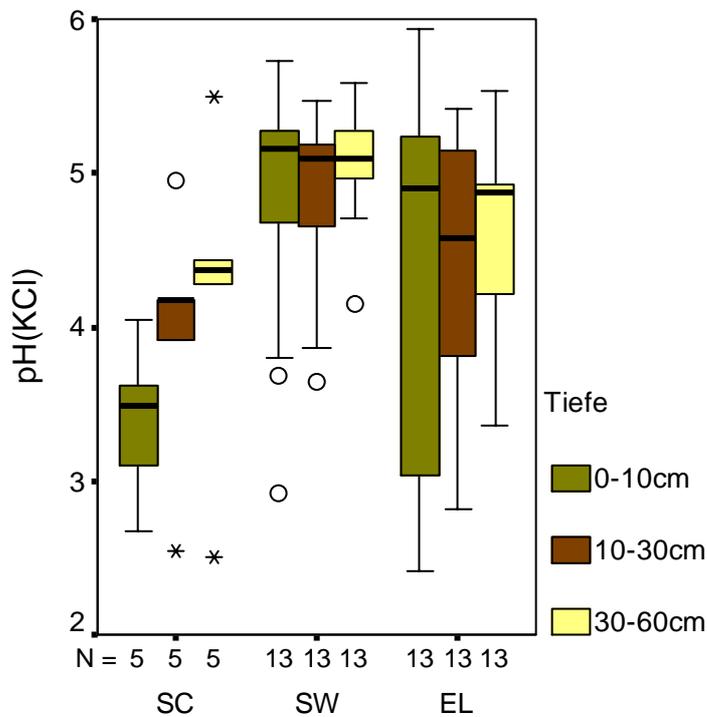
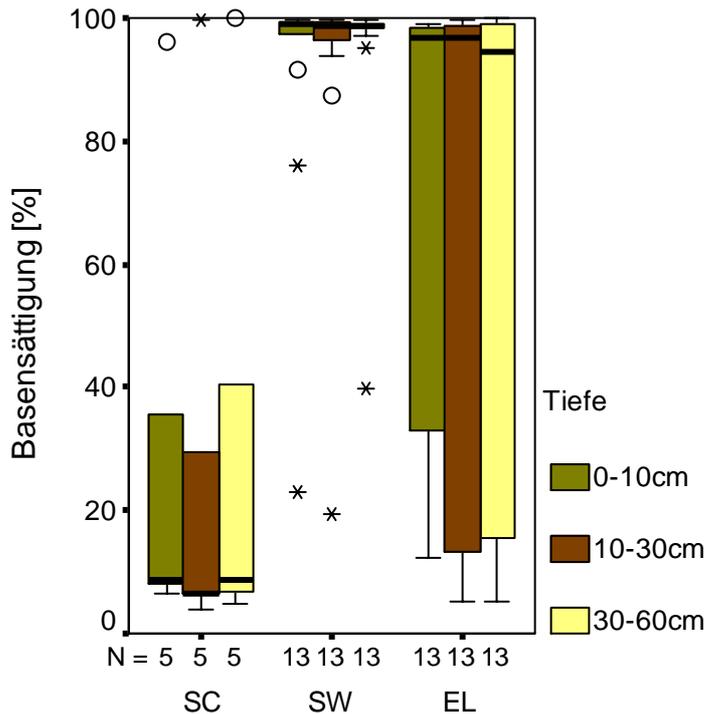


Abb. 5.2-6: Boxplots aller in 2007 und 2009 aufgenommenen pH(KCl)-Werte auf ÖUB-Flächen in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin (SC), Spreewald (SW) und (Elbe) differenziert nach der Beprobungstiefe



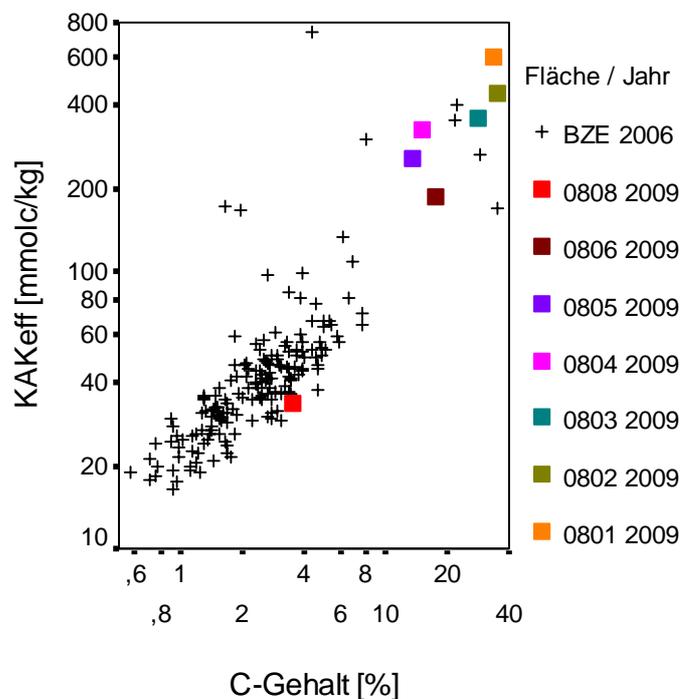
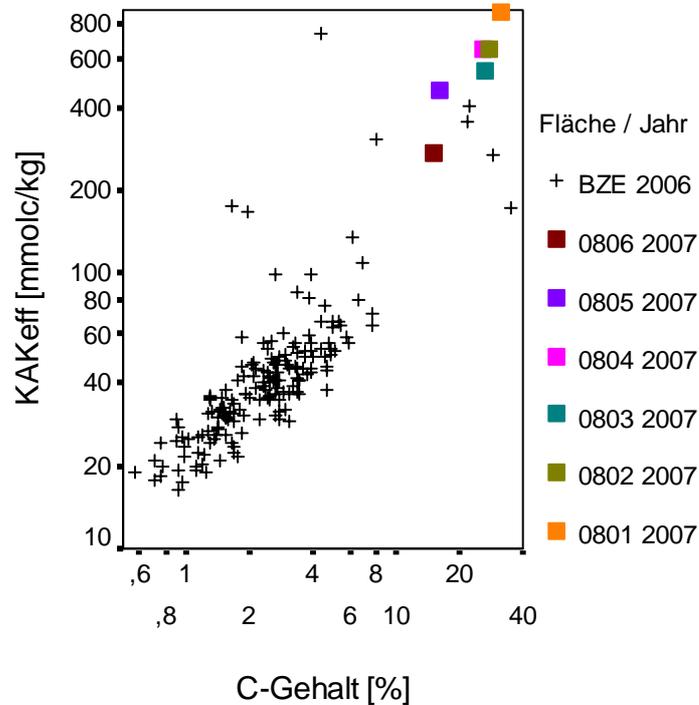
**Abb. 5.2-7: Boxplots aller in 2007 und 2009 aufgenommenen Basensättigungen auf ÖUB-Flächen in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin (SC), Spreewald (SW) und (Elbe) differenziert nach der Beprobungstiefe**

Die Kohlenstoffgehalte der Böden spiegeln den Gehalt an organischer Substanz wider. Dieser wirkt sich vor allem bei den tonmineralarmen Bodenhorizonten unmittelbar auf die Höhe der Kationenaustauschkapazität aus. Zwischen beiden Kennwerten besteht eine annähernd lineare Beziehung (Abb. 5.2-8 und 5.2-9). Im Vergleich zum BZE-Kollektiv befinden sich die Kationenaustauschkapazitäten der Spreewalddaten tendenziell oberhalb der Ausgleichsgeraden, was vor allem auf die bei den Spreewaldböden zusätzlich als Austauscher wirksamen Tonminerale zurückzuführen sein dürfte (Abb. 5.2-9).

Insgesamt liegen die C-Gehalte bei minimal 3,5 % (Fläche SW0808) und Werten zwischen 27 – 35 % (Flächen SW0801, SW0802, SW0803). Das Spektrum variiert mithin zwischen *stark humosen* Mineralböden (Humusgehalt 5-10%, C-Gehalt ca. 3-6%) und Torfen (Humusgehalt > 30%, C-Gehalt > ca. 18%). Die Kationenaustauschkapazität des Oberbodens bewegt sich zwischen dem als *gering* einzustufenden Wert von 33,5 mmolc/kg auf Fläche SW0808 und *hohen* (> 240 mmolc/kg) sowie *sehr hohen* (> 480 mmolc/kg) Werten, die auf allen anderen Flächen mit Ausnahme von Fläche SW0806 (Aufnahme 2009) auftreten.

Erwartungsgemäß fällt unter den nicht terrestrischen Standorten die gut durchlüftete Fläche SW0806 durch vergleichsweise geringe C-Gehalte und eine entsprechend reduzierte Kationenaustauschkapazität auf. Entsprechend des Feuchtegradienten variieren die Kennwerte bei den anderen Standorten von minimalen Ausprägungen bei den Flächen SW0804 und SW0805 bis zu maximalen Werten bei den Flächen SW0801 und SW0802. Ganzjährige dauerhafte Nässe hat bei den letztgenannten Flächen (naturnahe Erlenbruchwälder) hohe Gehalte an organischer Substanz zur Folge. Sommertrocknis führt hingegen bei den anderen beiden Flächen (Rabattenhalbförste) zu Humusabbau, der sich zumindest tendenziell auch in den Messdaten der Kationenaustauschkapazität widerspiegelt. Fläche SW0803 nimmt eine mittlere Stellung ein.

Insbesondere bei vergleichender Betrachtung der Aufnahmen von 2007 und 2009 liegen die Flächen jedoch in einem so engen Spektrum bzw. unterliegen einer so hohen zeitlichen und / oder kleinräumigen Variabilität, dass erst anhand von weiteren Aufnahmen echte standörtliche Unterschiede bzw. zeitliche Trends statistisch abgesichert werden können.



**Abb. 5.2-8: Streudiagramme der C-Gehalte und Kationenaustauschkapazitäten in 0-10 cm Tiefe für die ÖUB-Flächen im Spreewald (Erhebungen 2007 und 2009) im Vergleich zur BZE-Stichprobe von Brandenburg**

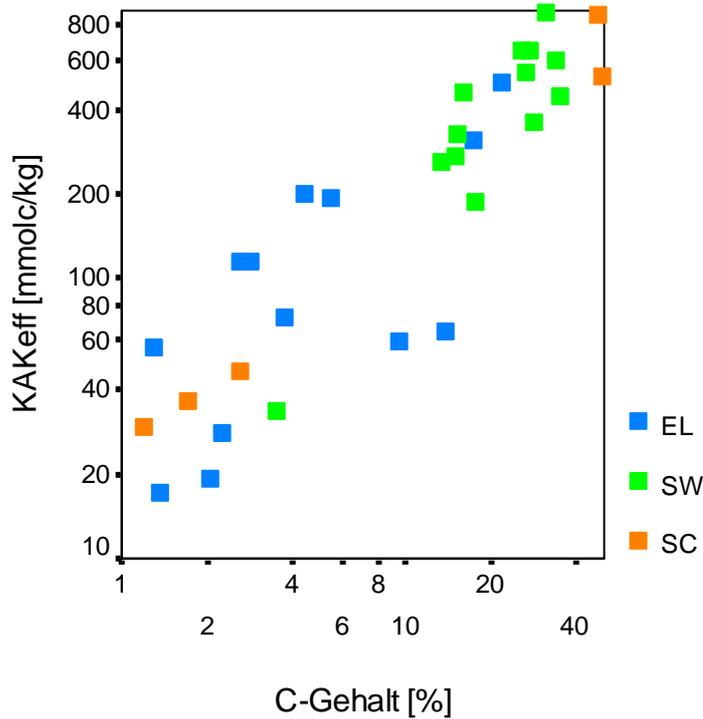


Abb. 5.2-9: Streudiagramme der C-Gehalte und Kationenaustauschkapazitäten in 0-10 cm Tiefe von allen ÖUB-Flächen (Erhebungen 2007 und 2009); differenziert nach den Biosphärenreservaten Elbe (EL), Spreewald (SW) und Schorfheide-Chorin (SC)

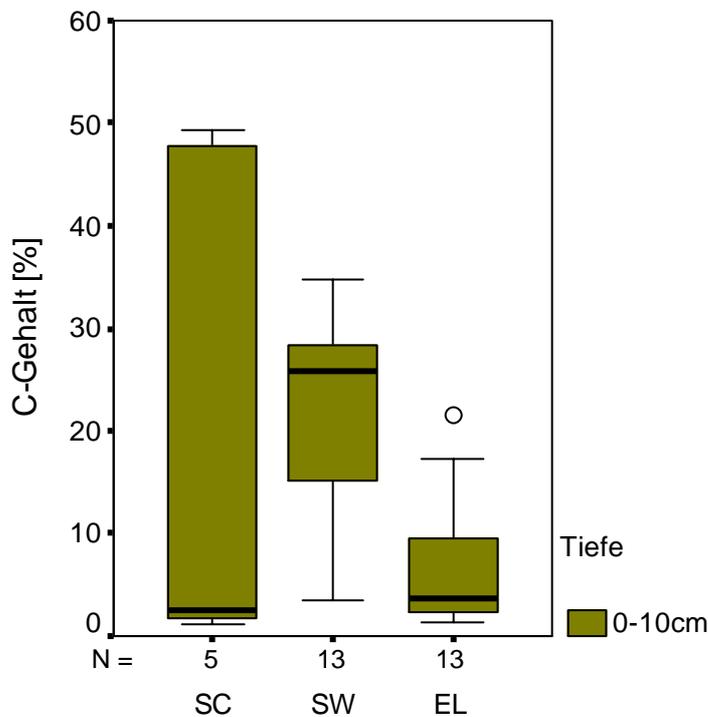
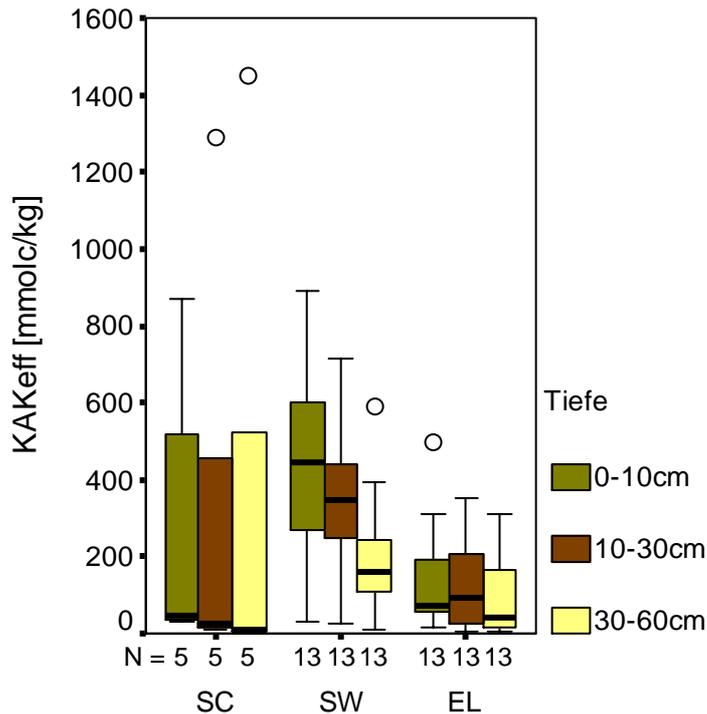


Abb. 5.2-10: Boxplots aller in 2007 und 2009 aufgenommenen C-Gehalte auf ÖUB-Flächen in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin (SC), Spreewald (SW) und (Elbe); Daten nur für Tiefenstufe 0-10 cm vorliegend



**Abb. 5.2-11: Boxplots aller in 2007 und 2009 aufgenommenen Kationenaustauschkapazitäten auf ÖUB-Flächen in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin (SC), Spreewald (SW) und (Elbe) differenziert nach der Beprobungstiefe**

Über den Stickstoffzustand der Böden gibt das C/N-Verhältnis Auskunft. Sowohl im Vergleich mit dem BZE-Kollektiv als auch in Relation zu den ÖUB-Flächen der Biosphärenreservate Elbe und Schorfheide-Chorin treten bei den Spreewaldflächen – vom terrestrischen Standort der Fläche SW0808 abgesehen – äußerst enge C/N-Verhältnisse auf. Sie liegen zwischen 12 (Fläche SW0806, Aufnahme 2009) und 17 (Fläche SW0804, Aufnahme 2007) und variieren damit in einem Wertebereich von *eng bis mäßig eng* und *mittel*. Die podsolige Braunerde der Fläche SW0808 weist hingegen mit einem Wert von 34 ein *weites bis sehr weites* C/N-Verhältnis auf. Dieser laboranalytische Befund sehr ungünstiger Umsetzungsbedingungen bestätigt somit die Geländeansprache der Humusform als Rohhumus.

Die engen C/N-Verhältnisse der grundwasserbeeinflussten Standorte weisen auf Mineralisationsprozesse hin, welche praktisch bei allen Flächen von Bedeutung sind. Auffallend ist der Anmoorgley der Fläche SW0806, wo bei extrem niedrigem pH-Wert äußerst enge C/N-Verhältnisse zu verzeichnen sind. Hier besteht eine Disharmonie zwischen diesen beiden Kennwerten, die vermutlich auf die aktuell hohe bodenchemische Prozessdynamik einerseits infolge sich verändernder hydrologischer Bedingungen und zum anderen aufgrund der vor kurzer Zeit erfolgten Durchforstung und damit verbundenen verstärkten Umbauprozesse zurückzuführen ist.

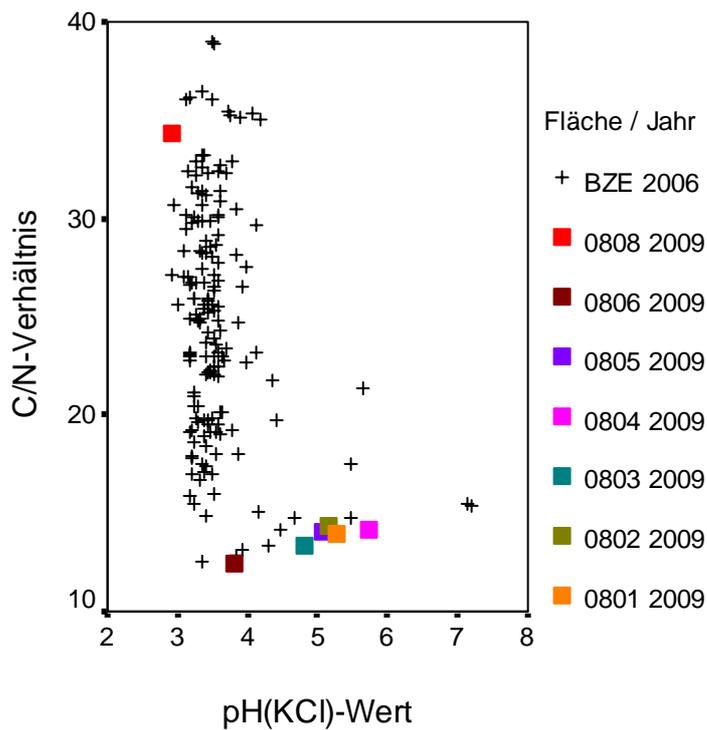
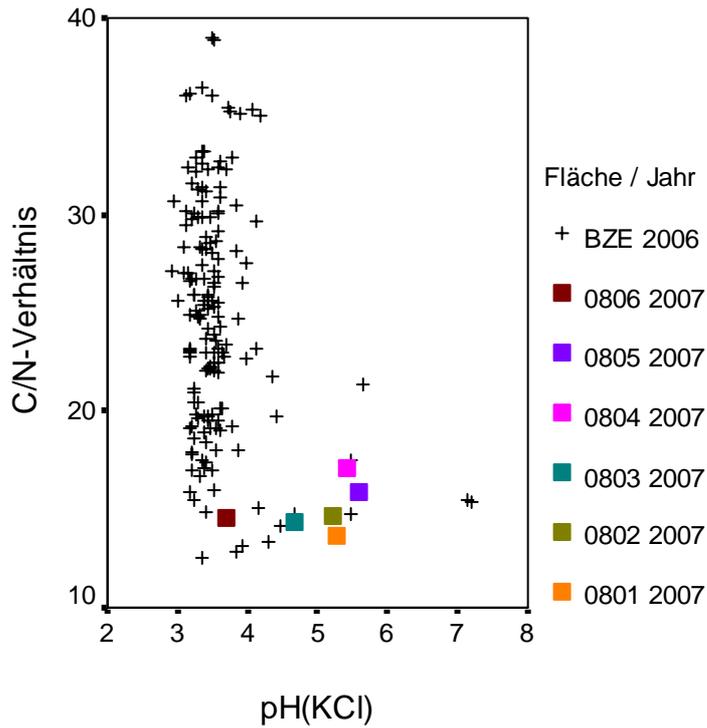


Abb. 5.2-12: Streudiagramme der pH(KCl)-Werte und C/N-Verhältnisse in 0-10 cm Tiefe für die ÖUB-Flächen im Spreewald (Erhebungen 2007 und 2009) im Vergleich zur BZE-Stichprobe von Brandenburg

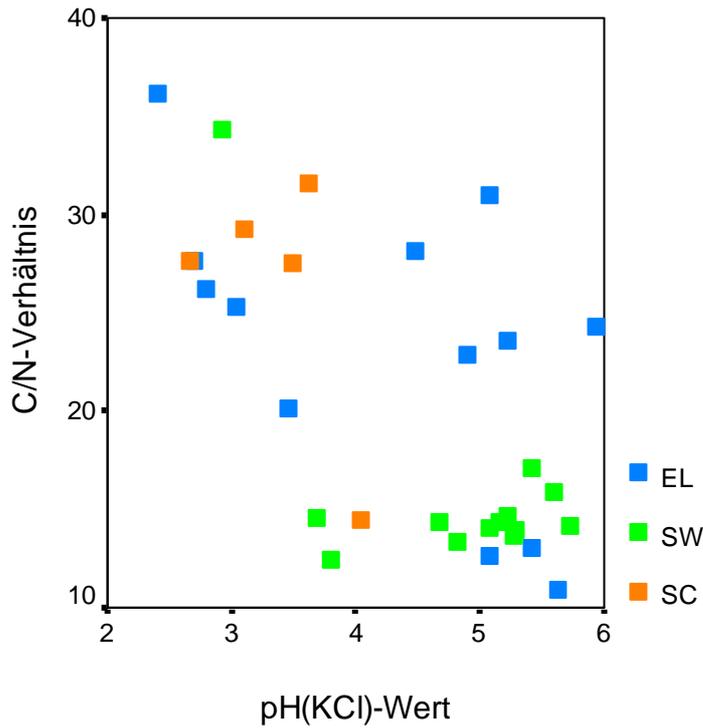


Abb. 5.2-13: Streudiagramme der pH(KCl)-Werte und C/N-Verhältnisse in 0-10 cm Tiefe von allen ÖUB-Flächen (Erhebungen 2007 und 2009); differenziert nach den Biosphärenreservaten Elbe (EL), Spreewald (SW) und Schorfheide-Chorin (SC)

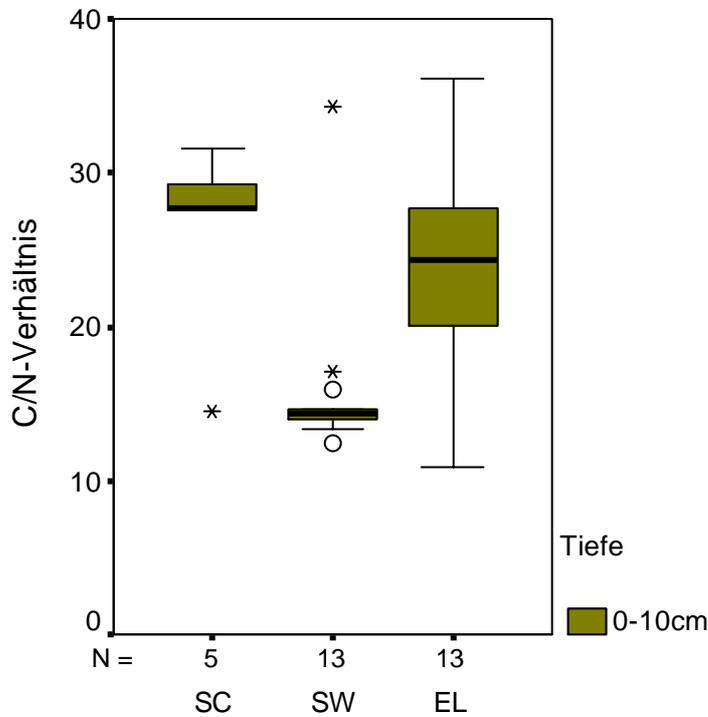


Abb. 5.2-14: Boxplots aller in 2007 und 2009 aufgenommenen C/N-Verhältnisse auf ÖUB-Flächen in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin (SC), Spreewald (SW) und (Elbe); Daten nur für Tiefenstufe 0-10 cm vorliegend

#### 5.2.2.4. Vergleich mit der Ersterhebung von 2000

Ein zeitlicher Vergleich der aktuellen ÖUB-Daten mit denen der Ersterhebung ist aufgrund einheitlicher Beprobung für die C/N-Verhältnisse und pH(KCl)-Werte möglich. Die Basensättigung bzw. Kationenaustauschkapazität wurde bei der Ersterhebung nicht untersucht. Auch für die Torfzersetzungsgrade liegen aus der Erhebung 2000 keine Angaben vor.

Einem relativ einheitlichen Trend unterliegen die C/N-Verhältnisse, welche bei den organogenen Böden abgenommen haben (Abb. 5.2-15). Die deutliche Einengung der C/N-Verhältnisse kann mit größter Wahrscheinlichkeit auf Mineralisationsprozesse und Torfabbau mit N-Freisetzung zurückgeführt werden.

Mit der Mineralisation einher geht die Freisetzung von Basen, welche sich auch im Anstieg des pH-Werts äußern kann. Dies ist insbesondere auf der Rabattenfläche SW0804 deutlich zu erkennen (Abb. 5.2-16). Der Unterschied von ca. 1,5 pH-Einheiten lässt sich hier nicht durch Effekte der kleinräumigen Bodenvariabilität erklären. Bei Fläche SW0805 werden die zukünftigen Daten zeigen, ob sich die Tendenz des zwischen 2000 und 2007 angestiegenen pH-Wertes fortsetzt. Auf den anderen organischen Standorten sind die pH-Werte indifferent bzw. blieben unverändert. Bei dem Anmoorgley der Fläche SW0806 ist im Zuge der Versauerung eine leichte pH-Abnahme zu verzeichnen.

Aufgrund der kleinräumigen Bodenheterogenität und möglicher Abweichungen bei der Beprobung durch unterschiedliche Aufnahmeteams sind diese Aussagen statistisch noch abzusichern. Für die Erfassung von Trends sind unbedingt weitere Erhebungen in regelmäßigen zeitlichen Abständen notwendig.

