


Landwirtschaft



Nutzung und Schutz grundwasserbeeinflusster Böden Brandenburgs

Ratgeber für die Grünlandbewirtschaftung

Impressum

Herausgeber: Landesamt für Ländliche Entwicklung,
Landwirtschaft und Flurneuordnung
Müllroser Chaussee 54
15236 Frankfurt (Oder)
www.lelf.brandenburg.de

Das LELF ist eine nachgeordnete Landesoberbehörde des
Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft (Hauptsitz)
Henning-von-Treskow-Straße 2–8
14467 Potsdam
Telefon: 0331 866-0
Telefax: 0331 866-8368
www.mil.brandenburg.de

Fachliche Bearbeitung: Evelyn Wallor, Janine Dzialek,
Prof. Dr. Jutta Zeitz (Humboldt-Universität zu Berlin)
Dr. Reinhard Priebe (Landesamt für Ländliche Entwicklung,
Landwirtschaft und Flurneuordnung)

Dieser Ratgeber ist im Projekt HYDBOS des Forschungsverbundes
Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg Berlin entstanden:



gefördert durch das:   Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Titelfoto: „Rundballenpresse auf Niedermoorgrünland“ von Paul Schulze,
Humboldt-Universität zu Berlin, lizenziert unter Creative-Commons (CC-BY 4.0)

Auflage: 500

Druck und Satz: LGB (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)

Hinweis:

Diese Broschüre wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Landesamtes für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung herausgegeben. Sie darf nicht während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, und Kommunalwahlen sowie auch für die Wahl der Mitglieder des Europäischen Parlaments. Unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Inhalt

Vorwort	3
1 Einleitung	4
1.1 Anforderungen an die landwirtschaftliche Grünlandnutzung in Brandenburg	4
1.2 Zustand und Bedeutung grundwasserbeeinflusster Böden in Brandenburg	6
1.3 Derzeitiges Management grundwasserbeeinflusster Böden und vorhandene Konflikte	9
2 Grundlagen	12
2.1 Kleine Bodenkunde: Hydromorphe Böden	12
2.2 Kleine Gräserkunde	14
2.3 Der regionale Klimawandel	16
3 Das HYDBOS-Projekt	18
3.1 Zielstellung	18
3.2 Flächenauswahl	18
3.3 Methodenübersicht	18
3.4 Datenauswertung und Datenverknüpfung	21
4 Untersuchungsflächen des Intensivgrünlandes	23
4.1 Boden, Wasser und Vegetation	23
4.1.1 Untersuchungsfläche 1	23
4.1.2 Untersuchungsfläche 2	25
4.1.3 Untersuchungsfläche 3	26
4.1.4 Zusammenfassung	28
4.2 Ertragsstruktur	30
4.3 Einfluss veränderter Wasser- und Klimaverhältnisse	31
4.4 Flächenheterogenität	32
5 Untersuchungsflächen der Feuchtweiden	36
5.1 Boden, Wasser und Vegetation	36
5.1.1 Untersuchungsfläche 1	36
5.1.2 Untersuchungsfläche 2	38
5.1.3 Untersuchungsfläche 3	39

5.1.4	Untersuchungsfläche 4.....	41
5.1.5	Zusammenfassung.....	44
5.2	Ertragsstruktur.....	45
5.3	Einfluss veränderter Wasser- und Klimaverhältnisse.....	46
6	Untersuchungsflächen der Feucht- und Nasswiesen.....	49
6.1	Boden, Wasser und Vegetation.....	49
6.1.1	Untersuchungsfläche 1.....	49
6.1.2	Untersuchungsfläche 2.....	50
6.1.3	Untersuchungsfläche 3.....	52
6.1.4	Zusammenfassung.....	54
6.2	Ertragsstruktur.....	56
6.3	Einfluss veränderter Wasser- und Klimaverhältnisse.....	57
7	Das HYDBOS-Klassifikationssystem.....	59
7.1	Standort-Nutzungsgruppen.....	59
7.2	Definitionen.....	60
7.3	Wichtige Hinweise für den Nutzer.....	61
8	Handlungsempfehlungen.....	62
8.1	Intensivgrünland.....	62
8.2	Feuchtweiden.....	64
8.3	Feucht- und Nasswiesen.....	66
9	Ausblick und Danksagung.....	68
	Literatur.....	69
	Verzeichnis der Abkürzungen, Abbildungen, Tabellen und Infoboxen.....	72
	Abkürzungen.....	72
	Abbildungen.....	72
	Tabellen.....	75
	Infoboxen.....	76

Vorwort

Die vorliegende Broschüre bietet Informationen zu den vielfältigen Standort- und Nutzungsbedingungen unter denen in Brandenburg Grünland auf grundwasserbeeinflussten Böden bewirtschaftet wird. Dabei stehen die Zusammenhänge zwischen Grundwasserverhältnissen und Nutzung und deren Auswirkung auf den Bodenzustand und die Pflanzengesellschaften im Vordergrund. Zu folgenden Fragen findet der Leser Informationen:

- Welche Standorte eignen sich für welche Grünlandnutzung?
- Wie effizient sind einzelne Produktionsverfahren?
- Wie hat sich die Grundwasserdynamik seit 1990 entwickelt?
- Welche Pflanzengesellschaften haben sich etabliert und wie ist ihr Nutzen?
- Unter welchen Bedingungen kommt es zu Ertragseinbußen?
- Welche Rolle spielt der regionale Klimawandel?

Die Bedeutung der grundwasserbeeinflussten Böden wird aufgrund ihres hohen Kohlenstoffgehaltes auch in Zukunft umwelt- und klimapolitisch relevant sein. Auf europäischer Ebene ist entschieden worden, dass kohlenstoffreichen Böden bei der Umsetzung der Gemeinsamen Agrarpolitik eine besondere Bedeutung zufällt. Daher informiert diese Broschüre auch über die Rolle dieser Böden im Klimawandel. Mögliche regionale Klimaänderungen in Brandenburg verstärken die Ef-

ekte der Entwässerung und Landnutzung. Die Verfügbarkeit von Wasser und das Wassermanagement werden zukünftig eine noch größere Rolle spielen, wenn es um die Böden der Niederungsgebiete Brandenburgs geht.



Prof. Dr. Jutta Zeitz,
Projektleiterin

1. Einleitung

1.1 Anforderungen an die landwirtschaftliche Grünlandnutzung in Brandenburg

Das Grünland im Land Brandenburg umfasst rund 285.000 ha, das sind 22 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Dabei handelte es sich nach früheren Erhebungen (AUTORENKOLLEKTIV „GRÜNLAND IN BRANDENBURG“ 1994) zu über zwei Drittel um Niedermoore und Flussauengrünland auf Mineralböden, also Dauergrünland. Knapp ein Drittel ist sonstiges Mineralbodengrünland und als fakultatives Grünland nutzbar. Nach Fertigstellung der in den letzten Jahren in Brandenburg durchgeführten Moorkartierung ist zu erwarten, dass die genannten Relationen einer Aktualisierung bedürfen. Bis zum Ende der 80iger Jahre diente das Grünland in erster Linie als Futtergrundlage für Wiederkäuer, entweder als Weide oder zur Konservatherstellung. Mit Beginn der 90iger Jahre führten strukturelle Veränderungen (Reduzierung der Tierbestände, Quotierung der Milchmenge) dazu, dass Grünland als Futterlieferant für Wiederkäuer an Bedeutung verloren hat; Grünland war ausreichend vorhanden. Andere Aspekte, wie z. B. Klima-, Boden-, Arten- und Biotopschutz, fanden stärkere Beachtung. Entsprechend werden gegenwärtig bereits rund 200.000 ha Grünland nach verschiedenen Förderprogrammen und mit definierten Bewirtschaftungseinschränkungen genutzt (Tab. 1).