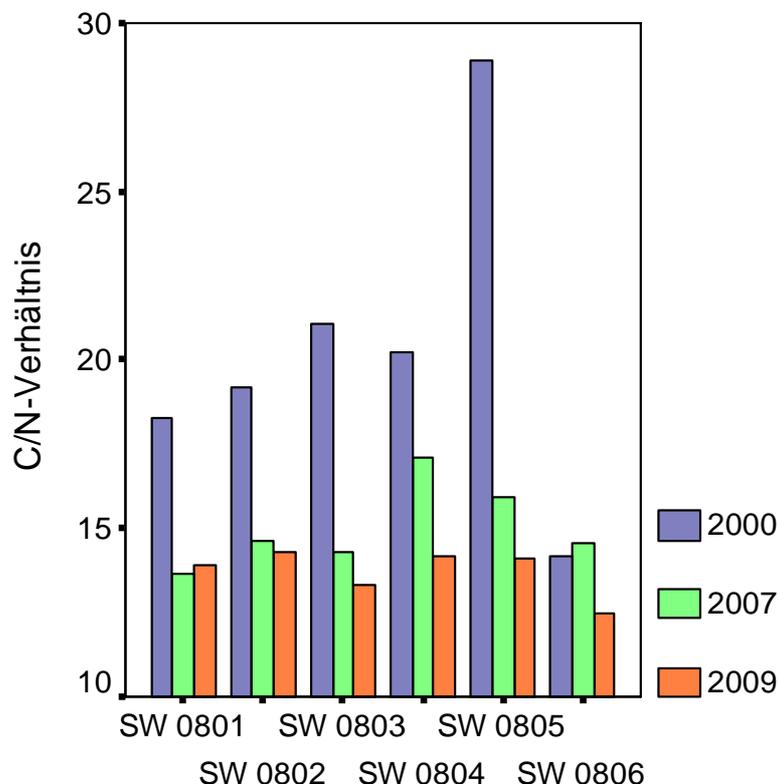


Abb. 5.2-15: C/N-Verhältnis in 0-10 cm Tiefe (Vergleich der Aufnahmen 2000, 2007 und 2009)

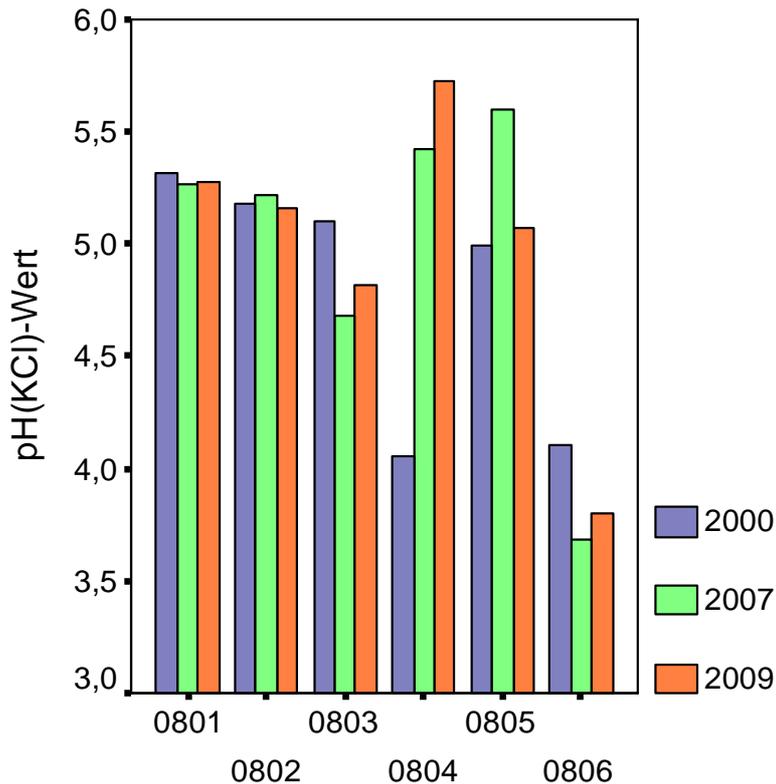


Abb. 5.2-16: pH(KCl)-Wert in 0-10 cm Tiefe (Vergleich der Aufnahmen 2000, 2007 und 2009)

### 5.2.3. Vegetation

Standörtliche Bedingungen und Veränderungen lassen sich über den Status und Veränderungen in der Zusammensetzung der Bodenvegetation abschätzen. Prinzipiell gilt hierbei, dass es bei nur wenigen Vergleichsterminen kaum möglich ist, induzierte, langfristige und gerichtete Trends (Sukzessionen) von natürlichen, ökosystemimmanenten Fluktuationen zu unterscheiden. Da sich in der Zusammensetzung der Waldbodenvegetation Standortfaktoren sowie Störeinflüsse unterschiedlicher zeitlich-räumlicher Ausprägung widerspiegeln bzw. überlagern können und die Vitalität der Arten von vielen Bedingungen abhängt, sind die Auswirkungen einzelner Einflussfaktoren oft nur schwer zu identifizieren. Erfolgen Inventuren zu einem ungünstigen Zeitpunkt, können auf einer Fläche vorhandene Arten übersehen werden, weil sie schlecht entwickelt oder bereits vergangen sind. Wird zur Bioindikation auch die Mengenentfaltungen von Arten herangezogen, beeinflussen phänologisches Stadium der Arten (Aufnahmeterrain) und subjektive okulare Schätzfehler die Aussagegüte. Untersuchungen zum Arteninventar auf den Monitoringflächen haben zudem gezeigt, dass die Größe der Vegetationsaufnahmeflächen i.d.R. nicht ausreicht, um annähernd alle gesellschaftskennzeichnenden Pflanzenarten zu erfassen („Minimumareal“). Unter Beachtung dieser Randbedingungen lassen sich aber durchaus wertvolle Hinweise aus Arteninventar, Dominanzverhältnissen, Verteilungsmuster und aus der Kenntnis der Standortspräferenzen der erfassten Arten gewinnen, um den standortsökologischen Zustand und die Dynamik der untersuchten Waldökosysteme abzuleiten.

### 5.2.3.1. Vegetationsstruktur

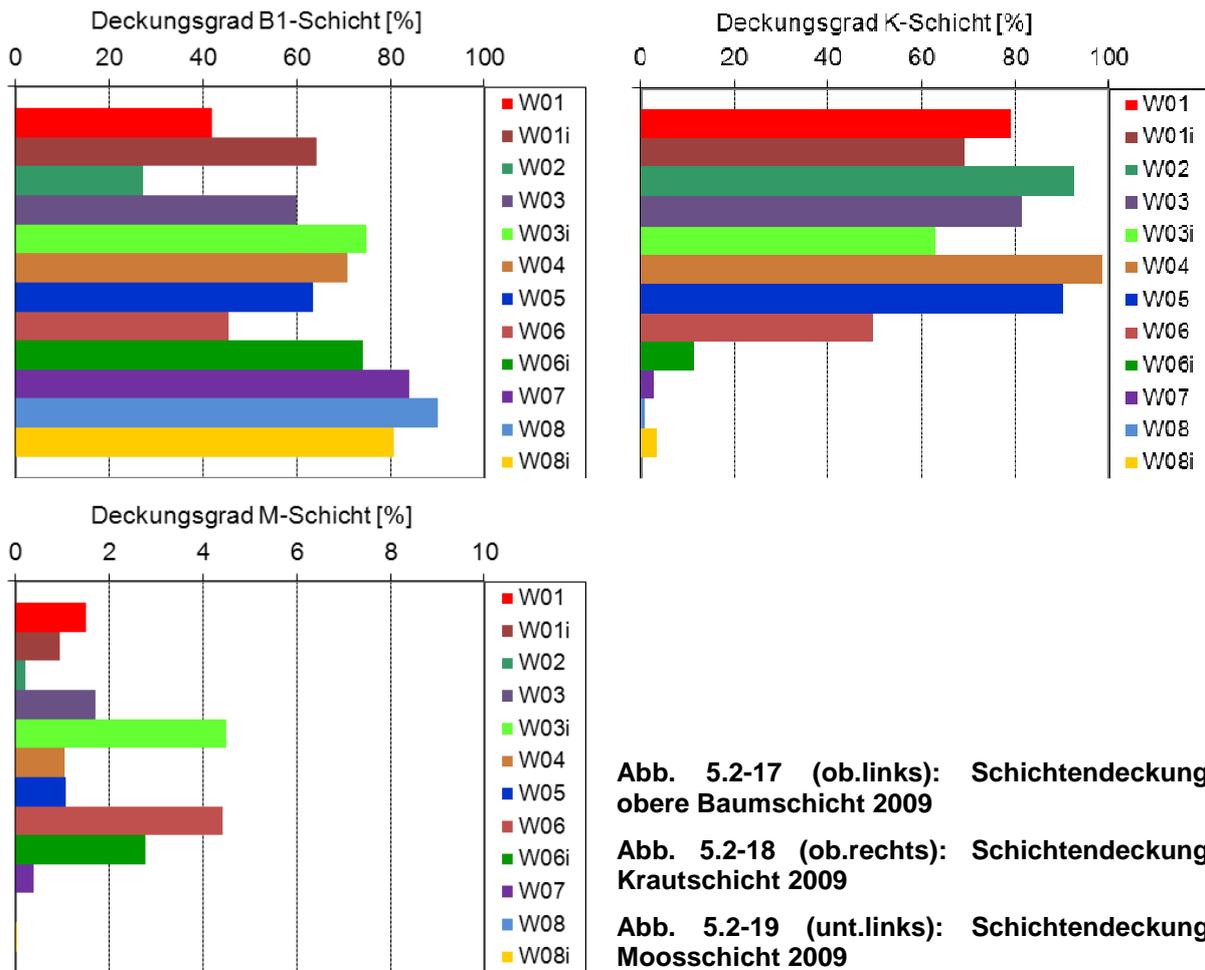
Die **obere Baumschicht (B1)** aus Erlen (Flächen SW0801-SW0806) ist lichter als eine aus Buchen gebildete Baumschicht (SW0807, SW0808, Abb. 5.2-17). Die durch den Kronenschlussgrad und die Kronentransparenz bestimmte bestandesinnere Lichtökologie hat Einfluss auf die Deckungsgrade der (nächst) niederen Vegetationsschichten.

Eine ausgeprägte **zweite Baumschicht (B2)** und charakteristische **Strauchschicht (S)** ist im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806, SW0806i) ausgebildet (keine Abb.). Er unterscheidet sich damit bereits physiognomisch von den Beständen SW0801-SW0805 auf den feuchteren Niedermoorstandorten mit tiefgründigem Torfsubstrat. Die Buchenbestände SW0807 und SW0808a/i sind im Grunde genommen einschichtig, wie das bei derartigen bodensauren, noch buchenwaldfähigen Standorten für Wirtschafts- und auch die meisten mitteleuropäischen Naturwälder der Fall ist.

Zwischen SW0801 (ungezäunt) und SW0801i (gezäunt) fallen hinsichtlich der **Gehölzstruktur** (B1, B2, S) keine größeren Unterschiede auf (ohne Abb.). Leider konnte der Verbiss im Zaun nicht über die gesamte Zeitspanne unterbunden werden, sodass möglicherweise Divergenzen entsprechend unterschiedlichen Äsungsdrucks zwischen Innen- und Außenfläche nicht ganz deutlich sind. Offenbar wirkt im Ökosystem aber vor allem Bodennässe begrenzend auf das Wachstum von Arten bzw. den Deckungsgrad der Strauchschicht, da nur bestimmte Lokalitäten, z.B. die Erlenbülte geeignete Wuchsorte für die wenigen Gehölzarten darstellen. Obwohl bei SW0803i/a bzw. SW0806i/a zum Ausgangszeitpunkt 2000 die Kronentransparenz zwischen Innen- und Außenfläche vergleichbar war, stieg in den gezäunten Flächen nicht nur der Deckungsgrad der Strauchschicht sondern auch der der oberen Baumschicht an. Er war 2009 im Zaun höher als auf den entsprechenden Außenflächen. Der Zaun um Fläche SW0808i fehlt seit längerer Zeit, sodass der vegetationswirksame Einfluss von Verbiss in diesem Moder-Buchenwald-Ökosystem nicht beurteilt werden kann.

In den Flächen SW0801 bis SW0805 einschließlich der gezäunten Varianten SW0801i und SW0803i fällt eine starke Entfaltung der **Krautschicht (K)** auf (Abb. 5.2-18). Sie ist etwa doppelt so hoch wie im Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald SW0806 mit seiner gut entwickelten unteren Baum- und Strauchschicht. In den Buchenbeständen ist sie noch stärker unterdrückt, besonders im Dunkelstadium SW0808. Die Fläche SW0808i erhält viel Licht durch das Kronendach und von der Seite her, was ein für das Ökosystem vergleichsweise üppiges Gefäßpflanzenwachstum ermöglicht.

In SW0801a/i, SW0803a/i, SW0804, SW0805 und SW0806a/i ist die **Moosschicht (M)** gut ausgebildet (Abb. 5.2-19). In SW0802 verhindert die starke Entfaltung der Krautschicht aus *Carex acutiformis* – die ihrerseits von der sehr schütterten B1-Schicht profitiert – das Wachstum von Moosen. Aufgrund des starken Streuaufkommens sind ohne Windverhagerung die Etablierungschancen mineralbodenbesiedelnder Moose in den Buchenwäldern gering (ELLENBERG 1996), in der nicht gezäunten Fläche SW0808 im dunklen Bestandesinneren fehlen sie daher vollständig.



**Abb. 5.2-17 (ob.links): Schichtendeckung obere Baumschicht 2009**

**Abb. 5.2-18 (ob.rechts): Schichtendeckung Krautschicht 2009**

**Abb. 5.2-19 (unt.links): Schichtendeckung Moosschicht 2009**

Für den Vergleich der Schichtendeckungen verschiedener Aufnahmejahre wurden die Summen der Deckungsgrade der vorkommenden Arten gebildet, da bei den älteren Aufnahmen 2000 und 2003 Gesamtdeckungsgrade fehlen (ohne Abb.). Geringe Differenzen zwischen den Aufnahmetermen – insbesondere über die Zeitmarke 2005 hinweg – dürfen aufgrund des subjektiven Schätzfehlers nicht überbewertet werden. Durch eine Transformation wurde die Vergleichbarkeit der Altaufnahmen, die zwei Strauchschichten unterschied, mit den neueren Erhebungen mit der üblichen Schichtdefinition (DIERSCHKE 1994) weitgehend gewährleistet.

Im nassen Erlenbestand SW0801i waren B1- und K-Deckungsgrad im Jahr 2003 besonders niedrig. Nach einer „Erholung“ 2007 sind die Deckungsgrade genannter Schichten in 2009 wieder leicht zurückgegangen. Der niedrige K-Deckungsgrad in 2007 für die Flächen W0803a/i, SW0804 und SW0805 könnte dem innerjährlich späten Aufnahmezeitpunkt zuzuschreiben sein (vergehende Arten). Demgegenüber ist für SW0806i eine regressive Entwicklung erkennbar, die ihre Ursache in einer zunehmend dichteren unteren Baumschicht (B2) hat. Hierfür spielt nicht nur die weitere Entfaltung und Raumausfüllung der bestehenden B2-Schicht eine Rolle, sondern vor allem das Einwachsen von Gehölzen aus der S-Schicht, deren Deckungsgrad ihrerseits zurückgeht, weil durch die Beschattung nicht nur Kräuter sondern in zunehmendem Maße auch weiterer Gehölzaufwuchs unterdrückt werden. Um die sich natürlich angesamten *Quercus robur*-Exemplare zu fördern, wurden nach dem Aufnahmejahr 2007 *Prunus padus* und andere Gehölze in der Außenfläche von SW0806 zurückgeschnitten, der Deckungsgrad von S ging zurück. Durch die Behandlung konnte sich die Krautschicht wieder stärker entfalten. Die Maßnahme wurde nicht innerhalb des Zauns vorgenommen, sich einstellende floristische Unterschiede zwischen Innen- und Außenfläche können daher nicht mehr ausschließlich auf Wildverbiss zurückgeführt werden.

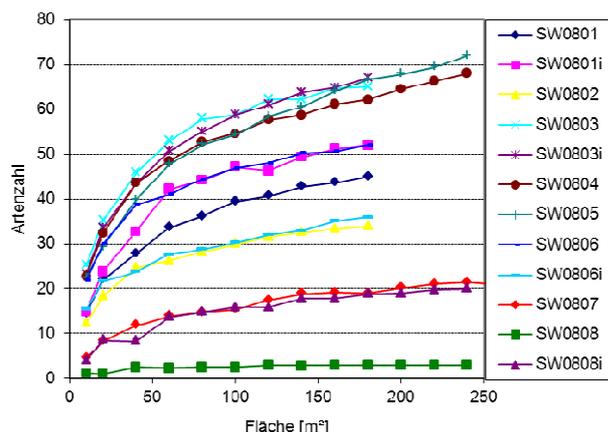
In den Buchenbeständen hat sich gegenüber der Erstaufnahme eine schütterere K-Schicht entwickelt, in SW0808 ist auch die Etablierung von Gehölzen in der unteren Baumschicht und Strauchschicht erkennbar.

### 5.2.3.2. Pflanzenartenzahlen ( $\alpha$ -Diversität) und geschützte Arten

Die auf einer Fläche (in einem Raum) vorhandene Anzahl biologischer Arten stellt die niedrigste Betrachtungsebene der Biodiversität dar und kann mit WHITTAKER als  $\alpha$ -Diversität bezeichnet werden (MÜHLENBERG 1993).

Erweitert man eine kleine Untersuchungsfläche steigt die Artenzahl zunächst rasch an, nähert sich aber irgendwann einem „floristischen Sättigungszustand“. Dieses Areal mit annähernd allen gesellschaftskennzeichnenden Pflanzenarten wird „**Minimumareal**“ genannt und stellt das kleinstmögliche, aber noch immer repräsentative Segment der Pflanzengesellschaft dar, das mit dem geringstmöglichen Arbeitsaufwand untersucht werden kann (GLAVAC 1996).

Für Wälder der gemäßigten Zone werden als Größe des Minimumareals Richtwerte zwischen 200 bis 900 m<sup>2</sup> angegeben. Erfahrungsgemäß ist das Minimumareal in bodensauren und nährstoffarmen Wäldern und Forsten größer. Sieht man vom extrem artenarmen Dunkelstadium in SW0808 im Jahr 2009 ab – wo sich eine scheinbare Artensättigung auf niedrigem Niveau einstellt – wird diese Erfahrung durch den Befund in den bodensauren Buchenbeständen SW0807 und SW0808i bestätigt (Abb. 5.2-20). Auch bei der maximalen Parzellenzahl und Flächengröße (300 m<sup>2</sup> bzw. 240 m<sup>2</sup>) steigt die Kurve noch relativ stark an, d.h. dass bei Flächenerweiterungen vermutlich immer noch relativ viele neue Arten hinzutreten können. Innerhalb der Erlenbestände erweist sich eine Flächengröße von 180 m<sup>2</sup> nur auf den feuchtesten Standorten als ausreichend um eine relativ vollständige Artenliste zu erstellen (SW0801-SW0803). Auch in den Rabattenhalbförsten und im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806 und besonders SW0806i) ist das Minimumareal größer als die jeweils maximal erfasste Dauerbeobachtungsfläche. Aus der Analyse ergeben sich Anhaltspunkte für eine Modifikation des Aufnahmeareals für eine genauere floristische Charakterisierung der Bestände. Der folgende Vergleich der Artzahlen zwischen den Beständen und Terminen steht daher unter dem Vorbehalt, nicht alle typischen Arten erfasst zu haben.



**Abb. 5.2-20: Artenzahl-Areal-Beziehungen (Mittelwerte ohne Streuung) von 10 m<sup>2</sup> (jeweils eine Aufnahme-parzelle) bis zur maximalen Aufnahme-fläche des jeweiligen Bestandes (alle Parzellen, festgestellte Gesamtartenzahl).**

Im **Flächenvergleich** stellt sich der Erlenbestand SW0805 als der artenreichste dar (2009, Tab. 5.2-3, Abb. 5.2-21). Gemeinsam mit dem Bestand SW0804 weist er auch zu den vorangegangenen Terminen die meisten Arten auf. In beiden Fällen handelt es sich um Schwarzerlen-Rabattenhalbförste, also um halbnatürliche Waldökosysteme. Die Anlage von Rabatten und Wassergräben, durch die die ursprüngliche Niedermooroberfläche umgestaltet wurde, war ein gravierender Eingriff ins Ökosystem, durch den aber auch zusätzliche Nischen geschaffen wurden, sodass nun mehr oder weniger mesomorphe

Pflanzen auf den höchsten Bereichen der Rabatten neben hydromorphen Nässezeigern und sogar flottierenden Hydrophyten (z.B. *Lemna*) in den Gräben gedeihen können. Unter den mehr oder weniger naturnahen Erlenbeständen ist der Brennessel-Schwarzerlenwald (SW0803a/i) erwähnenswert, der 65 bzw. 67 Pflanzenarten beherbergt. Neben die typischen Nässezeiger der feuchteren Großseggen-Erlenwälder (SW0801, SW0802) treten hier eine Reihe Grasartige und Krautige, die auch an trockeneren Standorten zu finden sind. Die Buchenwald-Ökosysteme beherbergen die wenigsten Arten, das Dunkelstadium des Buchenwaldes SW0808 (Außenfläche) in 2009 nur drei Arten.

Tab. 5.2-3: Artenzahlen der Bodenvegetation der ÖUB-Flächen in verschiedenen Jahren

	Erlenwald- nass SW0801/SW0801i	Erlenwald- feucht SW0802	Erlenwald trocken SW0803/SW0803i	Erlen-rabatte SW0804	Erlen-rabatte SW0805	Eschen-wald SW0806/SW0806i	Armer Buchen-wald SW0807	Mäßiger Buchen- wald SW0808/SW0808i
Aufnahmeflächen- größe	180 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>	240 m <sup>2</sup>
Artenzahl 2000	46 / 59	25	65 / 78	64	75	33 / 36	21	6 / 15
Artenzahl 2003	45 / 50	26	66 / 61	69	63	35 / 42	?	6 / 23
Artenzahl 2007	37 / 56	35	58 / 54	60	61	42 / 35	?	?
Artenzahl 2009	45 / 52	34	65 / 67	68	72	52 / 36	22	3 / 20

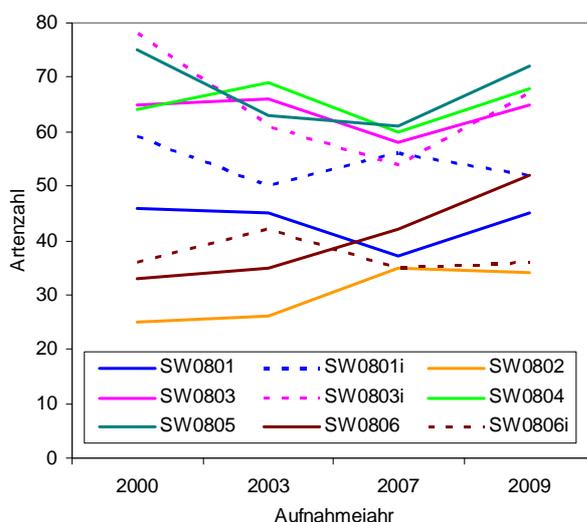


Abb. 5.2-21: Entwicklung der Artenzahl in den Erlen-/ Eschen-Beständen von 2000 bis 2009

Mit Ausnahme von Fläche SW0802 und SW0801i stieg die Artenzahl im letzten **Untersuchungsintervall** 2007-2009 an (Tab. 5.2-3, Abb. 5.2-21). Diese Tendenz begann im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) bereits 2003. Auf erwähnter Fläche SW0802 – dem *Carex*-dominierten feuchten Großseggen-Erlenwald – kam es zwar zwischen 2003 und 2007 ebenfalls zu einem Anstieg der  $\alpha$ -Diversität, sie ging seither aber wieder leicht zurück. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass im Jahr 2007 generell

oft wenig Arten gefunden wurden. Möglicherweise ist das dem ungünstigen, späten Aufnahmezeitpunkt (September/Oktober) zuzuschreiben, wodurch möglicherweise nicht mehr alle Pflanzenindividuen und -arten identifizierbar waren.

Während in SW0803a/i die Entwicklungen zwischen Außen- und Innenfläche ähnlich verlaufen, sind in den Flächen SW0801i und SW0806i die Artenzahlen im Gegensatz zu den jeweiligen Außenflächen leicht rückläufig. Im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) dürfte für diesen Trend u.a. die zunehmende Beschattung durch aufwachsende Gehölze innerhalb des Zaunes eine Rolle spielen.

In Tab. 5.2-4 sind alle **geschützten Gefäßpflanzen und Moose** mit Fundort und -jahr aufgeführt, die die aktuellen Roten Listen für Deutschland (LUDWIG & SCHNITTLER 1996) und Brandenburg (Gefäßpflanzen: RISTOW et al. 2006, Moose: KLAWITTER et al. 2002) enthalten. Bemerkenswert sind vor allem Arten, die auch in der Liste für Deutschland aufgeführt sind.

Die meisten geschützten Arten sind im Rabattenhalbforst (!) SW0805 und den Schwarzerlenbeständen SW0801, SW0801i und SW0803i anzutreffen. Innerhalb der Erlen-/Eschenwälder finden sich im seggendominierten Erlenbestand (SW0802), im Bernnessel-Erlenwald, Außenfläche (SW0803) und im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806a/i) relativ wenige geschützte Arten. Bei den Buchenwäldern ist nur *Leucobryum glaucum* für den Pfeifengras-Buchenwald (SW0807) zu erwähnen. Der Faulbaum-Buchenwald (SW0808a/i) enthält keine Rote-Liste-Arten. Mit der Breitblättrigen Sitter *Epipactis helleborine* ist hier allerdings eine unserer häufigsten Orchideen vertreten.

Wie bei der Gesamtartenzahl wurden im Jahr 2007 bei spätem Aufnahmezeitpunkt auf den Flächen tendenziell die wenigsten Rote-Liste Arten gefunden.