Auch in Zukunft werden die Anforderungen an die Grünlandnutzung auf grundwasser-

beeinflussten Böden (Gleye, Anmoore, Niedermoore) vielfältig sein. Sie werden von der qualitativ hochwertigen Futterversorgung der Milchkühe ebenso bestimmt, wie von extensiver Bewirtschaftung bis hin zur Wiedervernäsung oder Auflassung von dafür geeigneten Grünlandarealen zum Schutz der Umwelt.

Diese unterschiedlichen Anforderungen verlangen ein differenziertes Grünlandmanagement, was durchaus ein gewisses Konfliktpotential in sich birgt. Das reichlich vorhandene Grünland und die geringen Tierbestände in Brandenburg bieten gute Voraussetzungen, die futterwirtschaftliche Nutzung des Grünlandes mit umwelt- und naturschutzfachlichen Aspekten in Einklang zu bringen.

Milchkühe mit hohen Leistungen stellen die höchsten Ansprüche an die Futterqualität. Das Gras bzw. die daraus hergestellten Konservate müssen eine hohe Verdaulichkeit (über 75 %) aufweisen und sehr energiereich (6,2 bis 6,7 MJ NEL/kg TM) sein (HERTWIG U. PICKERT 2010). Im Mittelpunkt aller Maßnahmen muss deshalb die Etablierung und Erhaltung von leistungsfähigen Pflanzenbeständen mit futterwirtschaftlich wertvollen Gräsern stehen. Dazu zählen insbesondere eine am Nährstoffzug durch die Pflanzen orientierte Düngung mit Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K), die Durchführung notwendiger Pflegemaßnahmen (Schleppen, Walzen, Nachmahd bei Weidehaltung) so-

Tabelle 1: Anwendungsumfang der Maßnahmen im Rahmen KULAP 2000/2007 und in Gebieten mit umweltspezifischen Einschränkungen (Art. 38) nach Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 (nach MIL, Ref. 32, 2011)

Förderprogramm	Fläche (ha)
Gesamtbetriebliche extensive Grünlandnutzung	100.771
Einzelflächenbezogene extensive Grünlandnutzung	30.079
Späte und eingeschränkte Grünlandnutzung	27.713
Hohe Wasserhaltung	110
Erschwerte Bewirtschaftung und Pflege von Spreewaldwiesen	2.394
Pflege von Heiden und Trockenrasen mittels Beweidung	4.712
Pflege von Streuobstwiesen	341
Ökologischer Landbau (Grünland)	34.889
Gesamt	201.009

wie eine qualitätsorientierte Schnitthäufigkeit (4 bis 5 Schnitte pro Jahr). In der Vegetationsperiode muss eine zweiseitige Wasserregulierung einen Grundwasserflurabstand von etwa 0,6 m sowie die zügige Wasserabfuhr nach Starkniederschlägen und gegebenenfalls eine Bewässerung in Trockenperioden gewährleisten. Eine derartige Bewirtschaftung ohne jegliche Auflagen ist für die Versorgung von Milchkühen auch künftig erforderlich.

Extensive Grünlandbewirtschaftung nach Kulturlandschafts-Programmen (KULAP) wird bereits in großem Umfang betrieben. Im Rahmen dieser Programme sind ein Grünlandumbruch, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln so-

wie eine mineralische N-Düngung untersagt, was zwangsläufig zu einem hier akzeptierten Ertragsrückgang führt, der durch die Agrarförderung monetär kompensiert wird. Auf Niedermoor können bei Grunddüngung mit Kalium und Phosphor in Verbindung mit gelegentlicher Nachsaat stabile Erträge von bis zu 70 dt TM/ha erreicht werden (PAULINENAUER ARBEITSKREIS GRÜNLAND U. FUTTERWIRTSCHAFT e. V. 2006). Dabei kommt auf den an sich schon kaliarmen Moorböden der Düngung mit Kalium eine besondere Bedeutung zu (www.hydbos.de). Derartig bewirtschaftetes Grünland liefert für die Haltung von Mutterkühen mit Nachzucht und Schafen überwiegend effektiv verwertbares Futter mit ausreichender Qualität.

Weitere umweltspezifische bzw. naturschutzgerechte Auflagen aus dem Vertragsnaturschutz, wie Unterlassung jeglicher Düngung, Wegfall von Pflegemaßnahmen und Vorgabe von Schnitterminen (Spätschnitt) oder Renaturierung (Wiedervernässung) führen langfristig zu Bestandsumschichtungen, was eine Verschlechterung der Futterqualität zur Folge hat. Insbesondere spät geerntete Bestände weisen meist nur noch Verdaulichkeiten von unter 60 % auf und erreichen Energiekonzentrationen von weniger als 5,0 MJ NEL/kg TM. Eine futterwirtschaftliche Nutzung ist daher in Frage gestellt. Solche Flächen sind - je nach Pflanzenbestand - durch großflächiges selektives Beweiden nutzbar. Daraus hergestellte Konservate sind als Alleinfutter über längere Zeiträume nicht einsetzbar und anderweitig zu verwenden.

Um Grünland als Grünland zu erhalten ist eine Mindestpflege notwendig. Wird es nicht gepflegt, kann es zur Ansiedelung von Hochstaudenkulturen und letztendlich zu einer Verbuschung kommen. Grünland hört auf Grünland zu sein. Das innerhalb der KULAP-Programme extensiv bewirtschaftete Grünland entspricht dieser Forderung in idealer Weise und liefert darüber hinaus verwertbares Futter. Mehrmalige Beweidung und/oder Mahd, möglichst im Wechsel, sichern den Grünlandbestand dauerhaft.

Rein mechanische Maßnahmen zum Erhalt des Grünlandes, wie Mulchen mit breitflächiger Verteilung oder Mahd mit Abfuhr der Biomasse, sind wesentlich kostenintensiver, da sie nicht zu einer betriebswirtschaftlichen Wertschöpfung beitragen. Während das Mulchen die Ertragsfähigkeit des Grünlandes weitgehend erhält, führt die Mahd durch Abfuhr von Nährstoffen in Form des Mähgutes eher zu einer Aushagerung und Bestandsveränderungen. Es erscheint daher zweckmäßiger, das nicht mehr für die Futterproduktion benötigte Grünland als Ausgangsstoff für eine thermische, energetische oder stoffliche Verwertung zu nutzen.

1.2 Zustand und Bedeutung grundwasserbeeinflusster Böden in Brandenburg

Zu den grundwasserbeeinflussten Böden gehören Gleye, Anmoore und Niedermoore. In Brandenburg bedecken sie insgesamt etwa 44 % der Landesfläche (BÜK 300) und werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt, wobei die Grünlandnutzung den weitaus größten Anteil einnimmt. Je nach Grundwasserdynamik und Wasserstufe unterscheidet man zwischen frischen, feuchten und nassen Standorten, welche in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzung (Wiese, Weide, Mähweide) und deren Bewirtschaftung (intensiv, extensiv) charakteristische Pflanzengesellschaften ausbilden. Rund 90 % dieser Standorte sind durch Entwässerung und Landnutzung verändert (SUCCOW 2001, ZEITZ 2014).