**Tab. 5.2-4: In den ÖUB-Flächen in den Jahren 2000 (=1), 2003 (=2), 2007 (=3) und 2009 (=4) gefundene Pflanzenarten, die in den Roten Listen für Deutschland und für Brandenburg und der FFH-Richtlinie verzeichnet sind**

	Rote Liste*		FFH	SW 0801	SW 0801i	SW 0802	SW 0803	SW 0803i	SW 0804	SW 0805	SW 0806	SW 0806i	SW 0807	SW 0808	SW 0808i
	BB	BRD													
<i>Acer campestre</i>	G									3					
<i>Angelica palustris</i>	1	2	ja		3										
<i>Brachythecium plumosum</i>	R	V								1,2					
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	G	V								1,2,4					
<i>Caltha palustris</i>	3			1,2	1										
<i>Cardamine amara</i>	3				1,3				3,4	3					
<i>Calliergon cordifolium</i>	V	V		4	1,2,4										
<i>Calypogeia muelleriana et fissa</i>	V							1,2							
<i>Chiloscyphus pallescens</i>	V			4	1,2,3,4				4	3,4					
<i>Climacium dendroides</i>	V							1,2,3,4				3			
<i>Epilobium palustre</i>	V			4					4						
<i>Fissidens bryoides</i>	V									1					
<i>Homalia trichomanoides</i>	3	V						3			4	1,4			
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	3	3								1,2,3,4					
<i>Leucobryum glaucum</i>	V	V	ja										1,4		
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	V	3		1,2,3,4	1,2,3,4	2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3	1,3,4	3,4				
<i>Pellia epiphylla</i>	V									3,4					
<i>Plagiothecium cavifolium</i>	V				1,2,3			4			2				
<i>Plagiothecium latebricola</i>	V										2				
<i>Ranunculus lingua</i>	3	3						1							
<i>Rhizomnium punctatum</i>	V			1				1							
<i>Rhodobryum roseum</i>	3	V										1			
<i>Senecio paludosus</i>	3	3					1,2			1,2,4					
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	1									4					
<i>Thelypteris palustris</i>		3		1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4					
<i>Ulmus laevis</i>	V			1,3	3	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4			
Summe 2000-2009	25	12	2	8	9	3	4	9	6	13	5	4	1	0	0
Summe 2000	19	11	1	5	7	2	4	7	3	8	1	3	1	0	0
Summe 2003	13	7	0	3	5	3	4	5	3	6	3	1	0	0	0
Summe 2007	11	5	1	3	7	3	3	5	4	8	2	2	0	0	0
Summe 2009	15	8	1	5	4	3	3	5	5	9	3	2	1	0	0

\* Kategorien: 0: ausgestorben; 1: vom Aussterben bedroht; 2: stark gefährdet; 3: gefährdet; G: Gefährdung ohne genaue Zuordnung zu einer der Kategorien; V: Vorwarnstufe; R: selten, ohne direkte Gefährdung

### 5.2.3.3. Floristische Ähnlichkeit

Für die Berechnung von Ähnlichkeiten (Affinitäten) bzw. Distanzen von Pflanzengemeinschaften eignen sich die Indices von JACCARD und von SØRENSEN (MÜHLENBERG 1993, DIERSCHKE 1994). Es wird das Verhältnis der auf beiden Flächen gemeinsam vorkommenden Arten zu den exklusiv auf den Flächen vorkommenden berechnet. Beim SØRENSEN-Index werden dabei die gemeinsamen Arten stärker gewichtet. Neben diesen qualitativen, sogen. „Präsenz-Gemeinschaftskoeffizienten“ findet gelegentlich der „Massen-Gemeinschaftskoeffizient“ nach ELLENBERG Anwendung, bei dem auch ein quantitativer Aspekt der Vegetationsausbildung einfließt, zumeist der Deckungsgrad (DIERSCHKE 1994). Mit dem ELLENBERG-Index können feinere Unterschiede oder Trends, die sich zunächst nur in der Vitalität und Ausbreitung von Zeigerpflanzen zeigen, sichtbar gemacht werden. Bei einer Zeitreihenanalyse spielt dabei die Vergleichbarkeit des phänologischen Zustandes am Aufnahmezeitpunkt eine sehr wichtige Rolle. Außerdem können mit Massen-Gemeinschaftskoeffizienten auch syntaxonomisch unbedeutende Arten unverhältnismäßig stark gewichtet werden. Die Indices von JACCARD und von SØRENSEN gelten demgegenüber als robuster. Da die Werte i.d.R. gesellschaftsspezifisch sind, können sie nicht verallgemeinert und „Ähnlichkeitsklassen“ zugeordnet werden. Beim qualitativen Vergleich (JACCARD, SØRENSEN) fanden alle Arten, unabhängig von ihrer Schichtenzugehörigkeit, jedoch jeweils nur ein Mal, Berücksichtigung; beim Massen-Gemeinschaftskoeffizienten nur die Arten der Kraut- und Moosschicht. Da sich in der Außenfläche von Bestand SW0808 aufgrund des Lichtmangels außer *Fagus sylvatica* nur zwei weitere Arten eingefunden hatten (*Sorbus aucuparia*, *Pteridium aquilinum*) wurde für den flächenübergreifenden Vergleich die gezäunte Variante SW0808i herangezogen.

Zunächst soll die floristische **Ähnlichkeit zwischen den Beständen** im Bezugsjahr 2009 betrachtet werden. Innerhalb der Erlen-/Eschen-)Bestände SW0801 bis SW0806 ergibt sich eine abgestufte floristische Ähnlichkeit (Tab. 5.2-5). Soziologisch sehr nah verwandt erscheinen die beiden feuchtesten, nicht meliorierten Flächen SW0801 und SW0802 sowie die beiden Rabattenhalbforste SW0804 und SW0805. Eine relativ große floristische Distanz herrscht zwischen dem Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) und den Schwarzerlen-Niedermoorwäldern, die sich auch systematisch in der Zuordnung zu verschiedenen Vegetationseinheiten widerspiegelt. Obwohl also die obere Baumschicht in SW0806 von *Alnus glutinosa* gebildet wird, sind die Präsenz- und Dominanzverhältnisse und pflanzensoziologischen Verbindungen in der unteren Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht qualitativ mehr oder weniger deutlich verschieden. ELLENBERG (1956, zit. in DIERSCHKE 1994) gibt für Aufnahmen einer Assoziation G<sub>3</sub> mit 25-50 % an, d.h. dass der Bestand SW0806 nach den Kriterien des BRAUN-BLANQUET-Systems immer noch relativ nah bei den Erlenwäldern steht. Aufgrund der in beiden Fällen starken *Rubus fruticosus*-Entfaltung steht bei quantitativer Betrachtung der Traubenkirschen-Eschenwald den Rabattenhalbforsten näher als den naturnahen Erlenbeständen.

Der stärkste Bruch besteht erwartungsgemäß zwischen den Erlen-/Eschenwäldern (SW0801-SW0806) einerseits und den Buchenbeständen (SW0807, SW0808) andererseits. Dabei weisen der Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) und die Buchenwälder immer noch etwas mehr gemeinsame Arten auf, als die Erlenbestände und die Buchenbestände miteinander. Trotz der geringen standörtlichen Differenz ist die floristische Ähnlichkeit zwischen beiden Buchenbeständen niedrig. Ursache ist die geringe Artenzahl und die auf der kartierten Fläche noch nicht erreichte Artensättigung. Dadurch fallen zufällig eingestreute, gesellschaftsfremde Arten überproportional ins Gewicht.

**Tab. 5.2-5: Floristische Ähnlichkeit zwischen den Flächen im Jahr 2009, Gemeinschaftskoeffizienten nach JACCARD ( $G_J$ ), SØRENSEN ( $G_S$ ) und ELLENBERG ( $G_E$ ) [%]**

		SW0802	SW0803	SW0804	SW0805	SW0806	SW0807	SW0808i
JACCARD- INDEX ( $G_J$ )  (SØRENSEN- INDEX [ $G_S$ ])	SW0801	52 (78)	48 (65)	46 (63)	48 (66)	32 (48)	2 (3)	5 (9)
	SW0802		43 (59)	39 (54)	38 (52)	23 (33)	4 (7)	6 (15)
	SW0803			57 (71)	55 (71)	36 (53)	6 (11)	7 (14)
	SW0804				68 (78)	36 (51)	3 (7)	7 (14)
	SW0805					40 (56)	4 (9)	8 (15)
	SW0806						7 (14)	13 (20)
	SW0807							34 (52)
ELLENBERG- Index (nur K- und M-Schicht) ( $G_E$ )	SW0801	98,9	85,8	91,3	93,8	27,8	0,0	0,3
	SW0802		80,1	86,7	87,1	20,7	0,1	0,0
	SW0803			88,3	88,4	19,2	0,2	0,2
	SW0804				96,5	47,1	0,1	0,2
	SW0805					41,2	0,2	0,3
	SW0806						2,3	20,7
	SW0807							41,1

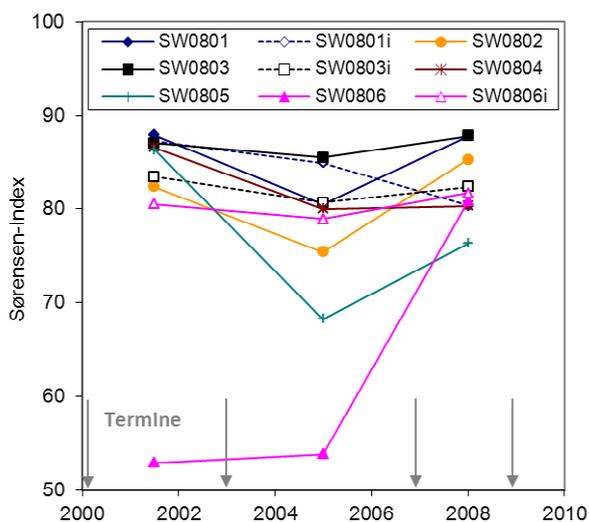
Auch die **floristische Veränderung zwischen zwei Zeitpunkten** lässt sich mit den oben genannten Indices erfassen. In diesem Fall werden mit dem SØRENSEN-Index die wiedergefundenen „Dauerarten“ stärker als mit dem JACCARD-Index gewichtet. Trotz der Problematik, bei nur wenigen Vergleichsterminen langfristige Trends zu indizieren, sollen einige Beobachtungen beschrieben und gedeutet werden.

Die Artenzusammensetzung ist im Brennessel-Erlenwald SW0803 ziemlich stabil (Tab. 5.2-6, Abb. 5.2-22). In den Beständen SW0802, SW0805 und SW0806 sind die Fluktuationen relativ groß. In artenarmen Gesellschaften wirken sich Artenzugewinn bzw. -verlust stärker auf den Ähnlichkeitsindex aus, jedoch sind die variablen Dynamiken der untersuchten Flächen nur teilweise mit ihren unterschiedlichen Artenzahlen zu erklären, wie bei SW0806 (artenreich, stabil) und SW0802 (artenarm, variabel). Insgesamt gesehen ist die floristische Ähnlichkeit zwischen 2003 und 2007 am geringsten, was auf einen synchronen Einflussfaktor hinweist, der sich auf allen Flächen auswirkt. Möglicherweise spielt hier der starke Frühjahrseinbruch des Grundwasserstandes in den Jahren 2003, 2005 und 2006 eine Rolle. Die größte Distanz zum Ausgangszustand 2000 ist nicht immer im Jahr 2009 erreicht. Das deutet auf reversible Entwicklungen, also Fluktuationen hin. Im Gegensatz dazu haben sich Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806a/i) und seggenreicher Schwarzerlenwald (SW0802) relativ weit und mehr oder weniger gerichtet vom Ausgangszustand weg entwickelt, was Folge eines Trends sein könnte. Der Bezug auf den Erstaufnahmetermine als Referenz ist allerdings willkürlich. Insgesamt ist die Zeitreihe noch zu kurz, um die Vegetationsdynamik mit abiotischen Faktoren eindeutig synchronisieren zu können, um Kausalitäten zu erkennen.

Auffallend ist beim Traubenkirschen-Eschenwald SW0806 die geringe floristische Affinität des Zustandes im Jahr 2003 zur Situation in anderen Jahren. Es wurden signifikant weniger Gefäßpflanzen, dafür aber mehr Moosarten als vor und nach diesem Termin ermittelt. So fehlten *Quercus robur*, *Rubus fruticosus*, *Agrostis canina*, *Carex elongata*, *Galium palustre*, *Geum urbanum*, *Lamium maculatum*, *Urtica dioica*, die in den anderen Jahren kartiert wurden, während es bei *Dicranella heteromalla*, *Lophocolea heterophylla*, *Plagiothecium cavifolium*, *P. denticulatum*, *P. latebricola*, *P. succulentum* umgekehrt war. Auch zur Innenfläche (SW0806i) war die Ähnlichkeit in diesem Jahr ausgesprochen gering. Dieser Befund ist unplausibel.

**Tab. 5.2-6: Floristische Ähnlichkeit zwischen den Terminen innerhalb der Flächen. Gemeinschaftskoeffizienten nach JACCARD ( $G_j$ ), SØRENSEN ( $G_s$ ) und ELLENBERG ( $G_E$ ) [%]**

		Folgetermine			vom Ausgangspunkt			
		2000/03	2003/07	2007/09	2000/07	2000/09	2003/09	
JACCARD- Index ( $G_j$ )	SW0801	78 (88)	63 (80)	73 (88)	68 (84)	69 (81)	70 (82)	
	SW0801i	77 (87)	68 (85)	67 (80)	62 (86)	71 (83)	69 (82)	
	SW0802	70 (82)	61 (75)	77 (85)	76 (77)	59 (72)	67 (78)	
	SW0803	76 (87)	74 (85)	76 (88)	58 (88)	69 (83)	65 (81)	
	SW0803i	72 (83)	68 (81)	70 (82)	69 (73)	67 (81)	76 (87)	
	SW0804	76 (87)	65 (80)	68 (80)	52 (82)	66 (79)	64 (76)	
	(SØRENSEN- Index [ $G_s$ ])	SW0805	73 (86)	49 (68)	64 (76)	60 (69)	65 (79)	59 (76)
		SW0806	36 (53)	36 (54)	67 (81)	60 (76)	53 (69)	37 (56)
		SW0806i	66 (81)	63 (79)	64 (82)	68 (76)	57 (75)	63 (81)
		SW0807					48 (74)	
SW0808		50 (67)				50 (67)	50 (67)	
SW0808i	46 (63)				44 (63)	63 (79)		
ELLENBERG- Index (nur K- und M-Schicht) ( $G_E$ )	SW0801	99,7	99,1	99,7	98,4	99,2	99,5	
	SW0801i	99,1	93,4	98,8	95,7	97,5	97,2	
	SW0802	99,1	99,4	99,9	99,4	99,1	99,3	
	SW0803	98,9	97,9	99,5	98,8	98,1	96,8	
	SW0803i	96,6	88,7	98,5	81,1	85,8	88,3	
	SW0804	98,2	96,3	93,6	95,2	92,8	92,8	
	SW0805	97,8	93,2	97,5	93,7	97,4	95,2	
	SW0806	92,8	40,8	95,6	65,5	72,0	57,9	
	SW0806i	98,8	77,2	80,7	80,8	60,8	68,7	
	SW0807					71,0		
SW0808	99,7				84,7	82,5		
SW0808i	93,5				51,0	75,0		



**Abb. 5.2-22: Floristischen Ähnlichkeit nach SØRENSEN zwischen den Aufnahmetermen 2000, 2003, 2007 und 2009 je Fläche (ohne Buchenflächen)**

Unter den Erlenbeständen sind die **Ähnlichkeiten zwischen der ungezäunten und gezäunten M2+ -Variante** sehr hoch (Tab. 5.2-7). In den Schwarzerlenbeständen (SW0801a/i, SW0803a/i) und im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806a/i) waren bei Flächenanlage gewisse floristische Unterschiede gegeben. Nachdem sich 2003 und 2007 qualitativ etwas größere floristische Differenzen eingestellt hatten, haben sich die Bestände 2009 wieder dem Zustand von 2000 angenähert. Bei quantitativer Betrachtung

ist eine Auseinanderentwicklung der Varianten des trockenen Schwarzerlenbestandes (SW0803) und – noch etwas deutlicher – des Flächenpaares im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) nachweisbar.

Beim Faulbaum-Buchenwald (SW0808a/i) gab es bereits bei Flächenanlage sehr große floristische Unterschiede. Im Folgenden entwickelten sich die Varianten – qualitativ gesehen – noch stärker auseinander, indem in der Innenfläche 2003 einige Arten neu hinzutraten und die ohnehin artenarme Außenfläche weitere Arten verlor. Da der Zaun bereits vor längerer Zeit demontiert wurde, kann der Anstieg der Unähnlichkeit und die gegenwärtige Distanz nicht auf unterschiedlichen Verbissdruck zurückgeführt werden. Es wird deutlich, wie stark sich Strukturunterschiede und Randeffekte (Lichteinfall) auf die Artenzusammensetzung grundwassernaher, bodensaurer Buchenwälder auswirken, insbesondere dann, wenn die Aufnahmefläche deutlich kleiner als das Minimumareal ist.

**Tab. 5.2-7: Floristische Ähnlichkeit zwischen der ungezäunten und gezäunten Variante der M2+-Flächen zu unterschiedlichen Terminen. Gemeinschaftskoeffizienten nach JACCARD (G<sub>J</sub>) und ELLENBERG (G<sub>E</sub>) [%]**

	JACCARD-Index (G <sub>J</sub> )				ELLENBERG-Index (K-, M-Schicht) (G <sub>E</sub> )			
	SW0801 a/i	SW0803 a/i	SW0806 a/i	SW0808 a/i	SW0801 a/i	SW0803 a/i	SW0806 a/i	SW0808 a/i
2000	62	66	60	31	96,9	97,8	97,3	3,8
2003	57	61	43	21	96,5	92,3	93,9	9,5
2007	55	58	54		97,3	88,6	88,2	
2009	64	61	62	9	99,0	88,8	91,5	11,7

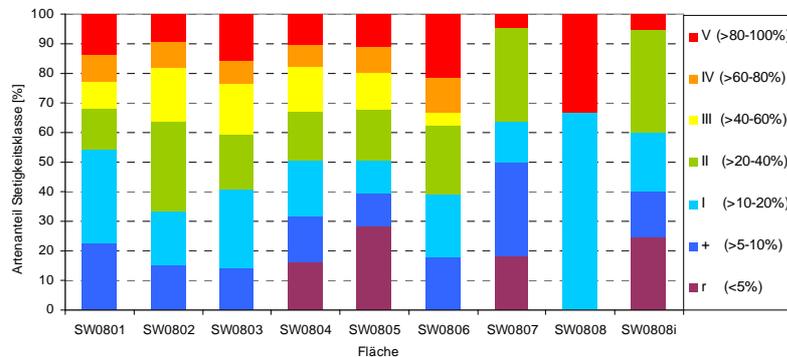
#### 5.2.3.4. Räumliche Verteilung der Pflanzenarten ( $\beta$ -Diversität)

Ein schnelles Einschwenken der Artenzahl-Areal-Kurve auf eine relative Sättigung wird durch einen hohen Anteil häufig vorkommender Arten, d.h. Arten, die auf vielen Parzellen vorkommen, gegenüber dem Anteil wenig verbreiteter Arten, d.h. Arten die nur auf wenigen Parzellen präsent sind, erreicht. Geringe **Stetigkeiten** treten bei Einzelgängern oder bei geklumpfter Wuchsweise mit großen Besiedlungslücken auf – bezogen auf die Betrachtungsebene von 10 m<sup>2</sup>-Flächeneinheiten.

Einen hohen Anteil sehr häufiger Arten weist der Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) auf (Abb. 5.2-23). Unter den „reinen“ Erlenwäldern treten im Brennessel-Schwarzerlenwald (SW0803) noch relativ viele Arten mit hoher Stetigkeit auf. Unter den Erlen- / Eschenbeständen ist der Anteil seltener Arten im nassen Großseggen-Schwarzerlenwald (SW0801) und den Rabatten-Halbförsten (SW0804, SW0805) am höchsten. Mittlere Stetigkeitsklassen, also verbreitete und weniger verbreitete Arten herrschen im Seggen-dominierten feuchten Erlenbestand SW0802 vor. Der hohe Anteil sehr häufiger Arten in SW0808 ergibt sich zuerst durch die äußerst geringe Gesamtzahl. Für die Dispersion der Waldbodenpflanzen in Buchenwäldern spielt vor allem der lokale Lichtgenuss eine Rolle.

In zeitlicher Betrachtung konnte im Seggen-dominierten feuchten Schwarzerlenbestand (SW0802) ein Rückgang der seltenen Arten diagnostiziert werden (ohne Abb.). Auch im Rabattenhalbforst SW0805, wo der Anteil seltener Arten ursprünglich ausgesprochen hoch war, wurde dieser Rückgang nachgewiesen. Gleichzeitig stieg hier der Anteil von Arten der oberen Stetigkeitsklassen stark an. Ein ähnlicher Verlauf war im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) feststellbar. Im Eschen- und den Erlenwäldern ist zwischen 2000 auf 2009 eine Tendenz zu höheren Stetigkeiten oder Neuauftreten vor allem bei folgenden Arten vorhanden: *Lythrum salicaria*, *Lysimachia thyrsiflora*, *Moehringia trinervia*, *Eurynchium swarzii*, teilweise auch *Brachythecium rivulare* und in den trockeneren Beständen *Brachythecium rutabulum* (keine Abb.). Die Zunahme der Häufigkeit besagter Arten ist auch zwischen 2007 und 2009 festzustellen, außerdem ist in den letzten Jahren die Ausbreitung von *Impatiens noli-tangere* zu beobachten. Im

Pfeifengras-Buchenwald (SW0807) und der lichtereren „Innenfläche“ des Faulbaum-Buchenwaldes (SW0808i) ist 2009 gegenüber der Erstaufnahme 2000 der Anteil seltener Arten zugunsten der mittleren Stetigkeitsklassen geringer geworden.



**Abb. 5.2-23: Artenanteile nach Stetigkeitsklassen in den Erlen-/Eschenwäldern und Buchenwäldern im Jahr 2009**

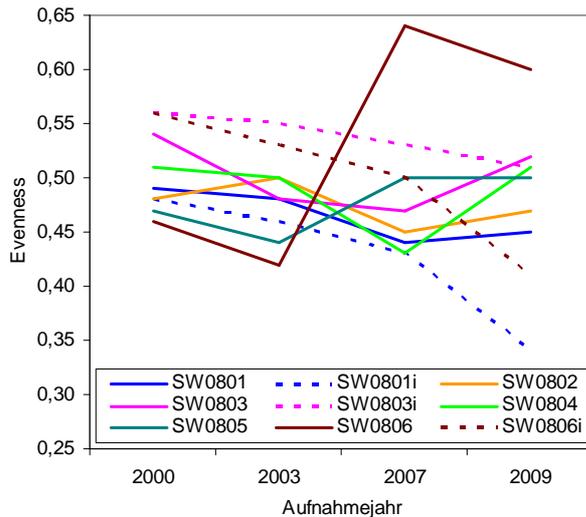
Die Stetigkeitsklasse  $r$  ( $\leq 5\%$ ) ist bei nur 18 Probequadraten, d.h. bei den Flächen SW0801, 02, 03, 06, nicht belegt (ein Auftreten entspricht 5,6 %)

Die Stetigkeit von Arten, also ihre Verteilung auf die Untersuchungsparzellen, ist nicht nur von der artspezifischen Wuchsweise oder von verbreitungs- und populationsbiologischen Prozessen abhängig, sondern wird auch durch das Nischenangebot, also der (abiotischen) Standortsheterogenität, mitbestimmt. Die Dispersion von Arten im Raum kann nach dem Konzept von WHITTAKER als  $\beta$ - (Bio-) Diversität bezeichnet werden (MÜHLENBERG 1993). Der Grad an Heterogenität der Pflanzenartenverteilung lässt sich mit dem **SHANNON-INDEX** oder mit der **Evenness** (Ebenmäßigkeit) ermitteln (MÜHLENBERG 1993, DIERSCHKE 1994). Letztere stellt das Verhältnis des Diversitätswertes zum maximal möglichen Diversitätswert, der sich bei größtmöglicher Gleichverteilung der Individuen auf die bestehenden Arten ergeben würde, dar. Damit lässt sich die Artdispersion verschiedener Bestände und Ökosysteme vergleichen, auch wenn diese unterschiedliche Artenzahlen ( $\alpha$ -Diversität) aufweisen.

Da die Selbststrukturierung von Ökosystemen viele Mikrohabitate schafft, die eine hohe Verteilungsheterogenität verursachen, kann Evenness ein Kriterium für Naturnähe sein (HORNSCHUCH & RIEK 2009). Die Analyse darf jedoch nicht auf zu niedriger Skalenebene erfolgen, die das Minimumareal mit der ökosystemspezifischen Gesamtartenzahl nicht vollständig erfasst (SW0807, SW0808i/a). Die strukturelle Heterogenität und die damit verbundene biotische  $\beta$ -Diversität kann aber auch durch einmalige technologische Eingriffe erhöht werden, wie z.B. durch die Schaffung der Gräben in den Rabattenhalbforsten (SW0804, SW0805). Ein Zusammenhang zwischen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Diversität besteht nicht. So weist der Bestand SW0803 einen hohen Artenreichtum ( $\alpha$ ), aber eine geringe räumliche Heterogenität ( $\beta$ ) auf.

Innerhalb der Erlenbestände ist die Heterogenität im Aufnahmejahr 2009 im Bestand SW0801i am höchsten (niedrigste *Evenness*) und bei Betrachtung aller Bestände in den schütter besiedelten Buchenbeständen (Abb. 5.2-24). Die größte Gleichverteilung der Arten findet sich in SW0806 (Außenfläche). Das stimmt mit dem Ergebnis überein, dass der Anteil hochsteter Arten auf dieser Fläche am größten ist. Bezogen auf untereinander vergleichbare Erlen-/ Eschen-Wälder könnte anhand der  $\beta$ -Diversität der nasse Erlenbestand SW0801 als relativ naturnah und der von *Prunus padus* freigeschnittene Bestand SW0806 (Außenfläche) als relativ naturfern bezeichnet werden.

Die stärkste Veränderung der kleinräumigen Artenverteilung fand in der Außenfläche des Buchenbestandes SW0806 statt. Zum Jahr 2007 erfolgte hier eine sehr starke Homogenisierung. Durch eine leichte Diversifizierung bis zum Jahr 2009 konnten die „Ausgangsbedingungen“ von 2000 jedoch nicht wieder hergestellt werden, sodass der Bestand auch im Jahr 2009 die höchste Maß an Gleichverteilung seiner Arten aufwies. Die starke floristische Dynamik des Bestandes ist auch an der Entwicklung der Artenzahlen und der floristischen Distanz zwischen den Terminen erkennbar (s.o.).



**Abb. 5.2-24: Entwicklung der Evenness in den Erlen-/Eschen-Beständen von 2000 bis 2009**

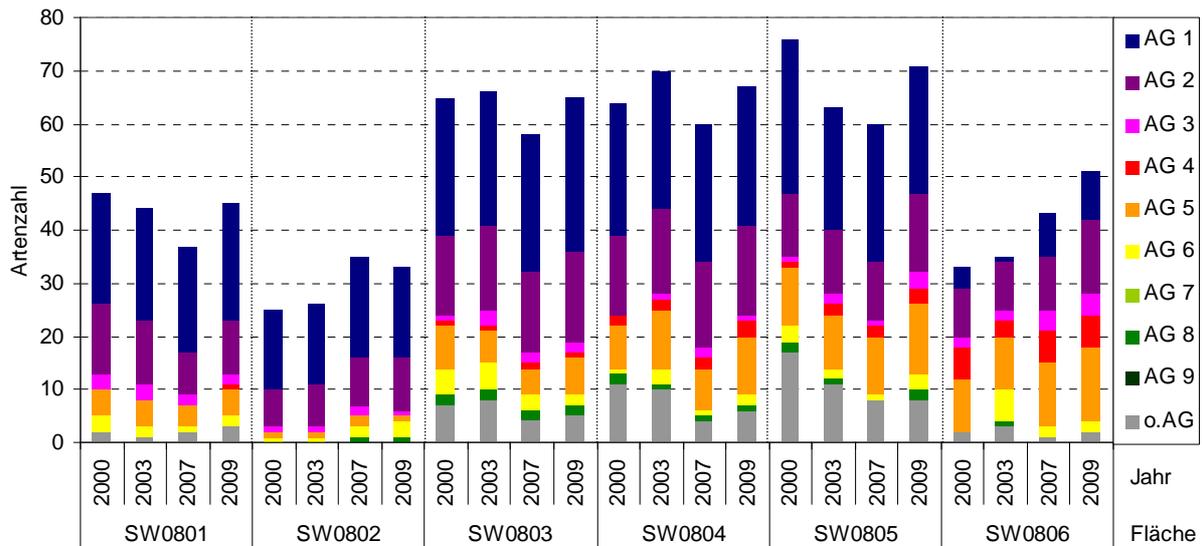
Bei den **M2+-Vergleichsflächen** ist in den Außenflächen eine stärkere Tendenz zu mehr Gleichverteilung gegeben (Abb. 5.2-24). Demgegenüber ist in allen gezäunten Flächen ein kontinuierlicher Trend zu einer stärkeren inneren Strukturierung, also eine Diversifizierung erkennbar. Die Befunde könnten so gedeutet werden, dass Wildäsung tendenziell zu einer gleichmäßigeren Artenverteilung führt, als sich durch „ungestörte“ populationsbiologische Prozesse bei gegebener mikrostandörtlicher Vielfalt einstellen würden. Demnach kommen bei geringfügigen Standortsunterschieden die Standortspräferenzen der Arten unter Verbissdruck wahrscheinlich nicht so zur Geltung als unter Ausschluss des Faktors Wildäsung.