Die grundwasserbeeinflussten Böden erfüllen aufgrund ihres hohen Anteiles organischer Substanz wichtige landschaftsökologische Funktionen. Seit der globalen Klimadebatte wird ihnen weiter steigende Bedeutung zugesprochen, da sie bei oberflächennahen Grundwasserständen, sprich bei Wassersättigung und sauerstofffreien Bedingungen, große Mengen an CO₂ über das abgestorbene Pflanzenmaterial speichern können (IPCC 2007, UNFCCC 2008, BUNDESREGIERUNG 2008).

Dies steht im Gegensatz zu den qualitativen und ökonomischen Anforderungen einer landwirtschaftlichen Produktion auf diesen

besonderen Böden. Die Gewährleistung dieser Anforderungen geht, je nach Art der Bewirtschaftung, in der Regel mit einer Absenkung des Grundwassers einher. Gleye, Anmoore aber vor allem Niedermoore verändern sich nachhaltig und irreversibel infolge von Entwässerung und landwirtschaftlicher Nutzung (HÖPER 2007, MUELLER et al. 2007, ZEITZ 2014). Je nach Höhe der Grundwasserabsenkung und Nutzungstyp können jährlich zwischen fünf und 15 Tonnen Kohlenstoff je Hektar aus diesen Böden freigesetzt werden (HÖPER 2007, DRÖSLER 2011). Der größte Anteil entweicht als CO₂ in die Atmosphäre (Abb. 1).

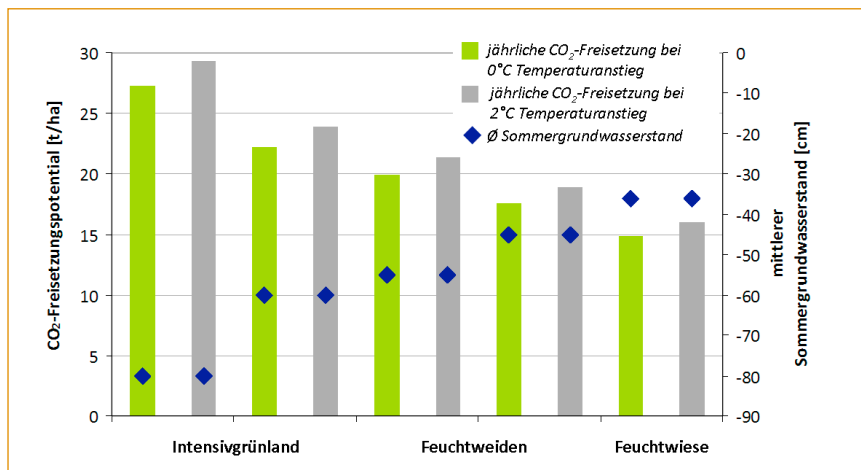


Abb. 1: Jährliche CO₂-Freisetzungspotentiale ausgewählter Grünlandstandorte hydromorpher Böden in Abhängigkeit vom Nutzungstyp, den Grundwasserhältnissen und dem Klimaszenario

Erste Mäh- und Weidenutzungen gehen zurück bis in das 13. Jahrhundert (succow 2001). Die größten Veränderungen hat die Komplexmelioration der 1960iger bis 1980iger Jahre zu Zeiten der DDR herbeigeführt. Groß- und kleinflächige Niederungsgebiete Brandenburgs sind seitdem durch



Abb. 2: Schilfaufwuchs in einem Entwässerungsgraben der Belziger Landschaftswiesen (Foto: E. Wallor)



Abb. 3: Altes, funktionsloses Wehr in einem Entwässerungsgraben der Belziger Landschaftswiesen (Foto: E. Wallor)

komplexe Grabensysteme zerteilt und der Verfall der wasserbaulichen Einrichtungen und eine vernachlässigte Grabenpflege in den Jahren nach der Wende lassen heute eine zweiseitige Wasserregulierung in vielen Regionen nicht mehr zu. Das heißt, die Entwässerung steht heute im Vordergrund und Wasser, welches einmal abgeführt wurde, ist unwiederbringlich verloren. Vor allem für Niederungsgebiete ohne eigenen Zufluss im Einzugsgebiet, wie zum Beispiel dem Randow-Welse Bruch, kann sich das in Trockenperioden negativ auswirken. In anderen Regionen führt die mangelnde Unterhaltung der wasserbaulichen Einrichtungen zu erhöhten Grundwasserständen und einer eingeschränkten Nutzbarkeit der entsprechenden Flächen. Insofern ist die landwirtschaftliche Nutzung auf hydromorphen Böden bereits vereinzelt den gegenwärtigen Wasserverhältnissen angepasst worden.

Die Verfügbarkeit von Wasser spielt in Brandenburg grundsätzlich eine erhebliche Rolle, denn Brandenburgs Klima ist durch eine negative klimatische Wasserbilanz gekennzeichnet und eine gebietsweise Absenkung der Grundwasserspiegel ist für den Zeitraum 1970 bis 2003 dokumentiert (GERSTENGARBE et al. 2003, NEUMANN U. WYCISK 2003, MLUV 2007). Diese Effekte können durch regionale Klimaänderungen verstärkt werden. Je nach Klimamodell wird ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur zwischen einem und

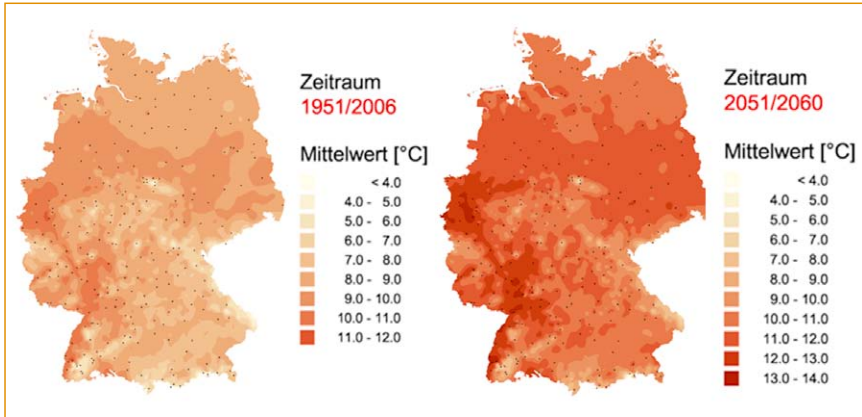


Abb. 4: Vorhergesagte Veränderung der Jahresmitteltemperatur mit dem statistischen Regionalmodell STAR II; Referenzzeitraum 1951-2006, Prognosezeitraum 2051-2060 (ORLOWSKY et al. 2008)

2.5°C bis in das Jahr 2060 angenommen (Abb. 4).

Dadurch wächst die Bedeutung der grundwasserbeeinflussten Böden als Wasser- und Kohlenstoffspeicher. Der Prozess der Kohlenstoffumsetzung kann je nach Grundwasserdynamik in beide Richtungen laufen: Kohlenstoff kann gespeichert werden oder in Form von CO₂ in die Atmosphäre entweichen. Daher werden Böden mit hohen Anteilen organischer Substanz nicht nur indirekt durch das Klima beeinflusst sondern tragen selbst zu einer möglichen Klimaänderung bei. Gleichzeitig bieten die Böden der Niederungen die Möglichkeit, zufließendes Wasser zu speichern und so den Landschaftswasserhaushalt zu verbessern.

1.3 Derzeitiges Management grundwasserbeeinflusster Böden und vorhandene Konflikte

Die Bewirtschaftung des Grünlandes auf grundwasserbeeinflussten Böden ist stark abhängig von der Produktionsrichtung des landwirtschaftlichen Betriebes, der Flächenverfügbarkeit und der Förderpolitik der Europäischen Union sowie deren Umsetzung auf Landesebene. Milchproduzierende Unternehmen sind auf qualitativ hochwertiges Futter angewiesen und bewirtschaften die Fläche dementsprechend intensiv. Je nach Grad der Entwässerung werden mittlere Sommergrundwasserstände von bis zu 100 cm unter Flur gemessen (Abb. 5), was aus Sicht des Bodenschutzes als negativ zu bewerten ist.

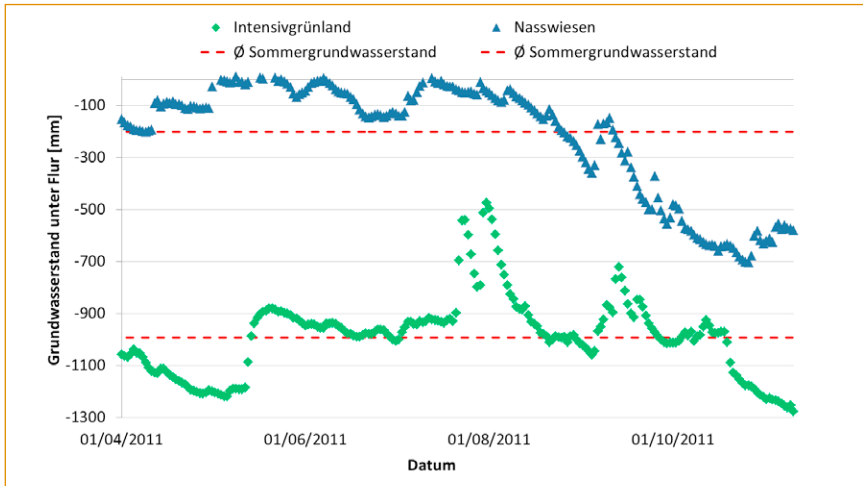


Abb. 5: Vergleich zwischen typischer Grundwasserdynamik von Intensivgrünland und Nasswiesen während der Vegetationsperiode 2011 (Radow-Welse Bruch)

Eine extensive Bewirtschaftung erfordert eine weniger starke Entwässerung, da sie meistens durch Mutterkuhhaltung und/oder einen späteren ersten Schnitt gekennzeichnet ist. Solche Standorte können als Feuchtwiesen und -weiden bezeichnet werden. Sie werden durchschnittlich zwei bis dreimal pro Jahr genutzt und in der Regel nicht mit Stickstoff gedüngt. Die Nasswiesen sind dagegen einschürig und häufig verbleibt die Biomasse aufgrund mangelnder Nutzungsmöglichkeiten als Mulch auf den Flächen.

Eine intensive Bewirtschaftung erfolgt derzeit oft in den Randbereichen der Niederungen, wo Gleye und Anmoore dominieren, oder in

Niederungsbereichen, welche durch flachgründige Niedermoore gekennzeichnet sind. Die Befahrbarkeit dieser Standorte ist aufgrund des oberflächennah anstehenden mineralischen Untergrundes meist besser und erlaubt eine frühe erste Nutzung und erforderliche Pflegemaßnahmen. Dennoch kann eine einseitige Wasserregulierung – vor allem in großen Niederungen – sowohl die Entwässerung angrenzender Areale bedingen, welche für den Prozess- und Naturschutz eine wichtige Rolle spielen, als auch deren Vernässung zur Folge haben. Generell bestehen zum derzeitigen Zeitpunkt die folgenden grundlegenden Zielkonflikte bezüglich der Nutzung grundwasserbeeinflusster Böden:

- Die Freisetzung von Kohlenstoff und der damit verbundene Verlust organischer Substanz widersprechen den Anforderungen des Bundesbodenschutzgesetzes nach dem Erhalt des standorttypischen Humusgehaltes (§ 17 BBodSchG).
- Die Freisetzung von CO₂ aus entwässerten und genutzten Gleyen, Anmooren und Mooren widerspricht der nationalen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (BUNDESREGIERUNG 2008).
- Die derzeitige Gemeinsame Agrarpolitik der EU erschwert den Anbau nachwachsender Rohstoffe auf feuchten bis nassen Standorten (Schilfröhrichte, Seggenriede), da diese nicht als förderfähige Kulturen eingestuft sind.

2. Grundlagen

2.1 Kleine Bodenkunde: Hydromorphe Böden

Zu den hydromorphen (= grundwasserbeeinflusst) Böden gehören Gleye, Anmoore und Niedermoore. Sie sind reich an organischer Bodensubstanz (OBS), die häufig auch als Humus bezeichnet wird. Darin ist der durch die Pflanzen aufgenommene Kohlenstoff (C) enthalten. Je nach Intensität und Dauer des Grundwassereinflusses bilden sich sehr stark humose (8 bis 15 % OBS) und anmoorige (15 bis 30 % OBS) Oberböden aus, die bis zu 30 cm mächtig sein können. Für die Entstehung eines Niedermooses braucht es viel Zeit und vor allem langfristig stabile Wasserhältnisse. Nur so kann sich Torf bilden (Abb. 6). Torf beinhaltet mehr als 30 % OBS; etwa die Hälfte davon ist C. Für die Entstehung von 1 mm Torf bedarf es eines ganzen Jahres; die ständige Präsenz von Wasser

sorgt für sauerstoffarme Verhältnisse. So wird Jahr für Jahr abgestorbenes Pflanzenmaterial konserviert und bildet den Torf.

Wird den Niedermooren das Wasser entzogen, werden die Torfe belüftet und die OBS wird abgebaut. Gleichzeitig sacken die Torfe in sich zusammen, da der Auftrieb des Wassers fehlt. Die Folgen sind der Verlust von C, welcher größtenteils in Form von Kohlendioxid (CO_2) in die Atmosphäre entweicht, sowie eine Absenkung der Geländeoberfläche und eine Verdichtung der belüfteten Torfe.

In der Summe ergeben diese Prozesse den Verlust des (Nieder)Moorbodens. Diese sogenannte sekundäre Bodenbildung auf Niedermooren wird hauptsächlich geprägt durch die Intensität der Entwässerung (DRÖSLER 2011) in Kombination mit der Nutzungsintensität (häu-