### 5.2.3.5. Bioindikation mittels soziologisch-ökologischer Artengruppen nach PASSARGE & HOFMANN (1964)

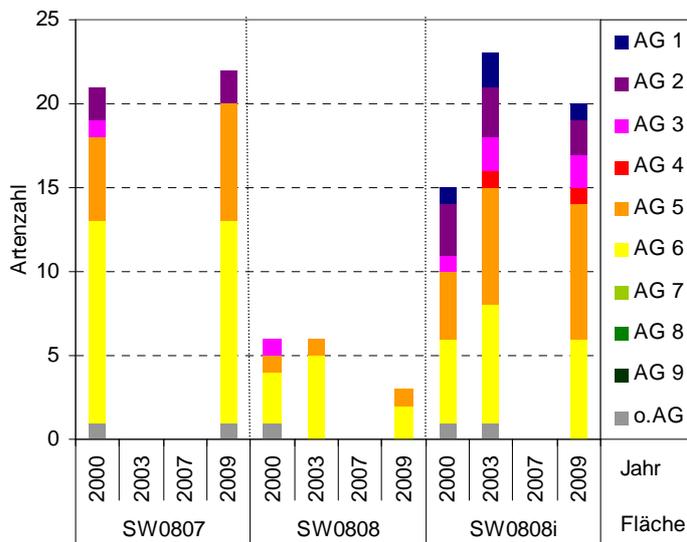
Aufgrund ihrer speziellen Standortspräferenzen lassen sich Pflanzenarten ökologisch gruppieren. ELLENBERG (1996) hat für die Wälder des mitteleuropäischen Hügel- und unteren Berglandes ökologische Artengruppen aufgestellt. Die soziologisch-ökologischen Artengruppen der Waldbodenflora nach PASSARGE & HOFMANN (1964, überarbeitet in ANDERS et al. 2002) fanden vor allem für das standortsökologische Klassifizierungssystem der Wald- und Forstvegetation des nordostdeutschen Tiefland Anwendung (Eberswalder Schule, Vegetationsformen- und Ökosystemtypen-Konzept, HOFMANN & PASSARGE 1968, ANDERS et al. 2002). Die Verteilung der in einem Ökosystem vorkommenden Arten auf die Artengruppen gibt erste Hinweise für die vorherrschenden standörtlichen Bedingungen (Tab. 5.2-8).

**Tab. 5.2-8: Haushaltsfaktor-anzeigende Hauptgruppen und Zeigerwerte der soziologisch-ökologischen Artengruppen nach PASSARGE & HOFMANN (1964, aktualisiert in ANDERS et al. 2002)**

Hauptgruppe	Haushaltbeherrschende Faktorenstufe	Zeigerwert für
1.	Naß	Dauernässe
2.	Feucht	Dauerfeuchte
3.	kühl (-feucht)	kühl-feuchte Lagen
4.	mesophil-nährstoffreich	Mull und Nährstoffreichtum
5.	mesophil-nährkräftig bis mittel	nährkräftige bis mittlere Standorte
6.	mesophil (mittel bis) nährstoffarm	mittlere bis arme Standorte
7.	Trocken	trockene Lagen
8.	warm-trocken	warm-trockene Lagen
9.	sehr warm-trocken	sehr warm-trockene Lagen



**Abb. 5.2-25: Veränderung der Artenzahlen (Gefäßpflanzen und Moose) der Erlen-/Eschenwälder, aufgeschlüsselt nach soziologisch-ökologischen Artengruppen (AG) nach PASSARGE & HOFMANN (1964), im Untersuchungszeitraum 2000 bis 2009**



**Abb. 5.2-26: Veränderung der Artenzahlen (Gefäßpflanzen und Moose) der Buchenbestände, aufgeschlüsselt nach soziologisch-ökologischen Artengruppen (AG) nach PASSARGE & HOFMANN (1964), im Untersuchungszeitraum 2000 bis 2009**

In den Schwarzerlenwäldern ist der Anteil an Nässe- und Feuchtigkeitszeigern (AG 1, AG 2) am höchsten (SW0801-SW0805, Abb. 5.2-25). Beide Artengruppen finden sich auch im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806), jedoch ist der absolute und relative Anteil an nässezeigenden Arten hier geringer. Dafür ist hier der Anteil von Zeigerpflanzen für reiche und mittlere Nährstoffverhältnisse, also Mull- und Moderzeiger (AG 4, AG 5), die in den nassen Erlenbeständen (SW0801, SW0802) eine sehr untergeordnete Rolle spielen, hoch. Ein größerer Anteil an Arten, die keiner soziologisch-ökologischen Gruppe zugeordnet wurden und als ruderalen Nichtwald-Arten interpretiert werden können, findet sich im Brennessel-Schwarzerlenwald (SW0803a/i) und in den Rabatten-Halbforsten (SW0804, SW0805).

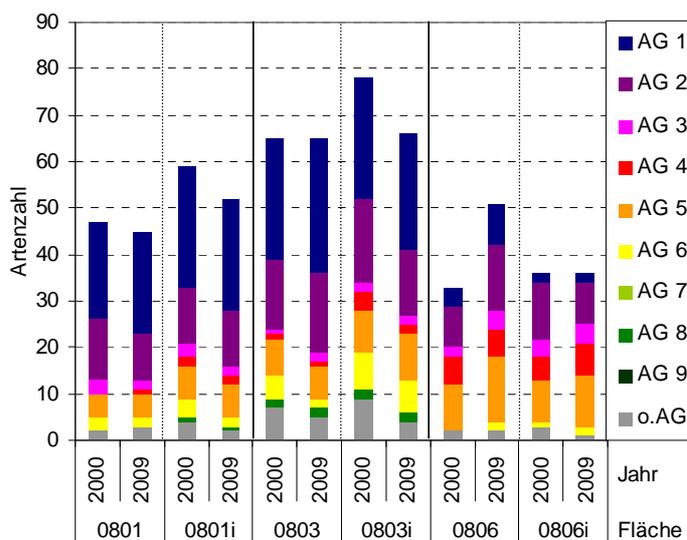
Innerhalb der Erlen- / Eschenwälder ging **im Beobachtungszeitraum** die Zahl nässezeigender Pflanzen (AG 1, AG 2) bei SW0801i und SW0805 zurück. Der Anteil typischer Waldarten der Artengruppen 4, 5 und 6, die auch auf mineralischen Standorten zu finden sind, stieg in den Rabattenhalbforsten (SW0804, SW0805) kontinuierlich an. Offenbar werden die höheren und trockeneren Bereiche auf den Rabatten zunehmend durch diese Arten besiedelt. Im Brennessel-Erlenwald (SW0803) und in den

Rabattenhalbförsten (SW0804, SW0805) ging der früher relativ hohe Anteil nicht-typischer Waldarten (o. AG) zurück.

Auch in den Buchenbeständen (SW0807, SW0808) finden sich Feuchtezeiger, in SW0808 sogar Nässezeiger (Abb. 5.2-26). Am höchsten ist hier aber der Anteil an Zeigerpflanzen für mittlere und schlechte Nährstoffversorgung (syn. Moder- und Rohumuszeigern, AG 5, AG 6). Im Pfeifengras- (SW0807) und Faulbaum-Buchenwald (Innenfläche, SW0808i) nahm seit der Erstaufnahme der Anteil an Zeigerpflanzen für mittlere Standortsbedingungen (AG 5) zu. In SW0808i kann das an der Auflichtung des Nachbarbestandes liegen. Bei begrenztem Nährstoffangebot verbessern sich bei höherem Lichtgenuss Etablierungschance und Vitalität von Waldbodenpflanzen (ELLENBERG et al. 1992a, ELLENBERG 1996). Außerdem werden bodenbiologische Umsätze und Nährstofffreisetzung beschleunigt.

Bei der Analyse zwischen **gezäunter und ungezäunter M2+-Flächen** finden sich in der Innenfläche von SW0801 absolut und relativ mehr Nässe- und Feuchtezeiger (AG 1, AG 2) als außerhalb des Zauns (Abb. 5.2-27). Umgekehrt ist das Verhältnis im Brennessel-Erlenwald (SW0803): dort finden sich in der gezäunten Variante weniger nässe- und feuchtezeigende Pflanzen als außerhalb des Zauns. Der Anteil an Nährstoffmangelzeigern (AG 6) ist im Zaun größer: von allen Erlen-/Eschenbeständen beherbergt diese Fläche absolut gesehen die meisten Säurezeiger. Bereits bei der Flächeneinrichtung wiesen die Innen- und Außenvarianten bei den Erlenbeständen (SW0801, SW0806) diese floristischen Unterschiede auf. Die unterschiedlichen Artengruppenanteile im Jahr 2009 waren hier also nicht erst Folge eines differenzierten Verbissdruckes. Im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) waren die Varianten während der Flächeneinrichtung jedoch vergleichbar. Im Jahr 2009 sind auf der Außenfläche Anzahl und Anteil nässe- und feuchteliebender Pflanzen (AG 1, AG 2) sowie von Weiserpflanzen für mittlere Nährstoffverhältnisse (AG 5) angestiegen. In der gezäunten Variante sind 2009 die Anteile an Feuchtezeiger (AG 2) geringer.

Aus der floristischen Dynamiken des M2+ -Flächenpaares SW0808 lässt sich wegen Fehlen des Zaunes keine Information über den Einfluss von Wildäsung auf das Artenspektrum ableiten.



**Abb. 5.2-27: Artenzahlen (Gefäßpflanzen und Moose) der M2+-Flächenpaare SW0801, SW0803 und SW0806, aufgeschlüsselt nach soziologisch-ökologischen Artengruppen (AG) nach PASSARGE & HOFMANN (1964) während der Erstaufnahme (2000) und im Jahr 2009**

### 5.2.3.6. Bioindikation mittels Zeigerwerten nach ELLENBERG et al. (1992a)

Die mittleren Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992a) sind ein häufig angewandtes Werkzeug, um anhand von Präsenz und Mengenerfassung der Pflanzenarten auf standortsökologische Bedingungen und Trends zu schließen. Es handelt sich um empirisch (nicht analytisch) gewonnene Kardinalzahlen zwischen 1 und 9 (bei F bis 12) unterschiedlicher Klassenintervalle. Durch die Berechnung des arithmetischen oder des nach Deckungsgraden gewichteten Mittelwertes kann eine Einschätzung der am Standort vorherrschenden Bedingungen abgeleitet werden. Bei geringen Unterschieden ist zunächst nur die Dominanzstruktur, also die Abundanzen und Deckungsgrade der Arten betroffen. Schwache, gerichtete Veränderungen lassen sich somit oft nur durch die Berechnung deckungsgradgewichteter Mittelwerte abbilden. Es ist daher von Vorteil, den Deckungsgrad nicht als Artmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET sondern prozentual zu erheben, wie bei der ÖUB-Wald üblich (WOLFF et al. 2007). Im Folgenden wird sich auf den Weiserwert der Arten der Kraut- und Moosschicht bezogen. Die Zeigerwerte der in den Wassergräben der Flächen SW0804 und SW0805 hydrophytisch lebenden Arten *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrhiza* und *Alisma plantago-ranae* wurden nicht in die Berechnungen einbezogen. Für den Bestandesvergleich wurde die Innenfläche von SW0808 ausgewählt, da nur hier eine nennenswerte Zahl an Waldbodenarten für die Standortdiagnose zur Verfügung stand.

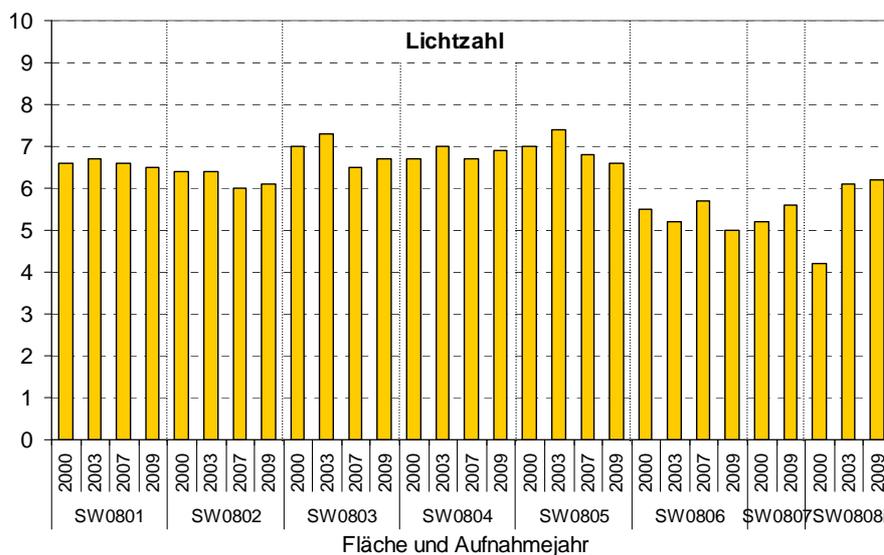


Abb. 5.2-28: Zeitliche Veränderung der Weiserwerte für die Lichtverhältnisse. Arten der Kraut- und Moosschicht, deckungsgradgewichtete Mittelwerte anhand der mittleren Artverteilung und Artdeckung des Bestandes.

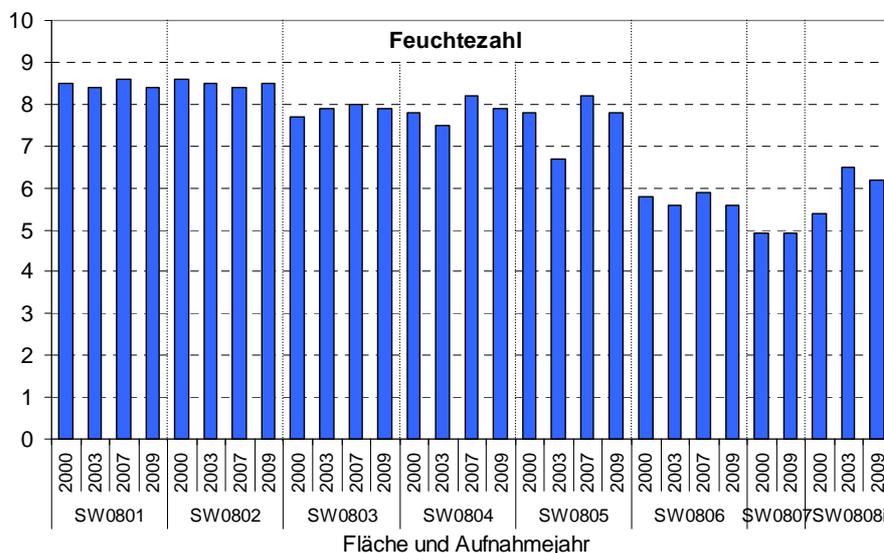


Abb. 5.2-29: Zeitliche Veränderung der Weiserwerte für die Oberbodenfeuchte. Arten der Kraut- und Moosschicht, deckungsgradgewichtete Mittelwerte anhand der mittleren Artverteilung und Artdeckung des Bestandes.

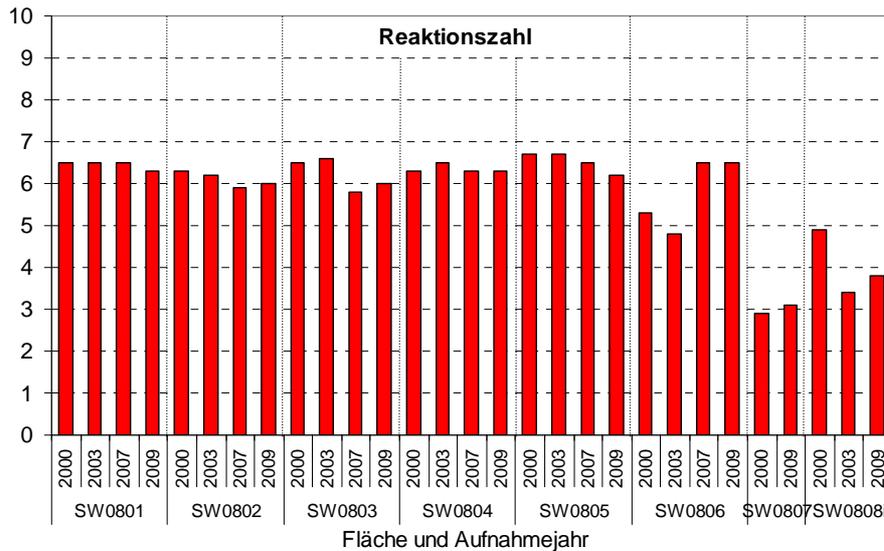


Abb. 5.2-30: Zeitliche Veränderung der Weiserwerte für die Bodenreaktion. Arten der Kraut- und Mooschicht, deklungsgradgewichtete Mittelwerte anhand der mittleren Artverteilung und Artdeckung des Bestandes.

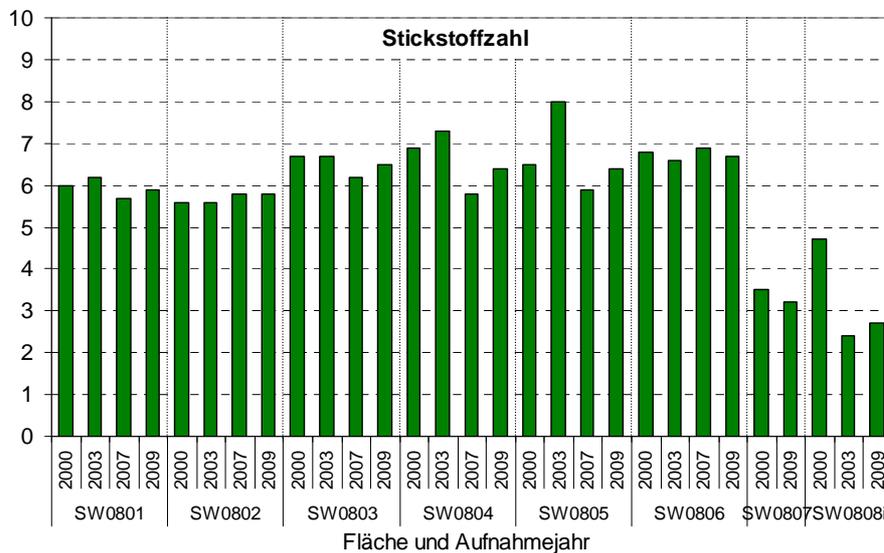


Abb. 5.2-31: Zeitliche Veränderung der Weiserwerte für die Stickstoffversorgung. Arten der Kraut- und Mooschicht, deklungsgradgewichtete Mittelwerte anhand der mittleren Artverteilung und Artdeckung des Bestandes.

Auf eine für Waldbestände relativ starke Bestrahlung des Waldbodens weisen die **Lichtzahlen** (Abb. 5.2-28) in den Erlenbeständen hin. Im Traubenkirschen-Eschenwald, insbesondere auf der forstwirtschaftlich nicht behandelten Innenfläche (kein Gehölzfreischnitt), wird durch die Waldbodenpflanzen ein schwächerer Lichtgenuss indiziert (starke Entfaltung der Baum- und Strauchschicht). In den feuchten Erlenbeständen (SW0801, SW0802) ist ein leichter Rückgang der Lichtzahl erkennbar. Die Grenzen der Bioindikation mit Waldbodenpflanzen werden in artenarmen Ökosystemtypen und Stadien deutlich: hier ist die Zahl im artenarmen Dunkelstadium SW0808a höher (!) als in der lichtereren Referenzfläche SW0808i. Für die Buchenfläche SW0808i wird von 2000 zu 2003 ein deutlicher Anstieg des Lichtgenusses indiziert.

Im Blick auf die **Feuchtezahlen** (Abb. 5.2-29) lassen sich die Erlen- / Eschenbestände nach abnehmender Bodenfeuchte folgendermaßen anordnen SW0801 / SW0802, SW0803, SW0804 / SW0805 und SW0806. Werden die Hydrophyten in den Gräben nicht aus der Berechnung ausgeschlossen, würden die Rabattenhalborste (SW0804, SW0805) die höchste Feuchte anzeigen. Die Buchenbestände werden hinsichtlich des Wasserfaktors als relativ trocken gekennzeichnet. Die Trennschärfe zwischen Traubenkirschen-Eschenwald und Buchenbeständen überraschend schwach, vermutlich werden die Buchenbestände mangels geeigneter Zeigerpflanzen noch als zu feucht gekennzeichnet. Generell ist in den Intervallen 2000...2003 und 2007...2009 jeweils ein Rückgang des mittleren Feuchtezeigerwertes zu erkennen. Im Jahr 2007 steigt der

Feuchtwert i.d.R. auf ein Niveau ähnlich 2000 an, in den Rabattenhalbforsten (SW0804, SW0805) noch darüber.

Die mittleren **Reaktionszahlen** (Abb. 5.2-30) der Erlen- und Eschenbestände sind relativ hoch, wie das bei basenreichen Niedermoorstandorten zu erwarten ist. Für die Buchenbestände werden bodensaure Bedingungen angezeigt. Deckungsgradgewichtet werden die Flächen (mit Ausnahme der Buchenflächen, für die das Gegenteil gilt) tendenziell etwas basenreicher eingestuft. Die Reaktionszahl nimmt zwischen 2000 und 2009 in den Erlenbeständen mit Ausnahme von SW0804 tendenziell ab, im Traubenkirschen-Eschenwald ist ein Anstieg erkennbar.

Wie die Reaktionszahl weist die **Stickstoffzahl** (Abb. 5.2-31) beim Eschen- und den Erlenbeständen auf nährstoffreiche Niedermoorstandorte hin. Der Stickstoffreichtum wird durch die ständige Stofffracht über die Spree und ihre Fließe ermöglicht und ist ein wesentlicher Unterschied zwischen Durchströmungsmooren und den vorzugsweise niederschlagsernährten Moortypen. Im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806a/i) auf Anmoorboden sind die Umsätze am größten, hier werden die höchsten Stickstoffzahlen angezeigt. Zeitlich laufen die N-Weiserwerte in den Erlenwäldern und den Rabattenhalbforsten auf Niedermoor den dortigen Feuchtezeigerwerten entgegen, im Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806) parallel. Die Buchenbestände sind wieder deutlich abgesetzt und die berechneten ELLENBERG-Zahlen zeigen eine schlechte Stickstoffversorgung an. Entgegen der Erwartung sinken zeitgleich mit der (seitlichen) Lichtstellung des Buchenbestandes SW0808i die Stickstoffzahlen ab. Hier wird das Problem der ungenauen Indizierbarkeit *mehrerer ökologischer Parameter gleichzeitig* bei nur wenigen zur Verfügung stehender Arten deutlich. Im speziellen Fall besitzen die hinzugekommen oder in ihrem Deckungswert zunehmenden Arten offenbar einen besseren Weiserwert für den Faktor Strahlung. Mit wachsendem Lichtgenuss erhöhen sich auch die Deckungsgrade von Säurezeigern (z.B. *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Carex pilulifera*, *Hypnum cupressiforme*). Andererseits ist z.B. die Häufigkeit des schattenzeigenden, aber stickstoffliebenden *Acer pseudoplatanus* zurückgegangen.

### 5.2.3.7. Bioindikation mittels dekadischer komplexer Weiserzahlen nach ANDERS et al. (1985)

Wie die ELLENBERG'schen Zeigerwerte können die Dekadischen Komplexwerte von ANDERS et al. (1985) standortsökologische Bedingungen und Trends indizieren. Bei den Dekadischen Komplexwerten für die Trophie (DK<sub>T</sub>) und die Feuchte (DK<sub>F</sub>) handelt es sich um analytisch ermittelten Wertespannen der ökologischen Existenzen in einem zehnstufigen äquidistanten zweidimensionalen Raster, welche die artspezifischen Ansprüche an die Nährstoff- und Wasserversorgung anzeigen. Sie wurden für die verschiedenen soziologisch-ökologischen Artengruppen nach PASSARGE & HOFMANN (1964) ausgearbeitet, die ca. 630 Waldpflanzenarten umfassen. Analog der ELLENBERG-Weiserwerte können für die jeweiligen Unter- und Obergrenzen der Spannen arithmetische oder deckungsgradgewichtete Mittelwerte gebildet werden.

Nach den deckungsgradgewichteten mittleren Spannen werden die **Standorte** der Erlenbestände SW0801-SW0803 als nass bis sehr nass charakterisiert (Abb. 5.2-32). Für die Rabattenhalbforste SW0804 und SW0805 werden etwas trockenere Verhältnisse und tendenziell bessere Ernährungsbedingungen angezeigt (es handelt sich nur um Pflanzen der Rabatten, Hydrophyten wurden keiner Artengruppe zugeordnet). Noch etwas trockener und reicher erweist sich der Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806). Er unterscheidet sich deutlich von den anderen Erlenwäldern.

Pfeifengras- (SW0807) und Faulbaum-Buchenwald (SW0808i) setzen sich ebenfalls deutlich ab, sie sind trockener und nährstoffärmer. Durch den arithmetischen Mittelwert werden die Standorte als mäßig trocken bis mäßig feucht gekennzeichnet (keine Abb.). Durch den Deckungs-Gewichtungsfaktor kommen die Feuchtezeiger jedoch stärker zur Geltung, die Standorte werden als frisch bis feucht charakterisiert und ähneln damit stärker dem Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806).

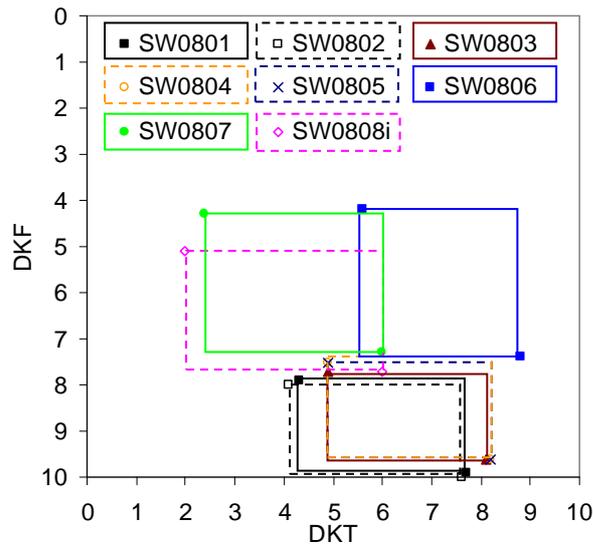


Abb. 5.2-32: Mittlere deckungsgradgewichtete Spannen der dekadischen Komplexwerte für Feuchte ( $DK_F$ ) und Trophie ( $DK_T$ ) (ANDERS et al. 1985) der Arten der Kraut- und Moosschicht im Aufnahmejahr 2009, dargestellt in Anlehnung an das Ökogramm nach ELLENBERG (1996)

Hinsichtlich **dynamischer Veränderungen** sind entsprechend der Ökogramm-Einteilung von trocken (oben) nach feucht (unten) sowie sauer / nährstoffarm (links) nach basisch / nährstoffreich (rechts) (vgl. ELLENBERG 1996) positive  $DK_T$ -Verschiebungen als eine Verschiebung des Feldes nach rechts und positive  $DK_F$ -Trends als Verschiebung nach unten erkennbar (Abb. 5.2-33). Im gesamten Beobachtungszeitraum verschoben sich die  $DK_F$ -Grenzen zwischen den Intervallen insgesamt 22 mal (summiert +6 Stufen) in den trockensten, aber nur 16 mal (summiert -5,4 Stufen) in den feuchten Bereich. Für das letzte Untersuchungsintervall 2007-2009 ist dieser Trend am besten erkennbar. In 28 Fällen verschoben sich Ober- oder Untergrenzen der  $DK_T$ -Spannen in den ärmeren Bereich (summiert -16,9 Stufen), 24 mal in den reicheren Bereich (summiert +7,8 Stufen).