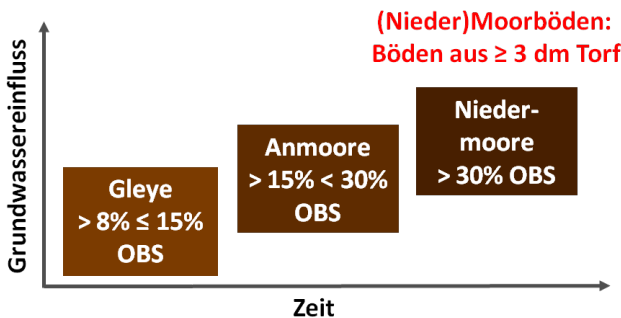


Abb. 6: Schematische Darstellung der Entstehung hydromorpher Böden

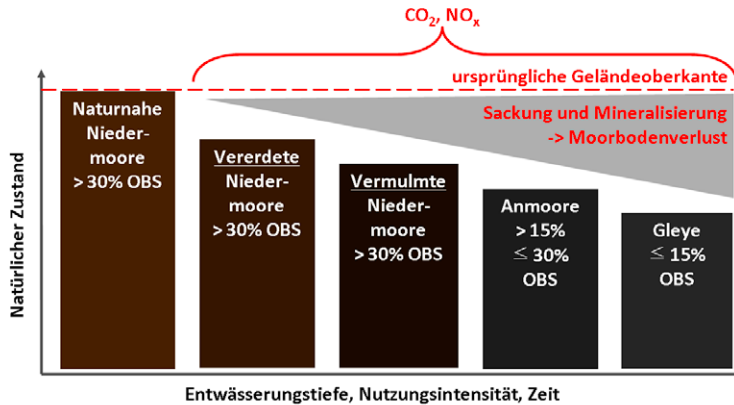


Abb. 7: Schematische Darstellung der sekundären Bodenbildung auf Niedermooren

figes Befahren, ggf. Grünlandumbruch). Boden- und Wasserverhältnisse sind wiederum verantwortlich für die Pflanzengesellschaften, die sich auf dem jeweiligen Standort etablieren und die landwirtschaftliche Produktivität des Standortes kennzeichnen. Daher ist das Zusammenwirken der einzelnen Faktoren von großer Wichtigkeit.

Gleye und Anmoore haben originär bereits geringere Gehalte an organischer Substanz – also geringere Kohlenstoffgehalte – als Niedermoore. Daher sind die Freisetzungspotentiale für Kohlendioxid aus diesen Böden generell geringer. Dennoch verlieren sie je nach Grundwasserabsenkung zwischen 5 und 7 t C/ha und Jahr (HÖPER 2007), was einer potentiellen CO₂-Emission von 18 bis 25 t/ha entspricht. Ihr humoser Oberbodenhorizont

hat eine maximale Mächtigkeit von 30 cm und häufig sind die darunterliegenden Horizonte durch sandige Substrate gekennzeichnet. Natürlich entstandene Gleye und Anmoore sind in der Regel leichter zu bewirtschaften als Niedermoore; hier entwickeln sich keine mächtigen verdichteten Horizonte (z. B. aggregierte Torf- und/oder Muddehorizonte), die Niederschlagswasser stauen. Ihr Sackungspotential ist begrenzt.

Erhebliche Schwierigkeiten im Management bereiten dagegen Niedermoorfolgeböden; so können Gleye und Anmoore bezeichnet werden, die nachweislich durch sekundäre Bodenbildung in Folge anthropogenen Einflusses entstanden und derzeit keine Moore im Sinne der bodenkundlichen Definition nach KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005) sind (Abb. 7).

2.2 Kleine Gräserkunde

Eine wichtige Rolle bei der Bewirtschaftung grundwasserbeeinflusster Grünlandstandorte spielt die Etablierung und der Erhalt produktiver und qualitativ hochwertiger Pflanzenbestände. Vor allem die Ernährung von Milchkühen fordert energiereiches Futter. Das bevorzugte Saatgras ist das Deutsche Weidelgras. Es bevorzugt dauerhaft Wasserstände zwischen 45 und 70 cm unter Flur und wird daher auf zahlreichen Flächen verdrängt. Da es – je nach Sorte – sowohl

rasenbildend als auch hochwüchsig ist, ist es im Bestand schwer zu ersetzen. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen rasenbildenden Untergräsern (A) und horstbildenden Obergräsern (a) ist auf hydromorphen Standorten besonders wichtig (Tab. 2). Die Rasenbildner sorgen für einen dichten Bestand und gewährleisten eine Befahrbarkeit auch bei höheren Wasserständen. Sie beugen Trittschäden durch Weidetiere vor und unterdrücken zum Teil die Ausbreitung von Problempflanzen.

Tabelle 2: Die wichtigsten Grasarten grundwasserbeeinflusster Standorte

Deutsche Bezeichnung (Botanischer Name)	Ausläufer A=ja a=nein	Fütterwertzahl (nach KLAPP et al. 1953)	Wasserstufen (nach KOEPEKE et al. 1985)		Anmerkungen
Knautgras (<i>Dactylus glomerata</i>)	a	7	2+	3-	ertragreich, verträgt keine andauernde frühe Nutzung
Deutsches Weidelgras (<i>Lolium perenne</i>)	A	8	2+	3-	intensiv nutzbar, weideverträglich
Glatthafer (<i>Arrhenaterum elatius</i>)	a	7	2+	3-	wird durch Düngung verdrängt
Kriechende Quecke (<i>Elymus repens</i>)	a/A	4	4+	5-	konkurrenzstarkes "Unkraut"
Wiesenschwingel (<i>Festuca pratensis</i>)	a	8	4+	3-	intensiv nutzbar, weideverträglich, konkurrenzschwach

Wiesenlieschgras (<i>Phleum pratense</i>)	a	8	4+	2-	geeignet für Mähwiesen und -weiden
Wiesenrispe (<i>Poa pratensis</i>)	A	8	4+	4-	bildet dichte Grasnarben, intensiv nutzbar, langsame Anfangsentwicklung
Rotschwingel (<i>Festuca rubra</i>)	A	5	4+	4-	weideverträglich, wird durch Düngung verdrängt
Wiesenfuchsschwanz (<i>Alopecurus pratensis</i>)	a	7	4+	3-	konkurrenzstark, intensiv nutzbar, gelegentlich beweidbar
Rohrschwingel (<i>Festuca arundinacea</i>)	a	4	4+	2-	verkiesselte Blätter, ausdauernd, robust
Flechtstraußgras (<i>Agrostis stolonifera</i>)	A	4	5+	3+	langsame Bestandsbildung, verträgt gelegentliche Überflutung
Rohrglanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i>)	A	5	5+	4+	nicht beweidbar, verträgt winterliche Überflutung, 2 bis 3 Schnitte pro Jahr
Wasserschwaden (<i>Glyceria maxima</i>)	A	4	5+	4+	verträgt gelegentliche Überflutung, nicht weidefest

Hochwüchsige Arten sind ertragreicher. Für eine intensive Nutzung mit Stickstoffdüngung kommen als Obergräser für feuchtere Standorte vor allem der Wiesen- und der Wiesenfuchsschwanz in Frage. Die Wiesenrispe eignet sich dann als Untergras. Alle an-

deren Gräser sind aufgrund ihres geringeren Futterwertes für eine intensive Nutzung ungeeignet. Ihre Bedeutung wächst in extensiven Feuchtwiesen, wo sie die Futtergrundlage für Mutterkühe bilden. Das Flechtstraußgras ist ein typischer Vertreter. Rohrglanzgras als

Infobox 1: Regionale Auswirkungen des globalen Klimawandels und daraus abgeleitete Gefährdungspotentiale für grundwasserbeeinflusste Böden Brandenburgs

Es wird erwartet, dass

1. sich die durchschnittliche Lufttemperatur bis zur Mitte des Jahrhunderts um 2 bis 2,6°C erhöht (Referenzzeitraum 1951 bis 2006),
2. die stärksten Temperaturveränderungen im Frühjahr (plus 2,4 bis 3,3°C) und im Winter stattfinden (plus 3,6°C),
3. sich die Vegetationsperiode um weitere 2 bis 3 Wochen verlängert,
4. die Jahressumme an Niederschlag sich nicht wesentlich ändert, die Niederschläge im Süden Brandenburgs jedoch abnehmen und im Norden leicht zunehmen,
5. die Sommerniederschläge ab- und die Winterniederschläge zunehmen,
6. Kälteereignisse, wie Frost und Eistage, abnehmen,
7. die Anzahl der Sommertage (Tageshöchsttemperatur > 25°C) zunimmt.

Infolgedessen kann

1. die Verdunstung zunehmen, was zu einer Abnahme der Grundwasserneubildung führt,
2. die Vegetationsperiode früher beginnen und länger andauern,
3. der Wasserverbrauch in der Landschaft weiter ansteigen,
4. der Grundwasserstand in den Sommermonaten so tief absinken, dass eine ausreichende Wasserversorgung partiell nicht mehr gewährleistet ist.

Vertreter der Röhrichte ist Bestandsbildner auf Feuchtwiesen und nicht beweidbar. Je nach Nutzungstermin kann Rohrglanzgras als Welksilage verwertet werden. Eine natürliche Niedermoorvegetation (z. B. Gemeines Schilf, Seggen) kommt derzeit in der Landwirtschaft nur als Streu oder Pferdeheu zum Einsatz.

2.3 Der regionale Klimawandel

Brandenburg gehört zu den niederschlagsärmsten Bundesländern; im Jahr 2012 lag

der Jahresniederschlag mit etwa 580 mm weit unter dem Bundesdurchschnitt von knapp 770 mm (DWD 2012). Die Mineralböden und Ackerflächen Brandenburgs sind dominiert von sandigen Substraten und haben daher nur eine geringe Wasserspeicherkapazität. Umso bedeutender ist die Rolle der grundwasserbeeinflussten Böden, die wichtige Funktionen im Landschaftswasserhaushalt übernehmen: sie sind Wasser- und Nährstoffspeicher und in der Lage, angrenzendes Terrain mit Wasser

zu versorgen. Nur unter Wassereinfluss sind hydromorphe Böden fähig, große Mengen an C in der organischen Substanz/ im Torf zu speichern. Wird dieses Wasser aufgrund von Entwässerungsmaßnahmen abgeführt oder wird durch mangelnde Niederschläge und/ oder eine erhöhte Verdunstung nicht ausreichend Wasser zugeführt, gelangt vermehrt Sauerstoff in den Boden und der gespeicherte C entweicht. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, die Auswirkungen eines möglichen regionalen Klimawandels auf kohlenstoffreiche Böden abzuschätzen; sie sind selber klimawirksam.

Die Konsequenz daraus ist ein verantwortungsvoller Umgang mit dem Wasser, welches einer Landschaft zur Verfügung steht. Teilbereiche der brandenburgischen Niederungsgebiete können für den Wasserrückhalt genutzt werden, wenn die Möglichkeit einer zweiseitigen, kontrollierten Wasserregulierung wieder geschaffen wird. Dadurch kann die Kohlenstofffreisetzung insgesamt reduziert werden und die landwirtschaftliche Produktion von ausgeglichenen Wasserverhältnissen profitieren.

3. Das HYDBOS-Projekt

Das HYDBOS-Projekt war Teil des Verbundvorhabens Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg Berlin (INKA BB) und wurde über eine Laufzeit von vier Jahren (2010 bis 2014) durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Ziel des HYDBOS-Projektes war die Entwicklung des gleichnamigen Beratungsinstrumentes zur Bewirtschaftung grundwasserbeeinflusster Böden in Brandenburg.

3.1 Zielstellung

Grundwasserbeeinflusste Böden in Brandenburg sind häufig durch traditionelle Entwässerung und Nutzung stark verändert, was zu Problemen bei der Bewirtschaftung führen kann. Einzelne Studien belegen den Zusammenhang zwischen Grundwasserstand und Kohlenstofffreisetzung aus Böden mit hohen Anteilen organischer Substanz (HÖPER 2007, DRÖSLER 2011) beziehungsweise dokumentieren die Etablierung einer bestimmten Vegetation in Abhängigkeit der Grundwasserstände und der Nährstoffverfügbarkeit (KOSKA 2001, COUWENBERG 2011). Das HYDBOS-Projekt hat erstmals alle drei Faktoren (Wasser, Boden und Vegetation) zusammenhängend betrachtet und eine umfangreiche Ist-Analyse des heutigen Zustandes hydromorpher Böden auf ausgewählten Flächen in Brandenburg durchgeführt. Des Weiteren erfolgten betriebsbezogene Berechnungen der Wertschöpfung je Nutzungstyp sowie eine Risikoabschätzung bezüglich regionaler Klimaänderungen. Basie-

rend auf allen gewonnenen Ergebnissen sind standort- und nutzungsspezifische Handlungsoptionen entwickelt worden, welchen die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen des Zeitraums 2010 bis 2013 zu Grunde liegen.

3.2 Flächenauswahl

Die Auswahl der Untersuchungsflächen fand in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF) und den Projektpartnern aus der landwirtschaftlichen Praxis in den Planungsregionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald statt (Abb. 8). Es wurde darauf geachtet, dass die Flächen insgesamt einen Gradienten 1. bezüglich der Nutzungsintensität und 2. im Kohlenstoffgehalt aufweisen. Die am Projekt beteiligten Milchviehbetriebe, welche ihre Flächen größtenteils bzw. ausschließlich intensiv nutzen, haben insbesondere solche Flächen zur Verfügung gestellt auf denen es vermehrt zu Bewirtschaftungsproblemen kommt. Das wirkt sich selbstverständlich auf die Untersuchungsergebnisse aus, ist aber besonders wichtig für die Ableitung entsprechender Handlungsempfehlungen.

3.3 Methodenübersicht

Boden

- Bodenkartierung nach KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005) entlang eines an die Fläche angepassten Transektes, Beprobung von mindestens einem Leitbodenprofil

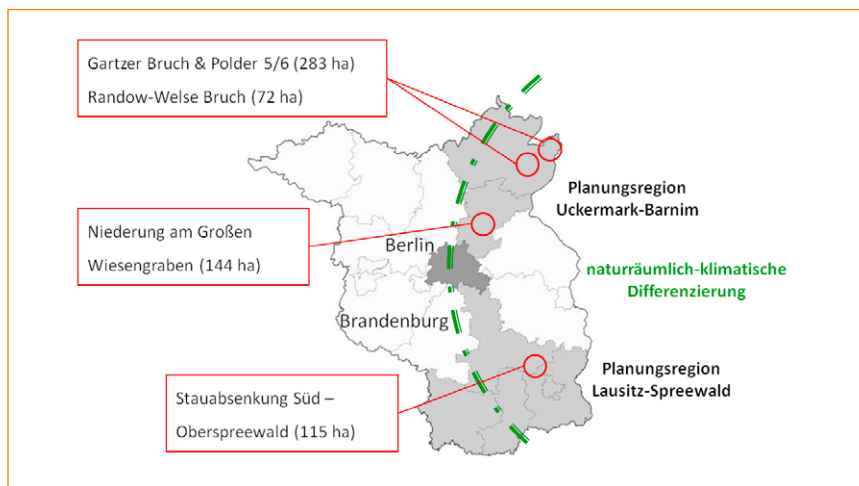


Abb. 8: Lage der Untersuchungsflächen im HYDBOS-Projekt (verändert nach KNIERIM et al. 2009)

je Fläche (= Schlag), horizontweise Untersuchung ausgewählter chemischer und physikalischer Bodenparameter wie Gehalt organischen Kohlenstoffes (C_{org}), Trockenrohdichte (TRD), Porenvolumen (PV) und Feldkapazität (FK), Errechnung des Gesamtporenvolumens ($PV - FK$) als Maß für die Verdichtung.