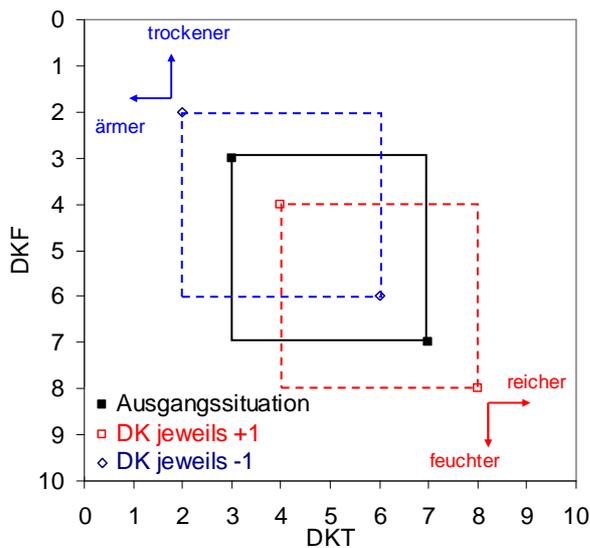


Abb. 5.2-33 (oben): Zunahme (rot) oder Abnahme (blau) der Ober- und Untergrenzen einer hypothetischen Dekadischen Komplexwerte-Spanne für Oberbodenfeuchte (DK<sub>F</sub>) und Oberbodentrophie (DK<sub>T</sub>) um jeweils eine Stufe im Ökogramm (in Anlehnung an ELLENBERG 1996)

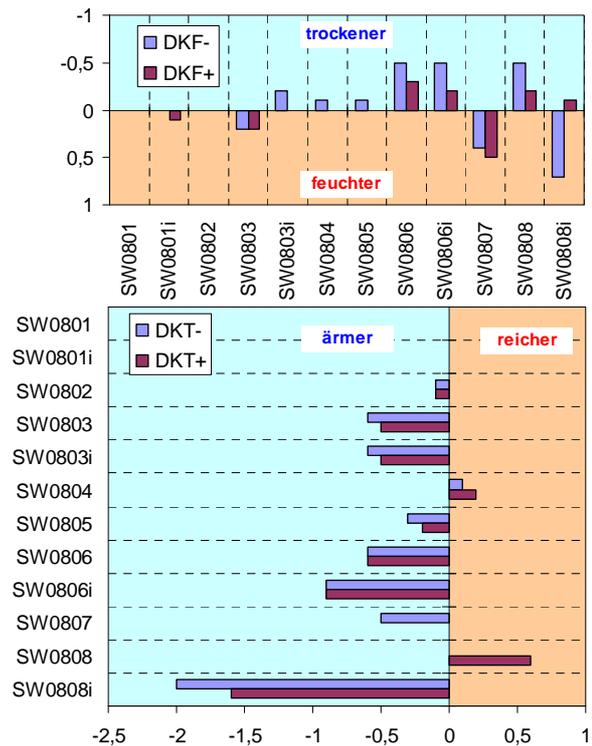


Abb. 5.2-34 (rechts): Positive (orange unterlegt) und negative Abweichungen (hellblau unterlegt) der Untergrenzen (blaue Balken, -) und Obergrenzen (violette Balken, +) der Dekadischen Komplexwerte für Oberbodenfeuchte (DK<sub>F</sub>) und Oberbodentrophie (DK<sub>T</sub>) für den gesamten Zeitraum 2000 bis 2009

**Bodenfeuchte:** Am deutlichsten wird für den Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806a/i) eine Veränderung hin zu trockeneren Bedingungen angezeigt (Abb. 5.2-34). Neben zurückgehenden Pegelständen (s.o.) könnte der starke Aufwuchs von Gehölzen mit seiner zusätzlichen Transpiration beigetragen haben. Außerdem ist der Anmoorboden stärker austrocknungsgefährdet als das Torfsubstrat der Erlenbestände im Durchströmungsmoor mit relativ hohen Grundwasserständen. Eine solche Dynamik lässt sich anhand der mittleren F-Zahl nach ELLENBERG zwischen 2000 und 2009 weniger deutlich als im letzten Messintervall ablesen (Abb. 5.2-29). Im Bestand SW0803 (Außenfläche) wurden 2009 anhand der mittleren DK<sub>F</sub>-Spanne feuchtere Verhältnisse indiziert. Die F-Zahlen sind nur geringfügig höher. Auch im Buchenbestand SW0807 werden im Jahr 2009 durch die vorkommenden Arten bzw. ihre Dominanzverhältnisse etwas feuchtere Oberbodenverhältnisse als zum Zeitpunkt der Erstaufnahme angezeigt. Wiederum kann man anhand der F-Zahlen von ELLENBERG nicht auf eine solche Veränderung schließen.

Die Werteverstärkungen für die Außenfläche des Buchenbestandes SW0808 sind wenig sicher, da sie sich aus nur drei Arten ableiten. Nach einer kurzzeitigen Erhöhung der Oberbodenfeuchte (2000-2003), ist im Intervall 2003-2009 für die Innenfläche des Buchenbestandes (SW0808i) eine Tendenz zu trockeneren Verhältnissen gegeben (ohne Abb.). Der Verlauf kann an einer Abschwächung des Waldinnenklimas infolge der Auflichtung des Nachbarbestandes liegen. Die Dynamik wird weniger durch die Zunahme von Nässe- und/oder Feuchtezeigern (AG 1, AG 2) verursacht, sondern vielmehr durch die Einwanderung von Arten, die vorrangig als Zeiger für mittlere und mäßige Nährstoff-

versorgung gelten (AG 5, AG 6, Abb. 5.2-26). Auch die F-Werte nach ELLENBERG zeigen diesen Verlauf einer Zu- und anschließenden Abnahme der Oberbodenfeuchte an.

**Nährstoffverfügbarkeit:** Innerhalb der Bestände im Niedermoor werden beim Brennessel-Erlen- (SW0803a/i) und Traubenkirschen-Eschenwald (SW0806a/i) abnehmende  $DK_T$ -Grenzwerte festgestellt, die eine schlechtere Nährstoffversorgung anzeigen. Ein solcher Trend lässt sich anhand der N-Zahlen nach ELLENBERG (Abb. 5.2-31) für die gesamte Zeitspanne jedoch kaum ableiten, die R-Zahlen (Abb. 5.2-30) zeigen für SW0606 sogar eine Verbesserung der Basenversorgung an. In manchen Fällen folgt einer zeitweisen standörtlichen Verschlechterung eine erneute (leichte) Erhöhung der  $DK_T$ -Grenzen (SW0802-SW0804, ohne Abb.). Diese Dynamik wird auch durch die mittleren N- und R-Zeigerwerte nahegelegt. Der durch die Bodenanalyse (N-Gehalt, C/N-Verhältnis) und die N-Zahlen festgestellte Trend zu einer verbesserten Stickstoffernährung *beider* Rabattenhalbforste (SW0804, SW0805), spiegelt sich bei SW0804 anhand höherer  $DK_T$ -Werte wider. (Für SW0805 lassen sich jedoch abnehmende  $DK_T$ -Grenzwerte und R-Zahlen feststellen.)

Auch im Buchenbestand SW0808i wird im Jahr 2003 gegenüber der Erstaufnahme eine deutlich geringere Nährstoffversorgung angezeigt, im folgenden Zeitintervall kommt es zu einer leichten Verbesserung (ohne Abb.). Trotzdem werden 2009 noch deutlich schlechtere Ernährungsbedingungen als in 2000 angezeigt (Abb. 5.2-34). Eine Ursache könnte in der Ausbreitung von Moosen zu suchen sein, die durch die seitliche Lichtstellung und Verhagerungstendenz gefördert wurden. Auch im Buchenbestand SW0807 hat sich zwischen 2000 und 2009 die Amplitude in Richtung ärmerer Verhältnisse erweitert, was mit einer abnehmenden R-Zahl korrespondiert.

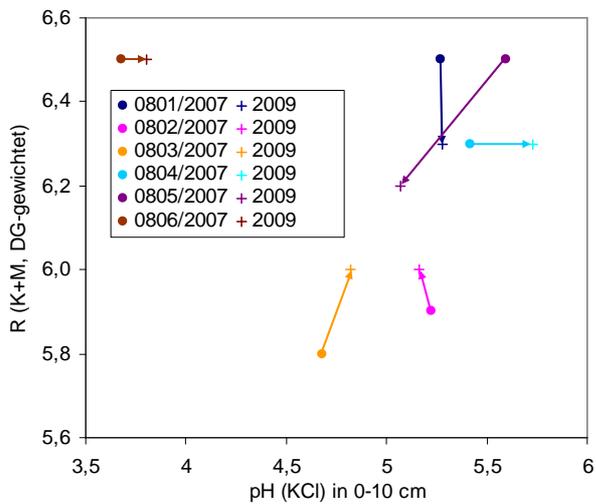
#### 5.2.3.7. Zusammenhang des Weiserwertes der Vegetation mit analytisch ermittelten Bodenkennwerten

**Bodenwasserhaushalt:** Hinsichtlich des **Flächenvergleichs** entsprechen sich die Rangfolgen, die sich aus der Bioindikation (Artanteil AG1, 2, mittlere F-,  $DK_F$ -Zahl) und dem bodenkundlichen Befund (Torfmineralisierungsgrad) ergeben: SW0801 < SW0802 < SW0803 << SW0806. Der gegenüber den beiden anderen Erlenwäldern höhere Anteil mesomorpher Wald- und Nichtwald-Arten im Brennessel-Erlenwald SW0803 (Abb. 5.2-25) weist auf stärkere alljährliche Mineralisierungsschübe hin, die aus der großen Schwankung des Grundwasserpegels folgt (s.o.). Im Eschenwald SW0806 ist der Anteil an Zeigerpflanzen für nährkräftige Standortsverhältnisse noch höher, da die Mineralisierung im Oberboden des Anmoorgleys nicht periodisch durch Wassersättigung oder Überstauung gehemmt wird.

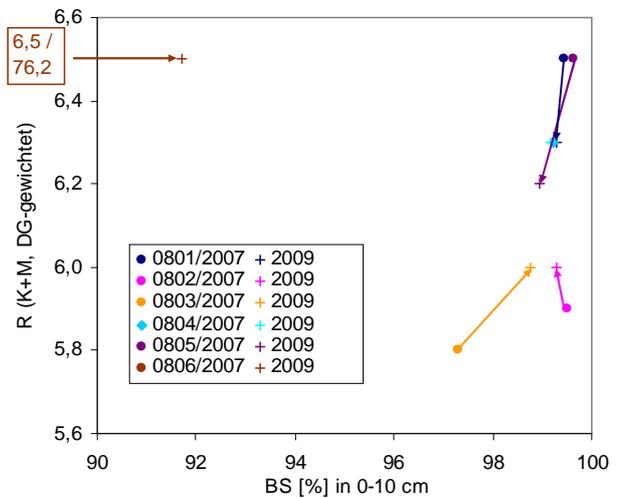
Anhand der mittleren F- (Abb. 5.2-29) und  $DK_F$ -Zahlen (Abb. 5.2-34) lässt sich für den gesamten **Beobachtungszeitraum** bei den Erlenwäldern jedoch kein deutlicher Trend zu trockeneren Verhältnissen ableiten, wie die Grundwasserganglinien mit starken Einbrüchen in 2003, 2005 und 2006 erwarten lassen würden. Im Untersuchungszeitraum geht die Anzahl nasse- und feuchtezeigender Pflanzenarten nicht zurück, jedoch steigt der Anteil mesotropher Arten (Abb. 5.2-25). Zwischen den beiden letzten Aufnahme-terminen zeigt sich in SW0801 und SW0803 ein leichter Rückgang der F-Zahl, während die Vegetation von SW0802 feuchtere Verhältnisse indiziert. Nur im Eschenbestand SW0806 könnte man mithilfe der Bioindikation von einem langzeitigen Trend zu trockeneren Bedingungen ausgehen. Mit der Grundwasserabsenkung im letzten Zeitabschnitt (2007-2009) ist in SW0803 eine verstärkte Mineralisierung verbunden, wie Bodenanalysen und ansteigende mittlere N- und R-, nicht aber  $DK_F$ -Zahlen zeigen.

**Nährstoffverfügbarkeit:** Die mittleren R- und N-Werte erlauben eine grobe Gruppierung der **Untersuchungsflächen** nach den tatsächlichen Standortverhältnissen. Den deutlichen Unterschieden hinsichtlich der R- und N-Zeigerwerte zwischen Erlen- und Eschen-Beständen auf Moor- und Anmoorböden (SW0801-SW0806) einerseits und dem Buchenbestand SW0808 auf mineralischem Sandstandort (SW0807

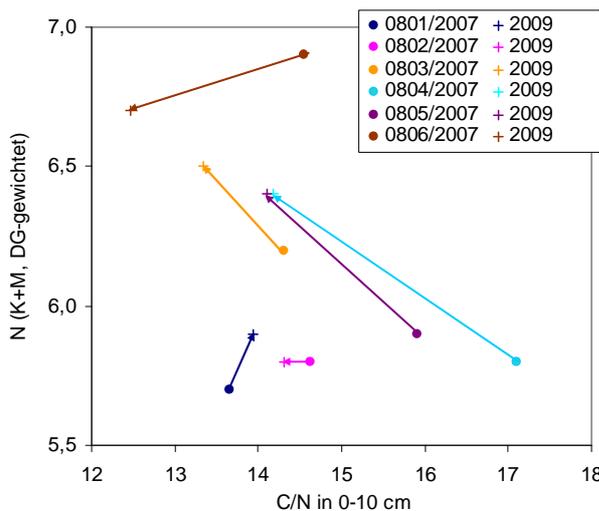
konnte nicht beprobt werden) entsprechen die pH-Werte, Basensättigungen, C/N-Verhältnisse und N-Gehalte in 0-10 cm Bodentiefe.



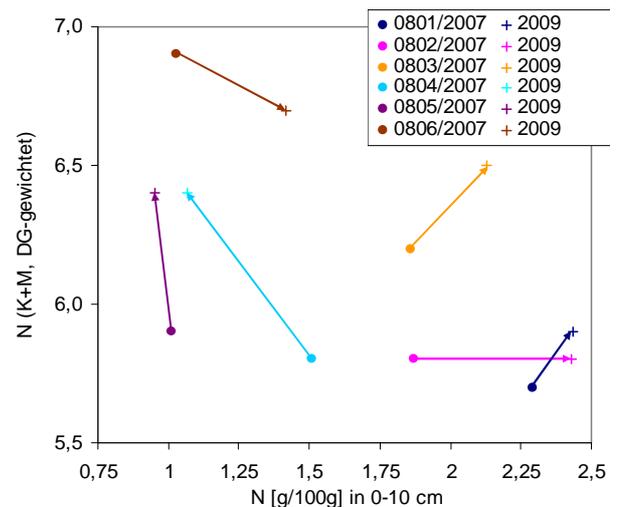
**Abb. 5.2-35: Beziehung zwischen deckungsgradgewichteter mittlerer Reaktionszahl und dem pH-Wert (KCl, 0-10 cm Tiefe) und ihre Driften 2007-2009**



**Abb. 5.2-36: Beziehung zwischen deckungsgradgewichteter mittlerer Reaktionszahl und der Basensättigung (0-10 cm Tiefe) und ihre Driften 2007-2009**



**Abb. 5.2-37: Beziehung der deckungsgradgewichteten mittleren Stickstoffzahl und dem C/N-Verhältnis (0-10 cm Tiefe) und ihre Driften 2007-2009**



**Abb. 5.2-38: Beziehung der deckungsgradgewichteten mittleren Stickstoffzahl und dem Stickstoffgehalt (0-10 cm Tiefe) und ihre Driften 2007-2009**

Bei der **Zeitreihenanalyse** korrespondieren die durch Bioindikation ermittelten Trends von 2007 nach 2009 nicht durchgehend mit den analytisch erhobenen Bodenbefunden. Die Verschiebung der Punkte müsste in den Abb. 5.2-35 und 5.2-36 stets diagonal vom Koordinatenursprung weg- oder hinführen, in Abb. 5.2-37 stets von links oben nach rechts unten bzw. in umgekehrte Richtung. Da die ELLENBERG'sche Stickstoffzahl nicht den Gehalt, sondern die Verfügbarkeit von N anzeigt, korreliert die mittlere N-Zahl eher mit dem C/N-Verhältnis (Abb. 5.2-37) als mit dem N-Gehalt (Abb. 5.2-38).

Erkennbar ist, dass sowohl die durch Zeigerwert- als auch durch Bodenanalysen festgestellte Drift in den nassesten Erlenwäldern SW0801 und SW0802 am geringsten ausfällt. Sowohl mittels pH-Analyse als auch anhand der R-Zeigerwerte lassen sich für

SW0803 eine Aufbasung und für SW0805 eine Versauerung feststellen (Abb. 5.2-35, 5.2-36). Für die Flächen SW0803, SW0804 und SW0805 findet die über die N-Zahl diagnostizierte Verbesserung der Nährstoffverfügbarkeit durch eine Verengung des C/N-Verhältnisses Bestätigung (Abb. 5.2-37). Die Verbesserung ist nur in SW0803 durch eine *Erhöhung der Stickstoffgehaltes* (Abb. 5.2-38), in den Rabattenhalbförsten SW08004 und SW0805 jedoch durch eine gegenüber dem N-Gehalt relativ stärkere *Abnahme des Kohlenstoffgehaltes* zustande gekommen. Da in allen drei Dauerbeobachtungsflächen die sommerlichen Grundwasserstände und mit ihnen auch die F-Zahlen sanken, liegt die Vermutung nahe, dass sich die verbesserte Nährstoffverfügbarkeit aus dem Torf- (Kohlenstoff-) Abbau als Folge gesunkener Wasserstände ergeben hat.

Bei widersprüchlichen Ergebnissen von Bioindikation und Bodenanalytik zu den Trends lässt sich schwer entscheiden, welche Methode die tatsächlich stattgefunden Drift präziser und zeitnäher widerspiegelt. Der spezifische Weiserwert für einen bestimmten Parameter bleibt immer unscharf, da Vitalität und Existenz von Pflanzenarten von mehreren Faktoren abhängen. Vermehrter Lichtgenuss erweitert die physiologische und ökologische Amplitude oft in Richtung Nährstoffarmut (ELLENBERG et al. 1992a, ELLENBERG 1996). Außerdem kann die Dynamik der Vegetationszusammensetzung der bodenchemischen Driften nachlaufen, weshalb diese nicht zeitnah abgebildet werden. Da die Vegetationsdecke flächig ausgebildet ist, die Bodenanalysen aber an einer Mischprobe von nur vier Entnahmepunkten im Bestand erfolgte, kann es jedoch auch sein, dass mit mittleren, deckungsgradgewichteten Zeigerzahlen die bodenchemische Drift besser indiziert wurde. Daher sollten auch weiterhin biotische und abiotische Aufnahmemethoden parallel erfolgen und ihre Ergebnisse miteinander verglichen werden.

In den Tab. 5.2-9 und 5.2-10 wird zusammenfassend dargestellt, inwieweit die über Vegetationsmerkmale und Weiserwerte abgeleiteten standortsökologischen Parameter mit den analytisch ermittelten übereinstimmen.

**Tab. 5.2-9: Vergleich des standortsökologischen Status 2009 anhand wichtiger Bestandesdaten, Bodenparameter und Bioindikationswerte über Rangzahlen**

SW08	01	01i	02	03	03i	04	05	06	06i	07	08	08i
Artenzahl	6	8	4	9	10	11	12	7	5	3	1	2
1/(B1+B2)	11	9	12	7	5	6	10	8	1	3	2	4
L-Zahl	8	11	6	10	5	12	9	1	2	3	4	7
AG1+AG2	7	8	6	12	9	11	10	5	4	2	1	3
F-Zahl	10	12	11	7	8	9	6	3	4	1	2	5
DK <sub>F</sub> <sup>-</sup>	10	11	12	9	6	7	8	1	3	2	4	5
DK <sub>F</sub> <sup>+</sup>	10	11	12	9	6	7	8	2	3	1	5	4
pH (KCl)	6	6	5	3	3	7	4	2	2		1	1
BS	7	7	8	3	3	5	4	2	2		1	1
R-Zahl	9	12	5	7	4	10	8	11	6	2	1	3
AG4 : AG6	7	10	2	4	6	9	8	11	12	1	3	5
N/C	5	5	2	6	6	3	4	7	7		1	1
N-Zahl	7	4	5	11	6	9	8	12	10	3	2	1
DK <sub>T</sub> <sup>-</sup>	5	7	4	8	6	9	10	12	11	3	1	2
DK <sub>T</sub> <sup>+</sup>	6	7	4	8	5	9	10	12	11	3	1	2

Erläuterungen siehe Fußnote Tab. 5.2-10

**Tab. 5.2-10: Vergleich der standortsökologischen Veränderungen zwischen 2007 und 2009 anhand wichtiger Bestandesdaten, Bodenparameter und Bioindikationswerte**

SW08	01	01i	02	03	03i	04	05	06	06i	07	08	08i
Artenzahl	+	-	-	+	++	+	++	+	+	+	-	-
1/(B1+B2)	-	+	-	--	-	-	--	-	-	-	0	0
L-Zahl	-	-	+	+	0	+	-	--	--	+	+	+
AG1+AG2	+	0	-	++	++	+	+	++	-	0	0	-
F-Zahl	-	+	+	-	-	--	--	--	--	0	0	-
DK <sub>F</sub> <sup>-</sup>	0	+	0	0	0	0	-	-	--	++	--	-
DK <sub>F</sub> <sup>+</sup>	0	+	0	0	0	0	0	--	--	++	-	--
pH (KCl)	0	0	-	+	+	+	--	+	+			
BS	-	-	-	+	+	-	-	++	++			
R-Zahl	-	+	+	+	+	0	--	0	++	+	0	+
N/C	-	-	+	+	+	++	++	++	++			
AG4	+	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0
AG6	+	0	+	-	+	+	++	+	0	0	-	-
N-Zahl	+	-	0	+	+	++	++	-	-	-	0	+
DK <sub>T</sub> <sup>-</sup>	0	-	+	+	+	+	0	-	--	--	0	+
DK <sub>T</sub> <sup>+</sup>	-	-	+	+	+	+	0	-	--	0	++	--

*B1+B2: Deckungsgrad Baumschicht 1 + 2; BS: Basensättigung; N/C: Verhältnis Stickstoff- zu Kohlenstoffgehalt; AG: soziologisch-ökologische Artengruppe nach Passarge & Hofmann (1964); AG1: Nässezeiger; AG2: Feuchtezeiger; AG4: Zeiger für reiche Standorte; AG6: Zeiger für Nährstoffmangel; L-, R-, N-, F-Zahl, DKT, DKF: deckungsgradgewichtete Zeigerwertmittel (Kraut- und Mooschichtarten) der Licht-, Reaktions-, Stickstoff- und Feuchtezahl nach Ellenberg et al. (1992a) und Unter- und Obergrenze der dekadischen komplexen Wertespanne für Trophie und Feuchte nach Anders et al. (1985); +: Anstieg; ++: starker Anstieg; -: Rückgang; --: starker Rückgang; 0: keine Veränderung*

### 5.3. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die vorgestellten bodenkundlichen Untersuchungen und hydrologischen Auswertungen stützen im Wesentlichen sowohl den von VÖTT (2000) als auch von RIEK & STROHBACH (2003) beschriebenen bzw. prognostizierten Wandel des Wasserhaushaltes und damit einhergehend der Böden.

Dem Wasserregime kommt hinsichtlich der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Spreewaldböden eine Schlüsselrolle zu. Durch seine Veränderung insbesondere durch den abrupten Rückgang der Sumpfungswassermengen aus dem Braunkohletagebau seit 1989/90 und die damit einhergehenden Grundwasserabsenkungen und zunehmenden Trockenphasen während der Vegetationszeit unterliegen die Ökosysteme Veränderungen, die sich in den bodenkundlichen Indikatoren der ÖUB manifestieren. Im Einzelnen lassen sich die folgenden beiden Haupttendenzen durch die aktuellen ÖUB-Befunde unterstützen:

Die forcierte Torfmineralisierung auf den Niedermoorstandorten führt zur Freisetzung von Nährstoffen (z. B. Ca, Mg, K, N, P). Dadurch kommt es zur Erhöhung der Basensättigung, pH-Werte und Kationenaustauschkapazität sowie zur Einengung der C/N-Verhältnisse. Von dieser Eutrophierung sind die Senkenstandorte betroffen. Mit dem Wasseraustrag aus dem Gebiet dürfte ein bedeutender Nährstoffexport verbunden sein.

Auf den Sandstandorten der höher gelegenen Gebiete kommt es indes zur Oberbodenversauerung und Nährstoffverarmung, die sich in sinkenden pH-Werten und geringer Basensättigung manifestiert. Die pH-Werte auf ÖUB-Fläche SW0808 weisen darauf hin, dass hier die zunehmende Gefahr toxisch wirkender Kationsäurekonzentrationen besteht. Durch den Mangel an streuzersetzenden Bodenbakterien wachsen die organischen Auflageschichten, was bereits zur Bildung der Humusform Rohhumus geführt hat. Die Folge der Versauerung ist der Rückgang von Arten- und Individuenzahlen vieler Bodenlebewesen und damit die Verringerung der Biodiversität auf den betroffenen Flächen.

Diese Befunde spiegeln sich im Wesentlichen in den Ergebnissen der vegetationskundlichen Erhebungen wider. Die Differenzierung der Bestände nach Standorten, wie sie anhand der mittleren Zeigerwerte der vorhandenen Pflanzen erfolgen kann, stimmt weitgehend mit der Grundwassersituation und -dynamik, sowie den Oberbodeneigenschaften überein. Die Standorte der Erlenwälder sind die feuchtesten, gefolgt vom Eschenwald und den Buchenbeständen. Die mittlere F-Zahl und  $DK_T$ -Wertespanne trennen die Buchenbestände jedoch weniger deutlich vom Traubenkirschen-Eschenwald ab.

Auch hinsichtlich der R-Zahl (Basenversorgung), N-Zahl (Stickstoffversorgung) und  $DK_T$ -Wertespanne stehen die Buchenwälder isoliert da. Erlenwälder auf der einen und Traubenkirschen-Eschenwald auf der anderen Seite werden durch die N-Zahl jedoch weniger scharf getrennt, als mit der  $DK_T$ -Wertespanne.

Der Vegetationsdynamik zugrundeliegende standortsökologische Trends lassen sich teilweise schwer determinieren und interpretieren. Bei der Analyse der  $DK_T$ -Wertespannen wird im Allgemeinen eine schwache Tendenz zu trockeneren und ärmeren Bedingungen angezeigt, am deutlichsten beim Traubenkirschen-Eschenwald. Bestimmte Veränderungen in der Lichtökologie, Oberbodenfeuchte und der Nährstoffversorgung in der gezäunten Variante des Faulbaum-Buchenwaldes lassen sich mit der Auflichtung des Nachbarbestandes und dem seitlichem Lichteinfall erklären. Mit den durch Bodenanalysen festgestellten Differenzen zwischen 2007 und 2009 lassen sich mit den durch Bioindikation ermittelten Trends nicht immer in Deckung bringen. Es kann noch nicht entschieden werden, welches die empfindlichere Methode ist.