Grundwasser

- Installation von Grundwasserrohren entlang eines an die Landschaftsverhältnisse angepassten Transektes (insg. 15 Rohre in 6 Flächen), Ablesen der Grundwasserstände alle zwei bis drei Wochen innerhalb der Vegetationsperiode, wechselnde Installation von Data-Loggern für Nieder-

schlag und Grundwasser für einen minimalen Messzeitraum je Fläche von einem Jahr, Berechnung des $\bar{\Delta}$ Sommergrundwasserstandes (SGW).

Vegetation

- Vegetationskartierung nach BRAUN-BLANQUET (1964) sowie nach KLAPP und STÄHLIN (1936) entlang eines an die Fläche angepassten Transektes bzw. entlang der Grundwassermessung, Bestimmung der Deckungsgrade sowie der Ertragsanteile (EA) in [%].

Ertragsparameter

- Probeernte im Jahr 2011 innerhalb der kartierten Vegetationspunkte zum tat-

Tabelle 3: Standortabhängige Ertragsklassen für grundwasserbeeinflusste Grünlandstandorte Brandenburgs (verändert nach HANFF et al. 2010)

Ertragsklasse		Standort
Nr.	dt TM/ha	
I	90 80...100	<ul style="list-style-type: none"> überwiegend gut wasserregulierte, homogene Niedermoore, Anmoore und humose Sande bei optimaler Bewirtschaftung (40...60 cm GWS)
II	70 60...80	<ul style="list-style-type: none"> überwiegend heterogene, stärker reliefierte Niedermoore bis humose Sande mit wechselnden, meist jedoch befriedigenden Bodenwasserverhältnissen (40...60 cm GWS) bessere Niedermoorstandorte der vorherigen Ertragsklasse ohne N-Düngung
III	50 40...60	<ul style="list-style-type: none"> heterogene, stärker degradierte Niedermoore (60...100 cm GWS) oder schwer regulierbare Niedermoore mit teilweiser Vernässung mittlere bis bessere Niedermoorstandorte der vorherigen Ertragsklasse ohne N-Düngung

sächlichen Erntezeitpunkt, Bestimmung der Frischmasse vor Ort, auf Flächen mit mehr als zwei Nutzungen pro Jahr Kalkulation der Jahreserträge nach der Ertragsaufteilung in der Datensammlung (HANFF et al. 2010), Einordnung der Erträge in die Ertragsklassen I bis III nach HANFF et al. (2010, Tab. 3), Untersuchung ausgewählter Pflanzeninhaltsstoffe je Probe.

Wertschöpfung

- Berechnung der Wertschöpfung einzelner Nutzungstypen des Grünlandes auf Basis einzelbetrieblicher und projektgebundener Daten mit Hilfe des Excel-Modells der Datensammlung Brandenburg

(NEUBERT et al. 2010), Ergebnisse dazu können unter www.hydbos.de abgerufen werden.

Klimaimpact

- Eingabe der errechneten Klimadaten aus den modellierten Klimaszenarien 0°C und 2°C Temperaturanstieg bis 2060 für die angrenzenden Wetterstationen (Gartz, Prenzlau, Eberswalde, Burg) in das ausgewählte Impactmodell Peatland Management Decision Support System (KNISS 2007) je Leitbodenprofil.
- Sofern Torf als Substrat mit mindestens 30 cm Mächtigkeit vorhanden ist, Darstellung der potentiellen Freisetzung von

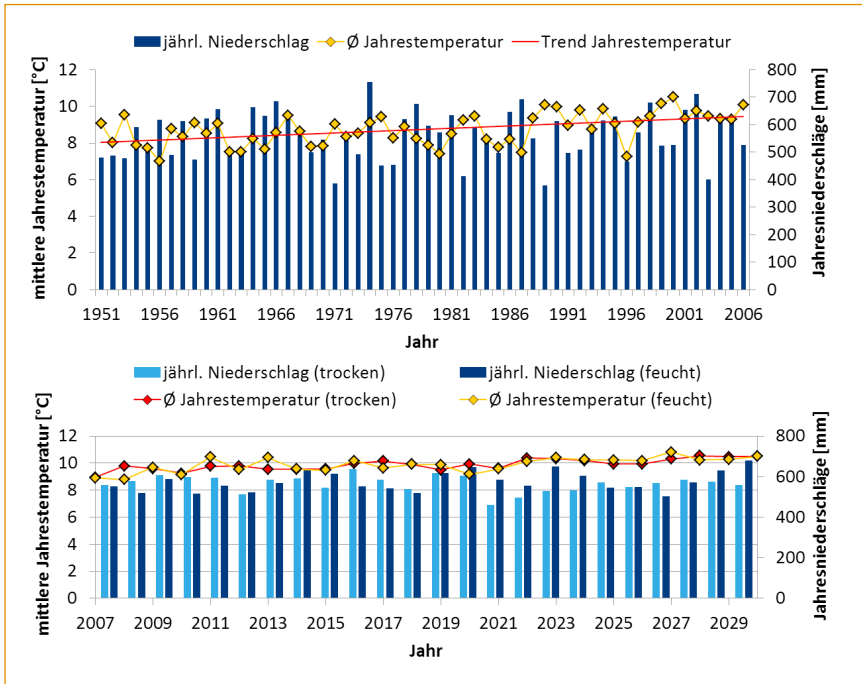


Abb. 9: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur und der Jahresniederschläge für den Zeitraum 1951 bis 2006 der Wetterstation Eberswalde (oben); entsprechende Vorhersagewerte aus der Klimamodellierung einer trockenen und einer feuchten Entwicklung für den Zeitraum 2007 bis 2030 (unten); Temperaturanstieg 2°C (nach ORLOWSKY et al. 2008)

CO₂-Kohlenstoff sowie der potentiellen Sackung je Untersuchungsfläche bis in das Jahr 2030.

- Der Basisdatensatz stammt aus dem Referenzzeitraum 1951 bis 2006, die Vorhersage erfolgte mittels des statistischen Klimamodells STAR II für den Zeitraum 2007 bis 2060 (ORLOWSKY et al. 2008, Abb. 9).

3.4 Datenauswertung und Datenverknüpfung

Um flächenspezifische Aussagen treffen zu können, wurden die vertikal auf einer Fläche erfassten Daten (Vegetation, Ertragsparameter) gemittelt und mit den gemittelten horizontal erfassten Daten (Boden, Wasser) verknüpft. Auf diese Weise ist ein Datensatz

entstanden, der 20 Flächen mit jeweils 28 Parametern bzw. Eigenschaften beschreibt. Auf Basis der Vegetationsaufnahmen konnten mittels ungewichteter Clusteranalyse nach VAN DER MAAREL (1979) die 10 Standort-Nutzungsgruppen in HYDBOS ausgewiesen werden (Kap. 7). So ist ein neues, differenziertes Klassifikationssystem für die als Grünland genutzten, grundwasserbeeinflussten Böden Brandenburgs entstanden. In den nachfolgenden Kapiteln 4 bis 6 werden ausgewählte Untersuchungsflächen ausführlich beschrieben und die Zusammenhänge zwischen Nutzung, Wasserverhältnissen, Bodeneigenschaften und Vegetationszusammensetzung verdeutlicht.