Größere floristische Ähnlichkeiten bestehen jeweils zwischen den Schwarzerlen-Rabattenhalbförsten, zwischen den nassen, naturnahen Erlenwäldern (SW0801, SW0802) und zwischen den Buchenbeständen. Der Eschenwald steht pflanzensoziologisch den Erlenwäldern nahe.

In den Erlen- und Eschenwäldern ist eine Tendenz zu höheren Stetigkeiten von *Lythrum salicaria*, *Lysimachia thyrsoiflora*, *Moehringia trinervia*, *Eurynchium swartzii*, teilweise auch *Brachythecium rivulare* und in den trockeneren Beständen *Brachythecium rutabulum* erkennbar. Außerdem ist die Ausbreitung von *Impatiens noli-tangere* zu beobachten. Die artenarmen Buchenbestände sind floristisch gesehen relativ stabil. Innerhalb der Erlen- und Eschenbestände weist der artenreiche Brennessel-Erlenwald die geringste floristische Dynamik auf. Die relativ starken floristischen Veränderungen im Zeitraum 2003-2007 dürften mit mehreren starken Föhjahrsabfälle des Grundwasserpegels zusammenhängen.

In allen gezäunten Kontrollflächen ließ sich im Gegensatz zur jeweiligen Außenfläche eine zunehmende kleinräumige Diversifizierung der Vegetation feststellen (Artenverteilung, Evenness), was mit dem homogenisierenden Einfluss durch Äsung in Zusammenhang gebracht wird.

Die in 10 m<sup>2</sup>-Parzellen unterteilte Aufnahmefläche war in nahezu allen Fällen kleiner als das Minimumareal des jeweiligen Ökosystems. Insbesondere bei den relativ artenarmen Buchenflächen sollte für die Dauerbeobachtung eine Flächenerweiterung in der Form erfolgen, dass die Präsenz weiterer gesellschaftstypischer Arten erfasst werden kann. Auf den Dauerbeobachtungsflächen in den Rabattenhalbforsten und im Brennessel-Erlenwald wurden die meisten Pflanzenarten gefunden ( $n_{2009} = 65 \dots 72$ ). Aufgrund der geringen Aufnahmefläche, ist auch die aufgestellte Liste geschützter Arten, ihr Auftreten und Verschwinden, unsicher. Die meisten geschützten Arten waren in unterschiedlichen Jahren im feuchtesten Erlenwald (SW0801,  $n_{2009} = 12$ ) und im Erlen-Rabattenhalbforst SW0805 ( $n_{2009} = 13$ ) anzutreffen. Die Buchenbestände sind aus geobotanisch-naturschutzfachlicher Sicht wenig interessant.

Die Vergleichbarkeit pflanzensoziologischer Aufnahmen aus verschiedenen Jahren (Zeitreihenanalyse) ist nicht immer optimal möglich, da Präsenz und Deckungsgrade vorhandener Arten von ihrem phänologischen Zustand abhängen, der an Termin und Witterung gekoppelt ist. Tendenziell niedrigere Artenzahlen im Aufnahmejahr 2007 sind wahrscheinlich Ergebnis einer zu spät erfolgten vegetationskundlichen Aufnahme (September/ Oktober).

## 6. Literaturverzeichnis

**AG BR (1995):** „Biosphärenreservate in Deutschland - Leitlinien für Schutz, Pflege und Entwicklung“, Berlin, 377 S.

**AID (1997):** „Extensive Bewirtschaftung von Dauergrünland - Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (aid) e.V.“, 1287. Bonn. 47 S.

**ANDERS, S., G. HOFMANN, S. UNGER (1985):** „Quantifizierung der Leistungspotenz natürlicher Standortproduktivkräfte für die Rohholzerzeugung anhand ökologischer Ertragsmodelle“, Beitr. f. Forstwirtsch. 19: 97-109.

**ANDERS, S., W. BECK, A. BOLTE, G. HOFMANN, M. JENSSEN, U.-K. KRAKAU & J. MÜLLER (2002):** „Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands“, Verlag N, Kessel, Oberwinter, 284 S.

**BARNDT, D., S. BRASE, M. GLAUCHE, H. GRUTTKE, B. KEGEL, R. PLATEN & H. WINKELMANN (1991):** Die Laufkäferfauna von Berlin (West) – mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung). – In: R. PLATEN & H. SUKOPP (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung S 6: 243-275.

**BEHRENDT, A. (1996):** „Grundwasserlysimeteruntersuchungen zum Wasserverbrauch und zur Nährstoffdynamik bei der Renaturierung von Niedermooren“ in Schalitz, G., Behrendt, A. Merbach, W. und M. Fechner 1996: „Stoffhaushalt von Niedermooren und hydromorphen Mineralböden des nordostdeutschen Tieflandes – Ergebnisse langjähriger und neukonzipierter Lysimeteruntersuchungen“, ZALF-Bericht Nr. 26. Müncheberg.

**BML (1990):** „Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE)“, Arbeitsanleitung. Bonn. (Neuaufgabe 1994).

**BMVEL (2006):** „Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) – Arbeitsanleitung für die Außenaufnahmen“, 2. Auflage.

**CHMIELEWSKI F. M. (2007):** „Phänologie – ein Indikator zur Beurteilung der Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biosphäre“, Promet Jahrgang 33 Nr. 1/2, 2007, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main.

**DEUTSCHES MAB NATIONALKOMITEE (1996):** Kriterien für die Überprüfung und Anerkennung von Biosphärenreservaten der UNESCO in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 72 S.

**DIERSCHKE H. (1994):** „Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden“, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 684 S.

**DREGER, F., V. LUTHARDT & W.-G. VAHRSON (1999):** „Ökosystemare Umweltbeobachtung - eine Hauptaufgabe in den Biosphärenreservaten: Rahmenbedingungen und Vorgehensweise für die Biosphärenreservate Schorfheide-Chorin und Spreewald“, Beitr. f. Forstwirtsch. u. Landschaftsökol. 33, H.2, 49-54

**DWD (2009):** Jahresberichte 2004 - 2009 des Deutschen Wetterdienstes ([www.dwd.de](http://www.dwd.de)); Download [http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwww/Desktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_menu2\\_bibliothek\\_periodika&T19601431211153457661598gsbDocumentPath=Content%2FOeffentlichkeit%2FPB%2FPBFB%2FPeriodika%2FJahresbericht%2FJahresbericht\\_\\_teaser.html&\\_state=maximized&\\_windowLabel=T19601431211153457661598&lastPageLabel=\\_dwdwww\\_menu2\\_bibliothek\\_periodika](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwww/Desktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_menu2_bibliothek_periodika&T19601431211153457661598gsbDocumentPath=Content%2FOeffentlichkeit%2FPB%2FPBFB%2FPeriodika%2FJahresbericht%2FJahresbericht__teaser.html&_state=maximized&_windowLabel=T19601431211153457661598&lastPageLabel=_dwdwww_menu2_bibliothek_periodika)

**DWD (2010):** Schriftliche Mitteilung des Deutschen Wetterdienstes, Abteilung Agrarmeteorologie, Außenstelle Leipzig, Falk Böttcher

**ELLENBERG H. et al. (1992):** „Zeigerwerte der Pflanzen in Mitteleuropa“, 3. erweit. Aufl. Goltze, Göttingen, ISBN 3884525182 (Scripta Geobotanica 18)

- ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN (1992A):** „Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa“, Scripta Geobotanica 18, 2. Aufl., Erich Goltze, Göttingen, 258 S.
- ELLENBERG, H. (1996):** „Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen“, 5. Aufl., UTB, Ulmer Stuttgart, 1096 S.
- EMMERLING, C. & H.-C. FRÜND (1993):** Charakteristika von Bodentieren unter pessimalen Bedingungen. - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Gesellsch.: 503-506.
- FECHNER, M. (1995):** „Jahresbericht 1995 der Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland- und Futterwirtschaft Paulinenaue e.V. – Paulinenaue“.
- GLASSTETTER, M. (1991):** „Die Bodenfauna und ihre Beziehungen zum Nährstoffhaushalt in Geoökosystemen des Tafel- und Faltenjura (Nordwestschweiz)“, Physiogeografica 15, 224 S.
- GLAVAC, V. (1996):** „Vegetationsökologie - Grundfragen, Aufgaben, Methoden“, Gustav Fischer, Jena, 358 S.
- HAGGENMÜLLER K. & V. LUTHARDT (2009):** „Pflanzenphänologische Veränderungen als Folge von Klimawandel in unterschiedlichen Regionen Brandenburgs“, Forschungsarbeit in Kooperation mit dem Landesumweltamt Brandenburg, Fachhochschule Eberswalde
- HOFMANN, G. & H. PASSARGE (1968):** „Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes II“, Pflanzensoziologie Bd. 16, Jena, 298 S.
- HOFMANN, G. (1997A):** „Konzept zur ökosystemaren Umweltbeobachtung für die Ökosystemtypen Wälder und Forsten der Biosphärenreservate Schorfheide-Chorin und Spreewald“, unveröffentlichtes Gutachten.
- HOFMANN, G. (1997B):** „Mitteluropäische Wald- und Forstökosystemtypen in Wort und Bild“, AFZ/Der Wald-Sonderheft.
- HOFMANN, G, M. JENSSEN & S. ANDERS (1999):** „Umweltbeobachtung in Wäldern und Forsten auf der Grundlage von Ökosystemtypen“, Beitr. Forstw. und Landschaftsök., H 33, S. 5-63
- HOFMANN, G. (2002):** „Entwicklung der Waldvegetation des nordostdeutschen Tieflandes unter den Bedingungen steigender Stickstoffeinträge in Verbindung mit Niederschlagsarmut“, In: Anders, S., Beck, W., Bolte, A., Hofmann, G., Jenssen, M., Krakau, U.-K. & Müller, J.: „Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands“, Kessel, Oberwinter, S. 24-41, 201-269.
- HOFMANN, G & M. JENSSEN (2003):** „Konzept der ÖUB – Ökosystemgruppe Wald“, Unveröffentlichter Kurzbericht.
- HOFMANN, G. & M. JENSSEN (2004):** „Die Entwicklung ausgewählter Wälder und Forsten“, In Luthardt, V. et al. (2004): „Lebensräume in Wandel – Bericht zur ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) in den Biosphärenreservaten Brandenburgs“, Fachbeiträge LUA BB, H. 94, S. 128-139.
- HORNCHUCH, F. & W. RIEK (2009):** „Bodenheterogenität als Indikator von Naturnähe? – 1. Bewertung der Natürlichkeit anhand verschiedener Kompartimente und Diversitätsebenen unter besonderer Berücksichtigung des Bodens (Literaturstudie)“, Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz 7: 35-53. Download: [http://www.afsv.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online\\_heft-7-3.pdf](http://www.afsv.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online_heft-7-3.pdf)
- INGRISCH, S. & G. KÖHLER (1998):** „Die Heuschrecken Mitteleuropas“, Die Neue Brehm-Bücherei, Bd. 629, 460 S., Westharp-Wiss., Magdeburg.
- KABUS, T. (2002):** „Gefährdete Pflanzenarten in Gewässern der Rühstädter Elbaue und Ursachen für ihre Verbreitung“ – Auenreport 7-8, Rühstätt: 122-131.
- KABUS, T., T. BERGER, O. BRAUNER & J. MEISEL (2006):** „Ökosystemare Umweltbeobachtung (ÖUB) im Biosphärenreservat Spreewald 2005/2006 - Ökosystemtyp

Fließgewässer – Ergebnisbericht“, Unveröff. Gutachten. Institut für angewandte Gewässerökologie, Seddin. 89 S.

**KABUS, T. & T. BERGER (2009):** „Ökosystemare Umweltbeobachtung (ÖUB) im Biosphärenreservat Spreewald - Wiederholungsuntersuchung 2007/2008 - Ökosystemtyp Fließgewässer - Ergebnisbericht“, Unveröff. Gutachten. Institut für angewandte Gewässerökologie, Seddin. 121 S.

**KÄMMERER, A. (1993):** „Regenwurmzönosen in niedermoorartigen Grünlandböden des Drömling (SO Niedersachsen)“, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Gesellsch., 72: 555-558.

**KÄMMERER, A. (1996):** „Erhebung der Regenwurmfaua im Finowtal (Kreis Eberswalde) und in der Sernitzniederung (Kreis Angermünde) mit ökologischer Bewertung III“, 1995, Gutachten im Auftrag der Fachhochschule Eberswalde, 18 S.

**KLATT, R., D. BRAASCH, R. HÖHNEN, I. LANDECK et al. (1999):** „Rote Liste und Artenliste der Heuschrecken des Landes Brandenburg“, Hrsg. Landesumweltamt Brandenburg - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 8 (1): Beilage, 19 S.

**KLAWITTER, J., S. RÄTZEL & A. SCHAEPE (2002):** „Gesamtartenliste und Rote Liste der Moose des Landes Brandenburg“, Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 11 (4): Beilage, 104 S.

**KOHLER, A. (1978):** „Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen“, Landschaft + Stadt 10/2, S. 73–85

**KÖNIG, N. & B. WOLFF (1993):** Abschlußbericht über die Ergebnisse und Konsequenzen der im Rahmen der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) durchgeführten Ringanalysen. Berichte Forschungszentrum Waldökosysteme Göttingen, Reihe B, Band 33.

**Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (1998):** „Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland -Chemische Gewässergüteklassifikation“, Berlin

**LONDO, G. (1976):** „The decimal scale for releves of permanent quadrats“, Vegetation 33/1: 61-64

**LUA (2004):** „Biotopkartierung Brandenburg Band 1“, Kartierungsanleitung und Anlagen. Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam, 312 S.

**LUA (2006):** „Umweltdaten aus Brandenburg – Bericht 2006“, Landesumwelt Brandenburg, Potsdam, 180 S., Download <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/5lbn1.c.124304.de#5>

**LUA (2007):** „Umweltdaten aus Brandenburg – Bericht 2007“, Landesumwelt Brandenburg, Potsdam, Download <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/5lbn1.c.124304.de#5>

**LUA (2007A):** „Biotopkartierung Brandenburg Band 2“, Beschreibung der Biotoptypen Landesumweltamt Brandenburg, 3. Aufl., Potsdam, 512 S.

**LUA (2008):** „Luftqualität in Brandenburg – Jahresbericht 2008“, Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam, Download <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/5lbn1.c.124304.de#5>

**LUA (2009):** „Umweltdaten Brandenburg 2008/09“, Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam, Download <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/5lbn1.c.124304.de#5>

**LUGV (2010):** Datenblätter Grundwassermessstellen, mündliche Mitteilung

**LUGV (2011):** „14 Jahre Dauerbeobachtung von Ökosystemen - Entwicklungen im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin“ (in Vorbereitung), 56 S.

**LUDWIG, G. & M. SCHNITTLER (HRSG.) (1996):** „Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands“, Schr. R. f. Vegetationskunde 28, Bonn-Bad Godesberg, 744 S.

- LUTHARDT, V., W.-G. VAHRSON & F. DREGER (1999):** „Konzept und Aufbau der Ökosystemaren Umweltbeobachtung für die Biosphärenreservate Brandenburgs“, Natur und Landschaft 74, H.4, 135-143
- LUTHARDT, V. et al. (2004):** „Lebensräume in Wandel – Bericht zur ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) in den Biosphärenreservaten Brandenburgs“, Fachbeiträge LUA BB, H. 94, 188 S.
- LUTHARDT, V., O. BRAUNER, B. WITT, S. FRIEDRICH, M. ZEIDLER, G. HOFMANN, M. JENSSEN, J. MEISEL, T. KABUS, L. TÄUSCHER, G. KRÜGER & D. SCHMIDT † (2005):** „Lebensräume im Wandel – Bericht zur ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) in den Biosphärenreservaten Brandenburgs“, Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Potsdam, Heft Nr. 94, 188 S.
- Luthardt, V., O. Brauner, F. Dreger, S. Friedrich, H. Garbe, A.-K. Hirsch, T. Kabus, G. Krüger, H. Mauersberger, J. Meisel, D. Schmidt †, L. Täuscher, W.-G. Vahrson, B. Witt & M. Zeidler (2006a):** „Methodenkatalog zum Monitoringprogramm der Ökosystemaren Umweltbeobachtung in den Biosphärenreservaten Brandenburgs“, 4. akt. Ausgabe, unveröff., im Auftrag des Landesumweltamt Brandenburg, FH-Eberswalde, Teil A 177 S. + Anhang; Teil B 134 S.+ Anhang
- LUTHARDT, V., S. FRIEDRICH, O. BRAUNER, C. HOFFMANN, T. KABUS, R. MAUERSBERGER, L. TÄUSCHER, T. BERGER & J. MEISEL (2006b):** „2. Bericht zur ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) in den Biosphärenreservaten Brandenburgs - Zeitreihenuntersuchungen der Seen, des Moorgrünlandes und der Moore im BR Schorfheide – Chorin; der Fließgewässer, des Mineralischen und Moor-Grünlandes sowie der Äcker im BR Spreewald“, unveröff., im Auftrag des Landesumweltamt Brandenburg, FH-Eberswalde
- LUTHARDT, V., O. BRAUNER, C. HOFFMANN & T. KABUS (2009):** „Ausgewählte Ergebnisse der Ökosystemaren Umweltbeobachtung in den Brandenburger Biosphärenreservaten“ – Fachbeiträge des Landesumweltamtes 112. 24 S.
- MAAS, S., P. DETZEL & A. STAUDT (2002):** „Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands – Verbreitungsatlas, Gefährdungseinstufung und Schutzkonzepte“, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 402 S.
- MLUR (Hrsg., 2000):** „Rahmenbedingungen zur Düngung 2000 im Land Brandenburg“, 60 S. + 27 S. Anhang
- Mühlenberg, M. (1993):** „Freilandökologie“; 3. Aufl., UTB, Quelle, Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden, 514 S.
- Passarge, H. & G. Hofmann (1964):** „Soziologische Artengruppen mitteleuropäischer Wälder“, Arch. Forstwes.13 (9): 913-937.
- REUSCH, H. (1995):** „Planungsrelevante Aufbereitung und Bewertung faunistisch-ökologischer Daten vom Makrozoobenthon in Fließgewässern“, Schriftreihe f. Landschaftspfl. u. Naturschutz 43: 31-43; Bonn-Bad Godesberg.
- RIEK, W. & B. STROHBACH (2003):** „Bodenkundlich-hydrologische Charakterisierung unterschiedlich bewirtschafteter Erlenbestände im Spreewald“, Unveröffentlichter Arbeitsbericht. Landesforstanstalt Eberswalde.
- RIEK, W. & B. STROHBACH (2004):** „Einfluss der Forstwirtschaft auf Böden und Wasserhaushalt im Spreewald“, Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 38, 1. 19-23.
- RIEK, W. & WOLFF, B. (2007):** „Bodenkundliche Indikatoren für die Auswertung der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II)“, Berichte Forschungszentrum Waldökosysteme Göttingen. Reihe B. Band 74.
- RIEK, W. (2009):** „Erste Ergebnisse der Bodenzustandserhebung (BZE-2) in Brandenburg“, Eberswalder Forstliche Schriftenreihe / Wissenstransfer in die Praxis. Band 40. 6-13.

- RISTOW, M., A. HERRMANN, H. ILLIG, G. KLEMM, V. KUMMER, H.-C. KLÄGE, B. MACHATZI, S. RÄTZEL, R. SCHWARZ & F. ZIMMERMANN (2006):** „Liste und Rote Liste der etablierten Gefäßpflanzen Brandenburgs“, Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 15 (4), Beiheft.
- SCHAUMBURG, J., C. SCHRANZ, D. STELZER, G. HOFMANN, A. GUTOWSKI & J. FOERSTER (2006):** „Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos“, Stand Januar 2006, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 120 S.
- SCHEFFLER, I., K.-H. KIELHORN, D.W. WRASE, H. KORGE & D. BRAASCH (1999):** „Artenliste und Rote Liste der Laufkäfer des Landes Brandenburg (Coleoptera: Carabidae)“, Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 8 (4), Beilage: 27 S.
- SCHINDLER, U., A. BEHRENDT & L. MÜLLER (2003):** „Change of soil properties of fens as a result of soil development“, J. Plant Nutr. Soil Sci. , 166, 357 – 363
- SCHMIDT, D. & G. KRÜGER (2001):** „Ökosystemare Umweltbeobachtung im BR Spreewald“, Unveröff. Gutachten
- SCHMIEDEKNECHT, A. (1995):** „Untersuchungen zur Auswirkung von Flächenstillegungen auf die Vegetationsentwicklung von Acker- und Grünlandbrachen im Mitteldeutschen Trockengebiet“, *Dissertationes Botanicae* 245.
- SCHNELLE F. (1955):** „Pflanzenphänologie“, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig
- SCHÖNTHALER et al. (1994):** „Konzeption für eine ökosystemare Umweltbeobachtung – Pilotprojekt für Biosphärenreservate“. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- SCHUSTER, R. (2001):** „Erfassung und Bewertung von Regenwurmzönosen (*Lumbricidae*) auf Grünland im Rahmen der ökosystemaren Umweltbeobachtung – Untersuchungen in den Biosphärenreservaten Spreewald und Schorfheide-Chorin / Brandenburg“, unveröff. Dipl.-Arb., Fachhochschule Eberswalde, 88 S. + Anhang
- SCHWÄRZEL, K., M. RENGER, R. SAUERBREY & G. WESSOLEK (2002):** „Soil physical characteristics of peat soils“, J. Plant Nutr. Soil Sci. , 165, 479 – 486
- STROHBACH, B. & W. RIEK (2003):** „Zur Bodenentwicklung anthropogen beeinflusster Niedermoore des Spreewalds“, Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Bd. 102, H2, 589-590.
- SUCCOW, M. & H. JOOSTEN (2001):** „Landschaftsökologische Moorkunde“, Stuttgart.
- TRAUTNER, J., G. MÜLLER-MOTZFELD & M. BRÄUNICKE (1996):** „Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae)“, 2. Fassung, Stand Dezember 1996, Naturschutz und Landschaftsplanung 29 (9): 261-273
- VENTERINK, OLDE H., M. J. WASSEN, A. W. M. VERKROOST & P.C. DE RUITER (2003):** „Species richness-productivity patterns differ between N-, P-, and K-limited wetlands“, in Ecology 84(8). 2191-2199
- VÖTT, A. (2000):** „Ökosystemveränderungen im Unterspreewald durch Bergbau und Meliorationsmaßnahmen“, Marburger Geographische Schriften. Heft 136.
- WAGNER, PETER (HRSG., 2000):** „Landwirtschaftliches Lehrbuch“, Ulmer, Stuttgart. 494 S.
- WASSER- UND BODENVERBAND (2009):** Mündliche Mitteilung der Stationen Nördlicher Spreewald und Oberland Calau, Kontaktdaten unter <http://www.luis-bb.de/service/adressen/S7100029/>
- WENDLING, U., H.-G. SCHELLIN UND M. THOMÄ (1991):** Bereitstellung von täglichen Informationen zum Wasserhaushalt des Bodens für die Zwecke der agrarmeteorologischen Beratung. Z. Meteorol. 41, 468-475
- WOLFF, B. & W. RIEK (1997):** „Deutscher Waldbodenbericht 1996“, 2 Bände, Bonn

**WOLFF, B., W. RIEK, F. HORNSCHUCH & J. BIELEFELDT (2007):** „Methodenkatalog zum Monitoringprogramm der Ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) in den Biosphärenreservaten Brandenburgs für Waldökosystemtypen (ÖUB-Wald)“, Wald+Boden Umweltconsult GmbH, 75 S., unveröff.

**WOLFF, B., W. RIEK & F. HORNSCHUCH (2008):** „Neue Ergebnisse der ÖUB-Wald in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin, Spreewald und Flusslandschaft Elbe-Brandenburg“, Monografien und Synopse, Wald+Boden Umweltconsult GmbH, unveröff.

## 7. Tabellenverzeichnis

TAB. 1-1 MONITORINGFLÄCHEN DER ÖÜB IM BR SW .....	- 11 -
TAB. 2.2-1: MITTLERE LÄNGE DER JAHRESZEITEN (IN TAGEN) IM SPREEWALD .....	- 19 -
TAB. 2.3-1: JAHRESMITTELWERTE 1993 UND 2003-2009 DER KENNGRÖßEN FÜR DIE IMMISSIONSBELASTUNG IM LAND BRANDENBURG .....	- 20 -
TAB. 3.1-1: KLASSEKRIERIEN FÜR DIE ZUORDNUNG DER ÖKOSYSTEMTYPEN DES GRASLANDES UND AUFLISTUNG DER RELEVANTEN NUTZUNGSFORMEN/ MANAGEMENTMAßNAHMEN .....	- 24 -
TAB. 3.3-1: GRUPPIERUNG DER FLÄCHEN NACH WASSERVERHÄLTNIßEN (U.F. = UNTER FLUR) .....	- 31 -
TAB. 3.3-2: EXTENSIVE NUTZUNGSART AUF DEN MONITORINGFLÄCHEN DES GRUNDWASSERNAHEN GRÜNLANDES MIT ZUORDNUNG ZU DREI INTENSITÄTSKLASSEN; I = RELATIV HOCH, II = MITTEL, III = GERING IM DURCHSCHNITT DER JAHRE VON 2000- 2009 GV = GROBVIEHEINHEIT .....	- 33 -
TAB. 3.3-3: BODENSUBSTRAT DER OBERBÖDEN UND BODENTYPEN DER SPREEWALDER MONITORINGFLÄCHEN .....	- 34 -
TAB. 3.3-4: C/N-VERHÄLTNIßE, PFLANZENVERFÜGBARES KALIUM UND PHOSPHOR IN DEN OBERBÖDEN (0-20 CM TIEFE) IM VERGLEICH DER UNTERSUCHUNGSJAHRE (N = 3 MIT 4 STICHPROBEN PRO ZEITREIHE UND MESSFELD) - 36 -	
TAB. 3.4-1: ERTRÄGE DES ERSTEN AUFWUCHSES AUF DEN MONITORINGFLÄCHEN DER ÖÜB IM SPREEWALD UND GESCHÄTZTE JAHRESERTRÄGE IN DER ERSTAUFNAHME VON 1999 - 2001 UND DEN WIEDERHOLUNGS-AUFNAHMEN - 38 -	
TAB. 3.4-2: MITTLERE GESCHÄTZTE JAHRESERTRÄGE (VGL. TAB. 3.4-1), NUTZUNGSINTENSITÄTSSTUFE (VGL. TAB. 3.3-2), SOWIE HYDROLOGISCHE VERHÄLTNIßE (VGL. TAB. 3.3-1) .....	- 39 -
TAB. 3.4-3: GEHALT DER HAUPTNÄHRSTOFFE STICKSTOFF, KALIUM UND PHOSPHOR (IN %) SOWIE ERRECHNER GEHALT AN ROHPROTEIN (IN %) DER OBERIRDISCHEN PFLANZENBIOMASSE IM VERGLEICH DER UNTERSUCHUNGSJAHRE UND ANGABEN AUS DER LITERATUR (N = 5 PRO JAHR UND MONITORINGFLÄCHE) .....	- 40 -
TAB. 3.4-4: VERHÄLTNIßE DER NÄHRSTOFFGEHALTE VON STICKSTOFF, KALIUM UND PHOSPHOR IN DER OBERIRDISCHEN PFLANZENBIOMASSE (N = 5 PRO JAHR UND MONITORINGFLÄCHE) .....	- 41 -
TAB. 3.4-5: LIMITIERUNG DES PFLANZENAUFWUCHSES AUF DEN MONITORINGFLÄCHEN DURCH DIE NÄHRSTOFFE UND KOMBINATIONEN VON STICKSTOFF, KALIUM, PHOSPHOR ENTSPRECHEND DER KRITERIEN AUS VENTERINK ET AL. (2003) .....	- 41 -
TAB. 3.5-1: PFLANZENARTEN DER MONITORINGFLÄCHEN: GESAMTZAHLN JE ZEITREIHE - DAVON ARTEN IN ODER AM RAND DER MONITORINGFLÄCHE UND ÜBER ALLE ZEITEN GEFUNDENE PFLANZENARTEN .....	- 42 -
TAB. 3.5-2: ERGEBNISSE DER TRANSEKTAUFNAHMEN: MITTLERE ARTENZAHLEN PRO TRANSEKTPUNKT (TP) (= 6,3 m <sup>2</sup> ) UND GESAMTARTENZAHL IN ALLEN TP EINES TRANSEKTES .....	- 43 -
TAB. 3.5-3: SORTIERUNG DER MONITORINGFLÄCHEN NACH MITTLERER PFLANZENARTENZAHL IN DEN TRANSEKTAUFNAHMEN GEMITTELT ÜBER 4 ZEITREIHEN MIT ANGABE DES NUTZUNGSBEGINNS UND DER INTENSITÄTSSTUFE DER NUTZUNG .....	- 45 -
TAB. 3.5-4: PFLANZENARTEN MIT STATUSANGABE IN DER ROTEN LISTE VON BRANDENBURG (BB) UND IN DEUTSCHLAND (BRD) SOWIE DEREN FREQUENZ IN DEN AUFNAHMEN DER ÖÜB-MONITORINGFLÄCHEN .....	- 46 -
TAB. 3.6-1: ERLÄUTERUNG DER KRITERIEN FÜR DIE EINORDNUNG DER PFLANZENARTEN IN DIE ARTENGRUPPEN UNTER ANGABE DES IN TABELLE ANHANG 3 VERWENDETEN KÜRZELS .....	- 48 -
TAB. 3.6-2: ANTEIL DER AUSGEWÄHLTEN ÖKOLOGISCHE ARTENGRUPPEN AM „BAUWERT“ DER PFLANZENBESTÄNDE IN DEN AUFNAHMEN DER TRANSEKTE UND DEREN ENTWICKLUNG IN DEN ZEITREIHEN .....	- 48 -
TAB. 3.6-3: VERHÄLTNIß DES BAUWERTES VON BEWEIDUNGSZEIGERN ZU RÖHRICHTARTEN .....	- 53 -
TAB. 3.8-1: AUTÖKOLOGISCHE CHARAKTERISIERUNG DER AUF DEN EINZELNEN UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN ÜBER DIE BISHERIGE ZEITREIHE NACHGEWIESENEN HEUSCHRECKENARTEN UNTER ANGABE IHRER BISHER MAXIMAL ERMITTELTE RELATIVEN HÄUFIGKEITEN .....	- 61 -
TAB. 3.8-2: VERGLEICH DER BEI DER ERSTAUFNAHME SOWIE DER 1. BIS 3. WIEDERHOLUNG MIT DER TRANSEKTMETHODE ERFAßTE HEUSCHRECKENARTEN UND IHRE CHARAKTERISIERUNG IN ÖKOLOGISCHEN GRUPPEN AUF DER FLÄCHE SCHAPPIGK .....	- 62 -
TAB. 3.9-1: FLÄCHE KLEINES GEHEGE (M4) – STENOTOP HYGROPHILE (NACH BARNDT ET AL. 1991) SOWIE GEFÄHRDETE LAUFKÄFERARTEN UND IHRE INDIVIDUENZAHLEN NACH DER ROTEN LISTE BRANDENBURGS (SCHEFFLER ET AL. 1999) UND DER BRD (TRAUTNER ET AL. 1996) .....	- 66 -
TAB. 3.9-2: DARSTELLUNG DER IM BISHERIGEN UNTERSUCHUNGSZEITRAUM NACHGEWIESENEN GESAMTARTENZAHLEN SOWIE DEREN JÄHRLICHE SCHWANKUNGEN UNTER ANGABE DER ZAHL DER GEFÄHRDETE LAUFKÄFERARTEN NACH DER ROTEN LISTE BRANDENBURGS SOWIE DER BRD (VGL. TAB. 3.9-1) IN DEN UNTERSUCHTE GRÜNLAND-ÖKOSYSTEMEN .....	- 67 -
TAB. 3.9-3: ENTWICKLUNG DER LAUFKÄFERZÖNOSEN AUF DEN GRÜNLANDFLÄCHEN, AUSWERTUNG DER RELATIVEN INDIVIDUENANTEILE DER ÖKOLOGISCHEN GRUPPEN .....	- 67 -
TAB. 4.1-1: UNTERSUCHUNGSGEWÄSSER, ABSCHNITTSNUMMERN UND ÖKOSYSTEMTYP .....	- 74 -
TAB. 4.2-1: LIMNOCHEMISCHE ANALYSEDATEN DER NEUEN SPREE .....	- 76 -
TAB. 4.2-2: VERTEILUNG DER TAXA AUF DIE UNTERSUCHTE TIERGRUPPEN UND IHR ANTEIL GEFÄHRDETE ARTEN AN DER NEUEN SPREE (UP 3) .....	- 77 -
TAB. 4.2-3: BEISPIELE FÜR CHARAKTERISTISCHE FLIEßWASSERARTEN AN DER KLEINEN SPREE (BESONDERS WERTGEBENDE VERTRETER FETT) .....	- 77 -

TAB. 4.2-4: LIMNOCHEMISCHE ANALYSEDATEN FÜR DEN A-GRABEN .....	- 79 -
TAB. 4.2-5: MAKROPHYTENARTEN IM A-GRABEN UND IHRE HÄUFIGKEIT (SKALA NACH LONDO (1975, 1984) ZITIERT IN DIERSCHKE (1994) UND KOHLER 1978) .....	- 80 -
TAB. 4.2-6: VERTEILUNG DER TAXA AUF DIE UNTERSUCHTEN TIERGRUPPEN UND IHR ANTEIL GEFÄHRDETER ARTEN AM A-GRABEN (UP 9) .....	- 81 -
TAB. 4.2-7: BEISPIELE FÜR CHARAKTERISTISCHE FLIEßWASSERARTEN AM A-GRABEN ( <i>BESONDERS WERTGEBENDE VERTRETER FETT</i> ) .....	- 81 -
TAB. 4.2-8: LIMNOCHEMISCHE ANALYSEDATEN FÜR DIE NEUE POLENZOA .....	- 82 -
TAB. 4.2-9: MAKROPHYTENARTEN IN DER NEUEN POLENZOA UND IHRE HÄUFIGKEIT (SKALA NACH LONDO (1975, 1984) ZITIERT IN DIERSCHKE (1994) UND KOHLER 1978) .....	- 84 -
TAB. 4.2-10: VERTEILUNG DER TAXA AUF DIE UNTERSUCHTEN TIERGRUPPEN UND IHR ANTEIL GEFÄHRDETER ARTEN AN DER NEUEN POLENZOA (UP 13) .....	- 85 -
TAB. 4.2-11: BEISPIELE FÜR CHARAKTERISTISCHE FLIEßWASSERARTEN AN DER NEUEN POLENZOA ( <i>BESONDERS WERTGEBENDE VERTRETER FETT</i> ) .....	- 85 -
TAB. 4.2-12: LIMNOCHEMISCHE ANALYSEDATEN FÜR DEN LEHMANSFLIEß .....	- 86 -
TAB. 4.2-13: VERTEILUNG DER TAXA AUF DIE UNTERSUCHTEN TIERGRUPPEN UND IHR ANTEIL GEFÄHRDETER ARTEN AM LEHMANSFLIEß (UP 27); ( $x^1$ ) = BISHER IST KEINE ROTE LISTE ERSCHEINEN .....	- 88 -
TAB. 4.2-14: BEISPIELE FÜR CHARAKTERISTISCHE FLIEßWASSERARTEN AM LEHMANSFLIEß ( <i>BESONDERS WERTGEBENDE VERTRETER FETT</i> ) .....	- 88 -
TAB. 4.3-1: VERTEILUNG DER TAXA AUF DIE UNTERSUCHTEN TIERGRUPPEN UND IHR ANTEIL GEFÄHRDETER ARTEN AM ALLE UP'S .....	- 90 -
TAB. 4.3-2: GEFÄHRDETE ARTEN 2008 JE UNTERSUCHUNGSABSCHNITT .....	- 92 -
TAB. 5.1-1: KURZCHARAKTERISTIK DER 2009 INVENTARISIERTEN ÖUB-FLÄCHEN IM BR SPREEWALD .....	- 98 -
TAB. 5.2-1: KENNWERTE FÜR DEN GRUNDWASSERFLURABSTAND DER ÖUB-FLÄCHEN IM UNTERSUCHUNGSZEITRAUM 2000 – 2009 [M]; BERECHNUNG ANHAND DER EINZELMESSWERTE OHNE MODELLHAFTE ERGÄNZUNG VON FEHLWERTEN .....	- 101 -
TAB. 5.2-2: KURZCHARAKTERISIERUNG DER BÖDEN .....	- 104 -
TAB. 5.2-3: ARTENZAHLEN DER BODENVEGETATION DER ÖUB-FLÄCHEN IN VERSCHIEDENEN JAHREN .....	- 121 -
TAB. 5.2-4: IN DEN ÖUB-FLÄCHEN IN DEN JAHREN 2000 (=1), 2003 (=2), 2007 (=3) UND 2009 (=4) GEFUNDENE PFLANZENARTEN, DIE IN DEN ROTEN LISTEN FÜR DEUTSCHLAND UND FÜR BRANDENBURG UND DER FFH-RICHTLINIE VERZEICHNET SIND .....	- 123 -
TAB. 5.2-5: FLORISTISCHE ÄHNLICHKEIT ZWISCHEN DEN FLÄCHEN IM JAHR 2009, GEMEINSCHAFTSKOEFFIZIENTEN NACH JACCARD ( $G_J$ ), SØRENSEN ( $G_S$ ) UND ELLENBERG ( $G_E$ ) [%] .....	- 125 -
TAB. 5.2-6: FLORISTISCHE ÄHNLICHKEIT ZWISCHEN DEN TERMINEN INNERHALB DER FLÄCHEN. GEMEINSCHAFTSKOEFFIZIENTEN NACH JACCARD ( $G_J$ ), SØRENSEN ( $G_S$ ) UND ELLENBERG ( $G_E$ ) [%] .....	- 126 -
TAB. 5.2-7: FLORISTISCHE ÄHNLICHKEIT ZWISCHEN DER UNGEZÄUNTEN UND GEZÄUNTEN VARIANTE DER M2+-FLÄCHEN ZU UNTERSCHIEDLICHEN TERMINEN. GEMEINSCHAFTSKOEFFIZIENTEN NACH JACCARD ( $G_J$ ) UND ELLENBERG ( $G_E$ ) [%] .....	- 127 -
TAB. 5.2-8: HAUSHALTSFAKTOR-ANZEIGENDE HAUPTGRUPPEN UND ZEIGERWERTE DER SOZIOLOGISCH-ÖKOLOGISCHEN ARTENGRUPPEN NACH PASSARGE & HOFMANN (1964, AKTUALISIERT IN ANDERS ET AL. 2002) .....	- 129 -
TAB. 5.2-9: VERGLEICH DES STANDORTSÖKOLOGISCHEN STATUS 2009 ANHAND WICHTIGER BESTANDES DATEN, BODENPARAMETER UND BIOINDIKATIONSWERTE ÜBER RANGZAHLEN .....	- 139 -
TAB. 5.2-10: VERGLEICH DER STANDORTSÖKOLOGISCHEN VERÄNDERUNGEN ZWISCHEN 2007 UND 2009 ANHAND WICHTIGER BESTANDES DATEN, BODENPARAMETER UND BIOINDIKATIONSWERTE .....	- 140 -
TAB. ANHANG 1: VERWENDETE PHASEN ZUR BESTIMMUNG DER PHÄNOLOGISCHEN JAHRESZEITEN .....	- 155 -
TAB. ANHANG 2: DURCHSCHNITTLICHE VERSCHIEBUNG DES BEGINNS VON PHÄNOLOGISCHEN JAHRESZEITEN (IN TAGEN/ 10 JAHRE) WÄHREND DES ANGEgebenEN ZEITRAUMES IM BIOSPHÄRENRESERVAT SPREEWALD, IN BRANDENBURG, SOWIE GANZ DEUTSCHLAND .....	- 155 -
TAB. ANHANG 3: PFLANZENARTEN MIT EINEM BAUWERT VON MINDESTENS 5 % AM GESAMTBAUWERT DER AUFGENOMMENEN PFLANZENBESTÄNDE IN DEN TRANSEKTEN IM BR SPREEWALD .....	- 156 -

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: LAGE DER ÖÜB-MONITORINGFLÄCHEN IM BR SPREEWALD.....	- 12 -
Abb. 2.1-1: DIE JAHRESSUMMEN DER NIEDERSCHLÄGE VON 1998 BIS 2009 MIT VERGLEICH ZUM LANGJÄHRIGEN MITTEL 1961-1990, GEMESSEN AN DER WETTERSTATION LÜBBEN-BLUMENFELDE.....	- 13 -
Abb. 2.1-2: GEMITTELTE MONATLICHE NIEDERSCHLAGSHÖHEN AUS DEN JAHREN 1998 BIS 2009 MIT VERGLEICH ZUM LANGJÄHRIGEN MITTEL 1961-1990, GEMESSEN AN DER WETTERSTATION LÜBBEN-BLUMENFELDE .....	- 14 -
Abb. 2.1-3: MONATLICHE NIEDERSCHLAGSDIFFERENZEN ZWISCHEN DEM MITTEL DER JAHRE 1998 BIS 2009 UND DEM LANGJÄHRIGEN MITTEL 1961-1990, GEMESSEN AN DER WETTERSTATION LÜBBEN-BLUMENFELDE .....	- 14 -
Abb. 2.1-4: MONATLICHE NIEDERSCHLAGSHÖHEN IN DEN JAHREN 2007 BIS 2009 MIT VERGLEICH ZUM MITTEL 1998 - 2009 UND ZUM LANGJÄHRIGEN MITTEL 1961-1990, GEMESSEN AN DER WETTERSTATION LÜBBEN-BLUMENFELDE .....	- 14 -
Abb. 2.1-5: KLIMATISCHE WASSERBILANZ IM SPREEWALD, MITTELWERT AUS ALLEN MESSSTATIONEN IM SPREEWALD, ANGABEN IN MM, BZW. L/M <sup>2</sup> (WERTE OHNE NIEDERSCHLAGSKORREKTUR, DIE ERMITTLUNG DER POTENZIELLEN VERDUNSTUNG ERFOLGTE NACH DER METHODE VON PENMAN IN DER MODIFIKATION DURCH WENDLING 1991) ..	- 15 -
Abb. 2.1-6: DIE JAHRESMITTEL DER LUFTTEMPERATUR IN DEN JAHREN 1998 BIS 2009 MIT VERGLEICH ZUM LANGJÄHRIGEN MITTEL 1961-1990, GEMESSEN AN DER WETTERSTATION LÜBBEN-BLUMENFELDE SOWIE ZUM DEUTSCHLANDWEITEN MITTELWERT .....	- 16 -
Abb. 2.1-7: MONATLICHE LUFTTEMPERATUR IM MITTEL DER JAHRE 1998 BIS 2009 MIT VERGLEICH ZUM LANGJÄHRIGEN MITTEL 1961-1990, GEMESSEN AN DER WETTERSTATION LÜBBEN-BLUMENFELDE .....	- 16 -
Abb. 2.1-8: MONATLICHE TEMPERATURDIFFERENZ IM MITTEL DER JAHRE 1998 BIS 2009 IM VERGLEICH ZU DEM LANGJÄHRIGEN MITTEL 1961-1990, GEMESSEN AN DER WETTERSTATION LÜBBEN-BLUMENFELDE .....	- 16 -
Abb. 2.1-9: MONATSMITTEL DER LUFTTEMPERATUR IN DEN JAHREN 2007 BIS 2009 MIT VERGLEICH ZUM MITTEL 1998 - 2009 UND ZUM LANGJÄHRIGEN MITTEL 1961-1990, GEMESSEN AN DER WETTERSTATION LÜBBEN-BLUMENFELDE .....	- 17 -
Abb. 2.2-1: BLÜHENDE SALWEIDE, 16.03.2007, (O. BRAUNER).....	- 18 -
Abb. 2.2-2: VEGETATIONSZEIT FÜR DEN SPREEWALD, ANGEZEIGT DURCH BLÜHBEGINN DER SAL-WEIDE UND BLATTFALL DER ROTBUCHEN VON 1998-2009.....	- 18 -
Abb. 2.2-3: DOPPELTER PHÄNOLOGISCHER KALENDER FÜR DEN SPREEWALD.....	- 19 -
Abb. 2.3-1: DURCHSCHNITTLICHE IMMISSIONSBELASTUNG IN BRANDENBURG FÜR DIE JAHRE 1993 UND 2003 BIS 2009 (ARITHMETISCHER MITTELWERT VON DEN IM KALENDERJAHR ERMITTELTEN EINZELMESSWERTEN) MIT DEN GRENZWERTEN FÜR DIE DAUERBELASTUNG (LUA 2009) .....	- 21 -
Abb. 2.3-2: JÄHRLICHE OZON-KENNWERTE FÜR BRANDENBURG IN DEN JAHREN 1993 UND 2003 BIS 2009 MIT DEN GRENZWERTEN FÜR DIE DAUERBELASTUNG (LUA 2009) .....	- 22 -
Abb. 2.3-3: DURCHSCHNITTLICHE EINTRÄGE AN NITRAT (KG NO <sub>3</sub> /HA.A) UND AMMONIUM (KG NH <sub>4</sub> /HA.A) AN DER MESSSTATION SCHWENOW DES LANDES BRANDENBURG (FREIFLÄCHE) VON 1996-1999 ERMITTELT MIT BULKMESSUNG UND DATEN DES LEVEL II-PROGRAMMS (LUTHARDT ET AL. 2006B) .....	- 23 -
Abb. 3.3-1: BOXPLOT-DIAGRAMME DER MESSWERTE AN DEN PEGELN DER MONITORINGFLÄCHEN, LINKER BOXPLOT UNTER VERWENDUNG DER ÖÜB-PEGEL AN 13 GEMEINSAMEN MESSTERMINEN DER FLÄCHEN PAUCK (G1) UND HARTMANNSDORFER WIESEN (G2) AUS DEN JAHREN 2006 UND 2009.....	- 30 -
Abb. 3.3-2: ORDINATION DER FLÄCHEN NACH DEN WASSERSTÄNDEN AN DEN DIN-PEGELN MITTELS CLUSTERANALYSE (METHODE „WARD“).....	- 31 -
Abb. 3.3-3: PEGELGÄNGE VON DREI MONITORINGFLÄCHEN ERFASST MIT DIN-PEGELN MIT UNTERSCHIEDLICHEN JAHRESVERLÄUFEN IM BR SPREEWALD .....	- 32 -
Abb. 3.3-4: DURCH DEN LANGZEITIGEN ÜBERSTAU IM SOMMER 2009 KAM ES IN DEM FEUCHTEREN TEIL VON KOPPAINZ ZU KEINER NUTZUNG. AUF DEM BILD IST DIE WIEDERAUFSCHE PER GPS UND KURZFRISTIGE MARKIERUNG FÜR DIE TRANSEKTERFASSUNG DER HEUSCHRECKEN ZU SEHEN, 28.07.2009 (O. BRAUNER) .....	- 33 -
Abb. 3.3-5: IM JAHR 2009 KAM ES AUCH AUF DEN ALS FRISCHWEIDE CHARAKTERISIERTEN HARTMANNSDORFER WIESEN IN DEN TIEFEREN BEREICHEN ZU EINEM LÄNGEREM SOMMERANSTAU, SO DASS SICH HIER ZWISCHENZEITLICH U.A. AUCH DIE ROTBAUCHUNKE ANSIEDELN KONNTE, 01.06.2010 (O. BRAUNER) .....	- 33 -
Abb. 3.3-6: AUFNAHME DES LEITPROFILS AUF DER FLÄCHE FILOW MIT DEM BODEN(SUB)TYP (ANMOOR-VEGA)-GLEY, 09.09.2000 (A.-K. HIRSCH) .....	- 35 -
Abb. 3.3-7: AUFNAHME DES LEITPROFILS AUF DER FLÄCHE SCHAPPIGK MIT DEM BODEN(SUB)TYP (NORM)ANMOORGLEY, 27.09.2000 (A.-K. HIRSCH).....	- 35 -
Abb. 3.3-8: AUFNAHME DES LEITPROFILS AUF DER FLÄCHE KOPPAINZ MIT DEM BODEN(SUB)TYP (NORM)MULMNIEDERMOOR, 28.06.2000 (A.-K. HIRSCH) .....	- 35 -
Abb. 3.3-9: AUFNAHME DES LEITPROFILS AUF DER FLÄCHE STAUABSENKUNG SÜD MIT DEM BODEN(SUB)TYP (NORM)ERDNIEDERMOOR, 1999 (A.-K. HIRSCH) .....	- 35 -
Abb. 3.3-10: MITTLERES C/N-VERHÄLTNISS ALS MAß FÜR DIE TROPHIE UND MITTLERER HUMUSGEHALT IN DEN BODENMESSFELDERN DER MONITORINGFLÄCHEN DER ÖÜB .....	- 37 -
Abb. 3.5-1: BLÜHASPEKT U.A. MIT LYCHNIS FLOS-CUCULI UND RANUNCULUS REPENS, 24.05.2006 (O. BRAUNER) ..	- 43 -

ABB. 3.5-2: KLEINFLÄCHIG PARZELLIERT ALS MÄHWEIDE BEWIRTSCHAFTETE NEUENDORFER SPREEWIESEN, 14.08.2009 (O. BRAUNER) .....	- 43 -
ABB. 3.5-3: SUMPF-DOTTERBLUME ( <i>CALTHA PALUSTRIS</i> ), LINKS, 25.04.2006 SOWIE KUCKUCKS-LICHTNELKE ( <i>LYCHNIS FLOS-CUCULI</i> ), RECHTS, 01.06.2006 (FOTOS: O. BRAUNER) .....	- 47 -
ABB. 3.5-4: RELATIVE MITTLERE DECKUNGSSUMMEN DER PFLANZENARTEN IN DEN MONITORINGFLÄCHEN IN DEN JAHREN 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) UND 2009 (IV) .....	- 47 -
ABB. 3.6-1: ANTEIL VON FRISCHE- UND NÄSSEZEIGERN IN DEN NACH DEN WASSERVERHÄLTNISSEN (SIEHE ABB. 3.3-2) SORTIERTEN MONITORINGFLÄCHEN IN DEN JAHREN 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) UND 2009 (IV).....	- 49 -
ABB. 3.6-2: ANTEILE DER ARTENGRUPPEN „BEWEIDUNGSZEIGER“ UND „EXTENSIV“ IN DEN NACH NUTZUNGSINTENSITÄT (SIEHE TAB. 3.3-2) SORTIERTEN MONITORINGFLÄCHEN IN DEN JAHREN 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) UND 2009 (IV) .....	- 50 -
ABB. 3.6-3: ANTEILE DER STICKSTOFFZEIGER MIT N-WERT $\geq 7$ IN DEN NACH WASSERVERHÄLTNISSEN SORTIERTEN MONITORINGFLÄCHEN IN DEN JAHREN 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) UND 2009 (IV) .....	- 51 -
ABB. 3.6-4: ANTEILE VON BEWEIDUNGSZEIGERN UND DER ARTENGRUPPE „RÖHRICHT“ IN DEN NACH NUTZUNGSINTENSITÄT (SIEHE TAB. 3.3-2) SORTIERTEN MONITORINGFLÄCHEN IN DEN JAHREN 1999/2000 (I), 2003 (II), 2006 (III) UND 2009 (IV) .....	- 53 -
ABB. 3.7-1: UNTERSUCHUNGEN ZUR REGENWURMFAUNA MIT HILFE DER HANDAUSLESE NACH AUSGRABEN DER JE 1/16 M <sup>2</sup> GROßEN TEILFÄCHEN (SIEHE RECHTS) AUF DER FLÄCHE SCHAPPIGK, 12.10.2006 (O. BRAUNER).....	- 55 -
ABB. 3.7-2: ABUNDANZ DER EINZELNEN REGENWURMARTEN BEI DER ERSTAUFNAHME (2000) UND DER 1. WIEDERHOLUNG (2006) IN DEN UNTERSUCHTEN MINERALISCHEN GRASLAND-ÖKOSYSTEMEN.....	- 56 -
ABB. 3.7-3: ABUNDANZ DER ÖKOMORPHOLOGISCHEN GRUPPEN DER REGENWURMARTEN BEI DER ERSTAUFNAHME (2000) UND DER 1. WIEDERHOLUNG (2006) IN DEN UNTERSUCHTEN MINERALISCHEN GRASLAND-ÖKOSYSTEMEN .....	- 56 -
ABB. 3.7-4: ABUNDANZ DER ÖKOMORPHOLOGISCHEN GRUPPEN DER REGENWURMARTEN BEI DER ERSTAUFNAHME (2000) UND DER 1. WIEDERHOLUNG (2006) IN DEN UNTERSUCHTEN MOORGRÜNLAND-ÖKOSYSTEMEN ....	- 57 -
ABB. 3.8-1: WEIBCHEN DER ROESELS BEIßSCHRECKE ( <i>METRIOPTERA ROESELII</i> ).....	- 58 -
ABB. 3.8-2: WEIBCHEN DER ZWITSCHERSCHRECKE ( <i>TETTIGONIA CANTANS</i> ).....	- 58 -
ABB. 3.8-3: KOPULA BEI DER LANGFLÜGELIGEN SCHWERTSCHRECKE ( <i>CONOCEPHALUS FUSCUS</i> ) .....	- 58 -
ABB. 3.8-4: SÄBELDORNSCHRECKE ( <i>TETRIX SUBULATA</i> ).....	- 58 -
ABB. 3.8-5: MÄNNLICHE SUMPFSCHRECKE ( <i>STETOPHYMA GROSSUM</i> ) .....	- 58 -
ABB. 3.8-6: KOPULA BEI DER GROßEN GOLDSCHRECKE ( <i>CHRYSOCHRAON DISPAR</i> ) .....	- 58 -
ABB. 3.8-7: KLEINE GOLDSCHRECKE ( <i>EUTHYSTIRA BRACHYPTERA</i> ) .....	- 59 -
ABB. 3.8-8: ROTE FARBVARIANTE BEIM WEIBCHEN DER GROßEN GOLDSCHRECKE ( <i>CHRYSOCHRAON DISPAR</i> ) .....	- 59 -
ABB. 3.8-9: MÄNNCHEN DES NACHTIGALL-GRASHÜPFERS ( <i>CHORTHIPPUS BIGUTTULUS</i> ) .....	- 59 -
ABB. 3.8-10: WEIBCHEN DES WEIBRANDIGEN GRASHÜPFERS ( <i>CHORTHIPPUS ALBOMARGINATUS</i> ) .....	- 59 -
ABB. 3.8-11: WEIBCHEN DES GEMEINEN GRASHÜPFERS ( <i>CHORTHIPPUS PARALLELUS</i> ) .....	- 59 -
ABB. 3.8-12: WEIBCHEN DES SUMPF-GRASHÜPFERS ( <i>CHORTHIPPUS MONTANUS</i> ) .....	- 59 -
ABB. 3.8-13: KORRELATIONS-PCA UND CLUSTER-DENDROGRAMM DER BEI DER ERSTAUFNAHME SOWIE DER 1. BIS 3. WIEDERHOLUNG (I_M1 BIS IV_M1) MIT DEM ISOLATIONSQUADRAT AUF JEWEILS 40 M <sup>2</sup> IM MESSFELDBEREICH ERFASSTEN HEUSCHRECKENARTEN AUF DER FLÄCHE STAUABSENKUNG SÜD (M1).....	- 63 -
ABB. 3.9-1: ÜBERSICHT DER IN DEN EINZELNEN AUFNAHMEN ZWISCHEN 2000 UND 2009 ERFASSTEN INDIVIDUENANTEILE DER LAUFKÄFERARTEN MIT ZUORDNUNG ZU IHREM SCHWERPUNKTVORKOMMEN NACH SCHEFFLER ET AL. (1999) AUF DER FLÄCHE KLEINES GEHEGE (M4).....	- 64 -
ABB. 3.9-2: BLICK VOM NO-FLÄCHENSAUM AUF HÖHE DES VEGETATIONSTRANSEKTBEGINNS AUF DIE MOORFLÄCHE KL. GEHEGE, 04.06.03; SOWIE VEGETATIONSSTRUKTUR IM BEREICH DER BODENFALLEN ZUR LAUFKÄFERERFASSUNG NACH EINMALIGER VORJÄHRIGER MAHD, 27.08.03 (FOTOS: O. BRAUNER) .....	- 65 -
ABB. 4.2-1: NEUE SPREE, IN FLIEBRICHTUNG AUFGENOMMEN, APR 2008 (T. BERGER) .....	- 75 -
ABB. 4.2-2: A-GRABEN (UP 9, IN FLIEBRICHTUNG BETRACHTET), FRÜHJAHR 2008 (T. BERGER) .....	- 78 -
ABB. 4.2-3: NEUE POLENZOA (GEGEN DIE FLIEBRICHTUNG BETRACHTET), APR 2008 (T. BERGER).....	- 82 -
ABB. 4.2-4: LEHMANSFLIEß (GEGEN DIE FLIEBRICHTUNG BETRACHTET), APR 2008 (T. BERGER).....	- 86 -
ABB. 5.1-1: LAGE DER ERLÉN- UND ESCHENWALD-UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN DER ÖÜB-WALD IM BIOSPHÄRENRESERVAT SPREEWALD .....	- 96 -
ABB. 5.2-1: LAGE DER PEGELMESSSTELLEN DER ÖÜB DES BIOSPHÄRENRESERVATES SPREEWALD IM HOCHWALD (PEGEL 1, 2, 3 UND 9, NEUE BEZEICHNUNG 4150-6059, 4150-6060, 4150-6061, 4150-6064); QUELLE: LUGV (2010) .....	- 99 -
ABB. 5.2-2: ENTWICKLUNG DER GRUNDWASSERSTÄNDE RELATIV ZUR GELÄNDEHÖHE DER VIER PEGELMESSSTELLEN DER ÖÜB-ERLÉN- WÄLDERFLÄCHEN SW0803, SW0802, SW0801 UND SW0806 DES BIOSPHÄRENRESERVATES SPREEWALD IM HOCHWALD FÜR DEN ZEITRAUM 2000 BIS 2009 (PEGEL 4150-6059, 4150-6060, 4150-6061 UND 4150-6064 BZW. ALTE PEGEL-BEZEICHNUNG 1, 2, 3 UND 9); EINZELMESSDATEN SOWIE TRENDLINIEN (INKL. AUSGLEICHSFUNKTION (LINEAR) UND BESTIMMTHEITSMÄß) .....	- 100 -
ABB. 5.2-3: BODENPROFIL FLÄCHE SW0806 .....	- 105 -
ABB. 5.2-4: STREUDIAGRAMM DER pH(KCL)-WERTE UND BASENSÄTTIGUNGEN IN 0-10 CM TIEFE FÜR DIE ÖÜB-FLÄCHEN IM SPREEWALD (ERHEBUNGEN 2007 UND 2009) IM VERGLEICH ZUR BZE-STICHPROBE VON BRANDENBURG .....	- 108 -

ABB. 5.2-5: STREUDIAGRAMME DER PH(KCL)-WERTE UND BASENSÄTTIGUNGEN IN 0-10 CM TIEFE VON ALLEN ÖÜB-FLÄCHEN (ERHEBUNGEN 2007 UND 2009); DIFFERENZIERT NACH DEN BIOSPHÄRENRESERVATEN ELBE (EL), SPREEWALD (SW) UND SCHORFHEIDE-CHORIN (SC) .....	- 109 -
ABB. 5.2-6: BOXPLOTS ALLER IN 2007 UND 2009 AUFGENOMMENEN PH(KCL)-WERTE AUF ÖÜB-FLÄCHEN IN DEN BIOSPHÄRENRESERVATEN SCHORFHEIDE-CHORIN (SC), SPREEWALD (SW) UND (ELBE) DIFFERENZIERT NACH DER BEPROBUNGSTIEFE .....	- 109 -
ABB. 5.2-7: BOXPLOTS ALLER IN 2007 UND 2009 AUFGENOMMENEN BASENSÄTTIGUNGEN AUF ÖÜB-FLÄCHEN IN DEN BIOSPHÄRENRESERVATEN SCHORFHEIDE-CHORIN (SC), SPREEWALD (SW) UND (ELBE) DIFFERENZIERT NACH DER BEPROBUNGSTIEFE .....	- 110 -
ABB. 5.2-8: STREUDIAGRAMME DER C-GEHALTE UND KATIONENAUSTAUSCHKAPAZITÄTEN IN 0-10 CM TIEFE FÜR DIE ÖÜB-FLÄCHEN IM SPREEWALD (ERHEBUNGEN 2007 UND 2009) IM VERGLEICH ZUR BZE-STICHPROBE VON BRANDENBURG .....	- 111 -
ABB. 5.2-9: STREUDIAGRAMME DER C-GEHALTE UND KATIONENAUSTAUSCHKAPAZITÄTEN IN 0-10 CM TIEFE VON ALLEN ÖÜB-FLÄCHEN (ERHEBUNGEN 2007 UND 2009); DIFFERENZIERT NACH DEN BIOSPHÄRENRESERVATEN ELBE (EL), SPREEWALD (SW) UND SCHORFHEIDE-CHORIN (SC) .....	- 112 -
ABB. 5.2-10: BOXPLOTS ALLER IN 2007 UND 2009 AUFGENOMMENEN C-GEHALTE AUF ÖÜB-FLÄCHEN IN DEN BIOSPHÄRENRESERVATEN SCHORFHEIDE-CHORIN (SC), SPREEWALD (SW) UND (ELBE); DATEN NUR FÜR TIEFENSTUFE 0-10 CM VORLIEGEND .....	- 112 -
ABB. 5.2-11: BOXPLOTS ALLER IN 2007 UND 2009 AUFGENOMMENEN KATIONENAUSTAUSCHKAPAZITÄTEN AUF ÖÜB-FLÄCHEN IN DEN BIOSPHÄRENRESERVATEN SCHORFHEIDE-CHORIN (SC), SPREEWALD (SW) UND (ELBE) DIFFERENZIERT NACH DER BEPROBUNGSTIEFE .....	- 113 -
ABB. 5.2-12: STREUDIAGRAMME DER PH(KCL)-WERTE UND C/N-VERHÄLTNISSE IN 0-10 CM TIEFE FÜR DIE ÖÜB-FLÄCHEN IM SPREEWALD (ERHEBUNGEN 2007 UND 2009) IM VERGLEICH ZUR BZE-STICHPROBE VON BRANDENBURG .....	- 114 -
ABB. 5.2-13: STREUDIAGRAMME DER PH(KCL)-WERTE UND C/N-VERHÄLTNISSE IN 0-10 CM TIEFE VON ALLEN ÖÜB-FLÄCHEN (ERHEBUNGEN 2007 UND 2009); DIFFERENZIERT NACH DEN BIOSPHÄRENRESERVATEN ELBE (EL), SPREEWALD (SW) UND SCHORFHEIDE-CHORIN (SC) .....	- 115 -
ABB. 5.2-14: BOXPLOTS ALLER IN 2007 UND 2009 AUFGENOMMENEN C/N-VERHÄLTNISSE AUF ÖÜB-FLÄCHEN IN DEN BIOSPHÄRENRESERVATEN SCHORFHEIDE-CHORIN (SC), SPREEWALD (SW) UND (ELBE); DATEN NUR FÜR TIEFENSTUFE 0-10 CM VORLIEGEND .....	- 115 -
ABB. 5.2-15: C/N-VERHÄLTNIS IN 0-10 CM TIEFE (VERGLEICH DER AUFNAHMEN 2000, 2007 UND 2009) ..	- 116 -
ABB. 5.2-16: PH(KCL)-WERT IN 0-10 CM TIEFE (VERGLEICH DER AUFNAHMEN 2000, 2007 UND 2009)....	- 117 -
ABB. 5.2-17 (OB.LINKS): SCHICHTENDECKUNG OBERE BAUMSCHICHT 2009.....	- 119 -
ABB. 5.2-18 (OB.RECHTS): SCHICHTENDECKUNG KRAUTSCHICHT 2009.....	- 119 -
ABB. 5.2-19 (UNT.LINKS): SCHICHTENDECKUNG MOOSSCHICHT 2009 .....	- 119 -
ABB. 5.2-20: ARTENZAHL-AREAL-BEZIEHUNGEN (MITTELWERTE OHNE STREUUNG) VON 10 M <sup>2</sup> (JEWEILS EINE AUFNAHMEPARZELLE) BIS ZUR MAXIMALEN AUFNAHMEFLÄCHE DES JEWEILIGEN BESTANDES (ALLE PARZELLEN, FESTGESTELLTE GESAMTARTENZAHL) .....	- 120 -
ABB. 5.2-21: ENTWICKLUNG DER ARTENZAHL IN DEN ERLN-/ ESCHEN-BESTÄNDEN VON 2000 BIS 2009.....	- 121 -
ABB. 5.2-22: FLORISTISCHEN ÄHNLICHKEIT NACH SØRENSEN ZWISCHEN DEN AUFNAHMETERMINEN 2000, 2003, 2007 UND 2009 JE FLÄCHE (OHNE BUCHENFLÄCHEN) .....	- 126 -
ABB. 5.2-23: ARTENANTEILE NACH STETIGKEITSKLASSEN IN DEN ERLN-/ESCHENWÄLDERN UND BUCHENWÄLDERN IM JAHR 2009.....	- 128 -
ABB. 5.2-24: ENTWICKLUNG DER EVENNESS IN DEN ERLN-/ESCHEN-BESTÄNDEN VON 2000 BIS 2009 .....	- 129 -
ABB. 5.2-25: VERÄNDERUNG DER ARTENZAHLEN (GEFÄßPFLANZEN UND MOOSE) DER ERLN-/ ESCHENWÄLDER, AUFGESCHLÜSSELT NACH SOZIOLOGISCH-ÖKOLOGISCHEN ARTENGRUPPEN (AG) NACH PASSARGE & HOFMANN (1964), IM UNTERSUCHUNGSZEITRAUM 2000 BIS 2009 .....	- 130 -
ABB. 5.2-26: VERÄNDERUNG DER ARTENZAHLEN (GEFÄßPFLANZEN UND MOOSE) DER BUCHENBESTÄNDE, AUFGESCHLÜSSELT NACH SOZIOLOGISCH-ÖKOLOGISCHEN ARTENGRUPPEN (AG) NACH PASSARGE & HOFMANN (1964), IM UNTERSUCHUNGSZEITRAUM 2000 BIS 2009 .....	- 130 -
ABB. 5.2-27: ARTENZAHLEN (GEFÄß-PFLANZEN UND MOOSE) DER M2+-FLÄCHENPAARE SW0801, SW0803 UND SW0806, AUFGESCHLÜSSELT NACH SOZIOLOGISCH-ÖKOLOGISCHEN ARTENGRUPPEN (AG) NACH PASSARGE & HOFMANN (1964) WÄHREND DER ERSTAUFNAHME (2000) UND IM JAHR 2009 .....	- 131 -
ABB. 5.2-28: ZEITLICHE VERÄNDERUNG DER WEISERWERTE FÜR DIE LICHTVERHÄLTNISSE. ARTEN DER KRAUT- UND MOOSSCHICHT, DECKUNGSGRADGEWICHTETE MITTELWERTE ANHAND DER MITTLEREN ARTVERTEILUNG UND ARTDECKUNG DES BESTANDES. ....	- 132 -
ABB. 5.2-29: ZEITLICHE VERÄNDERUNG DER WEISERWERTE FÜR DIE OBERBODENFEUCHTE. ARTEN DER KRAUT- UND MOOSSCHICHT, DEK-KUNGSGRADGEWICHTETE MITTELWERTE ANHAND DER MITTLEREN ARTVER-TEILUNG UND ARTDEK-KUNG DES BESTANDES.....	- 132 -
ABB. 5.2-30: ZEITLICHE VERÄNDERUNG DER WEISERWERTE FÜR DIE BODENREAKTION. ARTEN DER KRAUT- UND MOOSSCHICHT, DEK-KUNGSGRADGEWICHTETE MITTELWERTE ANHAND DER MITTLEREN ARTVER-TEILUNG UND ARTDEK-KUNG DES BESTANDES.....	- 133 -
ABB. 5.2-31: ZEITLICHE VERÄNDERUNG DER WEISERWERTE FÜR DIE STICKSTOFFVERSORGUNG. ARTEN DER KRAUT- UND MOOSSCHICHT, DEK-KUNGSGRADGEWICHTETE MITTELWERTE ANHAND DER MITTLEREN ARTVER-TEILUNG UND ARTDEK-KUNG DES BESTANDES.....	- 133 -

- ABB. 5.2-32: MITTLERE DECKUNGSGRADGEWICHTETE SPANNEN DER DEKADISCHEN KOMPLEXWERTE FÜR FEUCHTE ( $DK_F$ ) UND TROPHIE ( $DK_T$ ) (ANDERS ET AL. 1985) DER ARTEN DER KRAUT- UND MOOSSCHICHT IM AUFNAHMEJAHR 2009, DARGESTELLT IN ANLEHNUNG AN DAS ÖKOGRAMM NACH ELLENBERG (1996)..... - 135 -
- ABB. 5.2-33 (OBEN): ZUNAHME (ROT) ODER ABNAHME (BLAU) DER OBER- UND UNTERGRENZEN EINER HYPOTHETISCHEN DEKADISCHEN KOMPLEXWERTE-SPANNE FÜR OBERBODENFEUCHTE ( $DK_F$ ) UND OBERBODENTROPHIE ( $DK_T$ ) UM JEWEILS EINE STUFE IM ÖKOGRAMM (IN ANLEHNUNG AN ELLENBERG 1996)..... - 136 -
- ABB. 5.2-34 (RECHTS): POSITIVE (ORANGE UNTERLEGT) UND NEGATIVE ABWEICHUNGEN (HELLBLAU UNTERLEGT) DER UNTERGRENZEN (BLAUE BALKEN, -) UND OBERGRENZEN (VIOLETTE BALKEN, +) DER DEKADISCHEN KOMPLEXWERTE FÜR OBERBODENFEUCHTE ( $DK_F$ ) UND OBERBODENTROPHIE ( $DK_T$ ) FÜR DEN GESAMTEN ZEITRAUM 2000 BIS 2009..... - 136 -
- ABB. 5.2-35: BEZIEHUNG ZWISCHEN DECKUNGSGRADGEWICHTETER MITTLERER REAKTIONS-ZAHL UND DEM PH-WERT (KCL, 0-10 CM TIEFE) UND IHRE DRIFTEN 2007-2009 ..... - 138 -
- ABB. 5.2-36: BEZIEHUNG ZWISCHEN DECKUNGSGRADGEWICHTETER MITTLERER REAKTIONS-ZAHL UND DER BASENSÄTTIGUNG (0-10 CM TIEFE) UND IHRE DRIFTEN 2007-2009 ..... - 138 -
- ABB. 5.2-37: BEZIEHUNG DER DECKUNGSGRAD-GEWICHTETEN MITTLEREN STICKSTOFFZAHL UND DEM C/N-VERHÄLTNIS (0-10 CM TIEFE) UND IHRE DRIFTEN 2007-2009..... - 138 -
- ABB. 5.2-38: BEZIEHUNG DER DECKUNGSGRAD-GEWICHTETEN MITTLEREN STICKSTOFFZAHL UND DEM STICKSTOFFGEHALT (0-10 CM TIEFE) UND IHRE DRIFTEN 2007-2009 ..... - 138 -

## 9. Anhang

Tab. Anhang 1: Verwendete Phasen zur Bestimmung der phänologischen Jahreszeiten

Jahreszeit	Pflanze	Phase
Vorfrühling	Schneeglöckchen	Beginn der Blüte
Erstfrühling	Stachelbeere	Beginn der Blattentfaltung
Vollfrühling	Stiel-Eiche	Beginn der Blattentfaltung
Frühsommer	Robinie	Beginn der Blüte
Hochsommer	Sommer-Linde	Beginn der Blüte
Spätsommer	Apfel, frühreifend (Weißer Klarapfel)	Beginn der Pflückreife
Frühherbst	Schwarzer Holunder	erste Reife Früchte
Vollherbst	Stiel-Eiche	erste reife Früchte
Spätherbst	Stiel-Eiche	Blattverfärbung
Winter	Stiel-Eiche	Blattfall

Tab. Anhang 2: Durchschnittliche Verschiebung des Beginns von phänologischen Jahreszeiten (in Tagen/ 10 Jahre) während des angegebenen Zeitraumes im Biosphärenreservat Spreewald, in Brandenburg, sowie ganz Deutschland

(Grundlage: Haggemüller & Luthardt 2009, ermittelt durch lineare Regression)

Jahreszeiten	Spreewald	Deutschland	Brandenburg	Spreewald	Deutschland
	Trend '61-'08	Trend '61-'00	Trend '61-'08	Trend '51-'08	Trend '51-'99
1_Vorfrühling	-3,1	/	-3,5	-2,5	-2,4
2_Erstfrühling	-4,2	-2,2	-3,2	-2,7	/
3_Vollfrühling	-2,0	-2	-1,8	-1,1	-1,2
4_Frühsommer	-3,7	/	-3,1	-1,8	-1,8
5_Hochsommer	-3,2	-2,7	-1,8	-2,1	/
6_Spätsommer	-5,9	-1,8	-2,3	-5,6	/
7_Frühherbst	-3,1	-2,9	-2,9	-1,8	/
8_Vollherbst	-2,8	/	-2,1	0,3	/
9_Spätherbst	2,4	0,6	+1,7	2,2	1
10_Winter	/	/	/	/	/

Deutlich stärkster Trend im Spreewald

Vergleichbarer Trend zwischen SW, BB und D

**Tab. Anhang 3: Pflanzenarten mit einem Bauwert von mindestens 5 % am Gesamtbauwert der aufgenommenen Pflanzenbestände in den Transekten im BR Spreewald**

Angabe des relativen Bauwertes in den einzelnen Aufnahmen und deren Zuordnung zu den ausgewerteten Artengruppen

Fläche	Botanischer Name		Zeitreihe				Artengruppe						
	Wissensch.	Deutsch	I.	II.	III.	IV.	Fri	Bew	Üb	Röh	Stö	Nas	Ext
G1	<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	4,5	7,9	5,5	0,9					x	x	
	<i>Carex hirta</i>	Behaarte Segge	1,9	4	6,4	3,8		x			x		
	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasen-Schmiele	10,7	9,5	14,6	10,6		x	x			x	x
	<i>Festuca pratensis</i>	Wiesen-Schwengel	2,3	1,1	8,1	9,2		x					
	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	11,3	4,2	5,8	5,6						x	x
	<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz-Wegerich	1,1	1,2	1,7	6,6	x	x				x	
	<i>Poa pratensis</i>	Wiesen-Rispengras	0,1	10,1	8,4	0,2	x	x					
	<i>Poa trivialis</i>	Gew. Rispengras	4,1	7,8	3,8	3		x				x	
	<i>Potentilla anserina</i>	Gänse-Fingerkraut	2,1	0,7	4,9	8,3		x			x		
	<i>Ranunculus acris</i>	Scharfer Hahnenfuß	8	5,3	9,2	7,6		x					
	<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	4,5	3,9	5,5	4		x			x		
	<i>Taraxacum officinale agg.</i>	Agg. Wiesen-Löwenzahn	9,4	3,6	2,4	1,8	x	x			x		
<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee	14,1	23,3	7,1	14,4	x	x					x	
G2	<i>Agrostis capillaris</i>	Rotes Straußgras	2,3	6,7	2	12,7							x
	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	14,7	9,4	8,3	8,2			x	x			x
	<i>Carex hirta</i>	Behaarte Segge	0,9	2,8	9,3	7,2		x			x		
	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	17,1	2,4	0,8	2,2						x	x
	<i>Hypochoeris radicata</i>	Gew. Ferkelkraut	7,8	2,8	0	0,7	x	x			x		x
	<i>Leontodon autumnalis</i>	Herbst-Löwenzahn	3,6	9,2	1,7	5,2	x	x					
	<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz-Wegerich	1,7	6,8	0,4	3,8	x	x				x	
	<i>Poa pratensis</i>	Wiesen-Rispengras	0	3,7	22,6	0,5	x	x					
<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee	32,1	15,5	30,9	27,3	x	x					x	
G3	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	26,6	30,9	43,7	24			x	x			x
	<i>Glyceria fluitans</i>	Flutender Schwaden	5,1	7,1	5,8	0,4		x	x	x	x		
	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	32,2	5	5,8	13,5						x	x
	<i>Juncus effusus</i>	Flutter-Binse	4,3	9,2	0,9	5,7		x	x		x		x
	<i>Poa pratensis</i>	Wiesen-Rispengras	5,8	2	6,9	2,7	x	x					
	<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	5	13,4	11,4	22,2		x			x		
<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee	2,2	9,8	8,1	13	x	x					x	
G4	<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras	0	5	13	21,3		x	x		x		
	<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarz-Erle	11,4		12,2	7			x				x
	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	5,9	7,4	8,6	7,2			x	x			x
	<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf-Segge	6	8,7	2,2	3,3			x	x			
	<i>Glechoma hederacea</i>	Gundermann	3,8	8,4	1,6	2,6					x	x	x
	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	2,3	3,2	6,2	7,2						x	x
	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras	0,3	4,7	4,2	5,2			x	x	x		x
	<i>Poa trivialis</i>	Gew. Rispengras	10,4	2	1,8	5,6		x				x	
	<i>Potentilla anserina</i>	Gänse-Fingerkraut	4,7	4,7	3,2	12,2		x			x		
	<i>Prunus padus</i>	Trauben-Kirsche	1,6	0,7	5,8	2,5							x
	<i>Ranunculus acris</i>	Scharfer Hahnenfuß	1,6	1	6,4	4,3		x					
	<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	8,2	28,4	13,2	0,1		x			x		
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel	1,9	4,4	5,6	0,6		x			x		x	
G5	<i>Calamagrostis canescens</i>	Sumpf-Reitgras	27,3	21,8	32,2	24			x	x			x
	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	0,5	0,8	0,8	5,8			x	x			x
	<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf-Segge	26,8	35,5	4,8	2,9			x	x			x
	<i>Carex riparia</i>	Ufer-Segge		0	13	12,5			x	x			x
	<i>Galeopsis bifida</i>	Zweispaltiger Hohlzahn	1	3,6	5,9	2,6	x				x		x
	<i>Glechoma hederacea</i>	Gundermann	6,5	0,2	0,2	0,4					x	x	x
	<i>Iris pseudacorus</i>	Sumpf-Schwertlilie	5,4	6,2	5,2	4,2			x	x	x		x
	<i>Lythrum salicaria</i>	Blut-Weiderich	3,9	6,1	4	6,7			x	x		x	x
	<i>Peucedanum palustre</i>	Sumpf-Haarstrang	6,4	8,4	9	2,8			x	x			x
	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras	2,3	3,1	5	8,5			x	x	x		x
	<i>Symphytum officinale</i>	Gew. Beinwell	3	2,2	5,6	5			x		x	x	x

Fläche	Botanischer Name		Zeitreihe				Artengruppe						
	Wissensch.	Deutsch	I.	II.	III.	IV.	Fri	Bew	Üb	Röh	Stö	Nas	Ext
M1	<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	20,8	7,8	9,3	5,3					x	x	
	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	1,2	4,8	9,9	18,4			x	x			x
	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	14,5	12,8	14,1	18,9						x	x
	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras	12,3	24,3	8,6	4,6			x	x	x		x
	<i>Poa trivialis</i>	Gew. Rispengras	17,2	8,8	10,2	11,3		x				x	
	<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	11	11,8	26	20,9		x			x		
	<i>Urtica dioica</i>	Große Brennessel	5,2	5,1	2,1	1,2		x			x		x
M2	<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras	0,9	1,9	7,1	21,5		x	x		x		
	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	11,9	11	2,8	6,4			x	x			x
	<i>Carex vesicaria</i>	Blasen-Segge	9,5	9,7	7,1	5,7			x	x			x
	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	7	0,8	1,5	0,8						x	x
	<i>Leontodon autumnalis</i>	Herbst-Löwenzahn	1,7	4,6	4,1	5,7	x	x					
	<i>Lolium perenne</i>	Ausdauernder Lolch	8	6,7	11,7	13,4	x	x			x		
	<i>Persicaria amphibia</i>	Wasser-Knöterich	5,4	9	4,3	9			x	x			x
	<i>Poa trivialis</i>	Gew. Rispengras		0,8	2,5	6		x				x	
	<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	13,7	15,3	7,7	2		x			x		
	<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee	13,4	4,6	25,6	9,9	x	x					x
M3	<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras	2,5	27,2	14,6	21		x	x		x		
	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Knick-Fuchsschwanz	0,4	0	6,9			x	x		x		
	<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	2,3	0,4	12,4	2					x	x	
	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	1,8	5,9	9,4	26,3			x	x			x
	<i>Elytrigia repens</i>	Gew. Quecke	5,2	1,4	3,4	0,1					x		
	<i>Glyceria fluitans</i>	Flutender Schwaden	1,1	3	7	1,8		x	x	x	x		
	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	12,9	0,4	1	6						x	x
	<i>Juncus effusus</i>	Flutter-Binse	11,7	5,9	11,5	13,7		x	x		x		x
	<i>Lolium multiflorum</i>	Vielblütiger Lolch	12,5		0	0,1	x				x		
	<i>Persicaria amphibia</i>	Wasser-Knöterich	7	11,5	5,5	6,8			x	x			x
	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras	19,4	32,9	8,3	10,1			x	x	x		x
<i>Poa trivialis</i>	Gew. Rispengras	13,2	2,7	16,6	8,8		x				x		
M4	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Knick-Fuchsschwanz	5,7	1,7	0,2			x	x		x		
	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	1,7	4,3	6,5	17,9			x	x			x
	<i>Glyceria fluitans</i>	Flutender Schwaden	24,2	14	6	0,9		x	x	x	x		
	<i>Glyceria maxima</i>	Wasser-Schwaden	14,9	17,7	15,6	13,7			x	x	x		x
	<i>Juncus effusus</i>	Flutter-Binse	0,8	3	3,1	6,1		x	x		x		x
	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras	37,5	37,4	43,7	24			x	x	x		x
	<i>Phragmites australis</i>	Gemeiner Schilf	4,5	9,1	18,2	28,1			x	x	x		x