Untersuchungsflächen des Intensivgrünlandes

4.

Als Intensivgrünland (IGL) wird eine drei bis vierschnittige Wiese, mit oder ohne anschließende Beweidung, bezeichnet. Die Aufwüchse werden größtenteils als Futter für Milchvieh eingesetzt. Eine Stickstoffdüngung in mehreren Gaben pro Jahr ist üblich.

4.1 Boden, Wasser und Vegetation

4.1.1 Untersuchungsfläche 1

Die Fläche liegt im Randow-Welse Bruch östlich des Mittelgrabens.

Boden und Wasser

Der Standort ist durch den Bodentyp „Relikt-Moorgley“ gekennzeichnet (Abb. 10). Dabei handelt es sich nicht um einen natürlich entstandenen Gley, sondern einen Niedermoorfolgeboden (vgl. Kap. 2.1). Er repräsentiert eine höher gelegene Teilfläche eines 18 ha großen Schlages, der infolge sekundärer Bodenbildung stark reliefiert ist (Kap. 4.4).

Das Grundwasserregime dieses Standortes weist sehr niedrige Ø SGW auf; der Grund-

<p>Bodentyp: Relikt-Moorgley Nutzungstyp: Intensivgrünland</p>	
<p>Oberbodenhorizont: vermulmter Niedermoororf, hoch zersetzt <i>Farbe:</i> grau <i>Gefüge:</i> gefügelos, staubig-mehlig</p>	
<p>Unterbodenhorizont 1: aggregierter Niedermoororf, hoch zersetzt <i>Farbe:</i> dunkelgrau <i>Gefüge:</i> Polyedergefüge, stark verdichtet</p>	
<p>Unterbodenhorizont 2: aggregierte organische Mudde im ehemaligen Grundwasserschwankungsbereich <i>Farbe:</i> grau <i>Gefüge:</i> plattig, stark verdichtet</p>	
<p>Unterbodenhorizont 3: aggregierte Kalkmudde im ehemaligen Grundwasserschwankungsbereich <i>Farbe:</i> weiß-grau <i>Gefüge:</i> plattig, stark verdichtet</p>	
<p>mineralischer Untergrund: Sand, Kies</p>	

Abb. 10: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 1 des Intensivgrünlandes (Foto: E. Wallor)

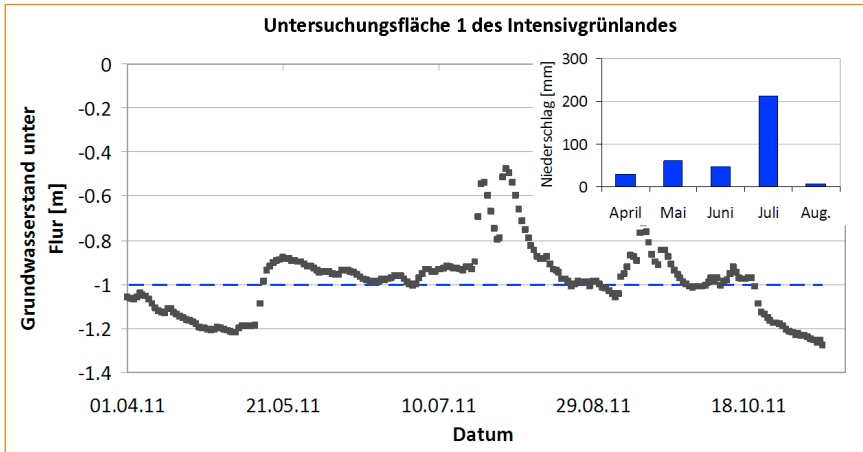


Abb. 11: Grundwasserverlauf der Untersuchungsfläche 1 des Intensivgrünlandes; Messzeitraum: 2011

wasserschwankungsbereich liegt im mineralischen Untergrund und erreicht selbst in nassen Sommern nicht den organischen Oberboden (Abb. 11). Dies führt zu einer Beschleunigung der Mineralisierungsprozesse, was der geringe C_{org} -Gehalt zeigt (Kap. 4.1.4, Tab. 4). Daher ist der Anteil mineralischer Bestandteile hoch, was im Zusammenhang mit der Bodenverdichtung zu einer erhöhten TRD führt. Schnell dränende Grobporen haben nur einen geringen Anteil am Porenvolumen (PV - FK = 4,3 Vol.-%, Kap. 4.1.4, Tab. 4). Aufgrund der Verdichtung nimmt der Anteil der Feinporen zu (bis zu 30 Vol.-%). Das darin enthaltene Wasser ist nicht pflanzenverfügbar und der Verlust der Grobporen hemmt den Wassertransport.

Erschwerend auf die Bewirtschaftung wirkt außerdem die oberflächennah anstehende Mude (= Sediment stehender Gewässer). Mudden sind durch hohe Feinporenanteile gekennzeichnet. Im Zusammenhang mit den gemessenen Grundwasserständen kann das auf dieser Teilfläche eine Austrocknung des Oberbodens und eine mangelnde Wasserversorgung der Grünlandbestände während der Vegetationsperiode bewirken. Unter den dargestellten Bedingungen liegt der errechnete Wert für die CO_2 -Freisetzung dieser Fläche bei 22 t pro ha und Jahr, die potentielle Sackung erreicht jährlich 0,75 cm.

Vegetation

Auf dieser stark degradierten Untersuchungsfläche zeigt sich der Wirkungspfad Entwässerung

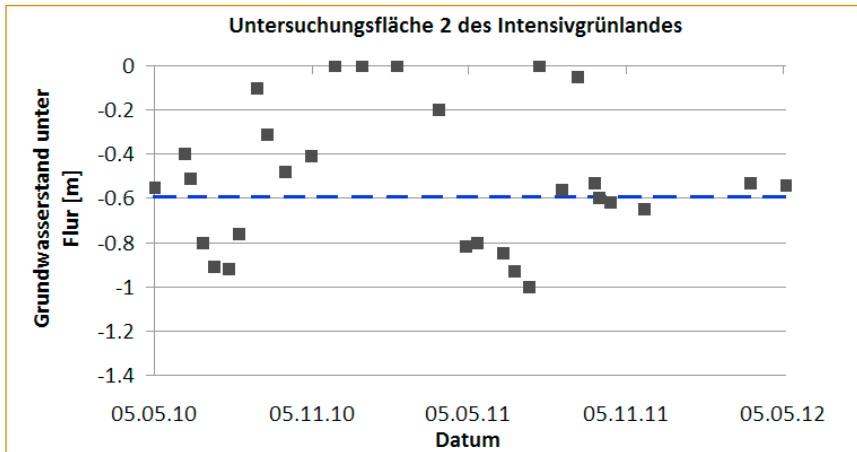


Abb. 12: Grundwasserstände der Untersuchungsfläche 2 des Intensivgrünlandes; Messzeitraum: 2010 bis 2012

-> Moorbodendegradierung -> sinkende Produktivität besonders deutlich: eine starke Zunahme des Kräuteranteiles auf fast 50 % der geernteten Biomasse (Kap. 4.1.4, Abb. 16). Dabei handelt es sich hauptsächlich um Stickstoffzeiger wie die Große Brennnessel und Tiefwurzler wie die Ackerkratzdistel. Die Kriechende Quecke ist als Bodendichteanzeiger mit \varnothing 16 % EA vertreten.

4.1.2 Untersuchungsfläche 2

Die Fläche liegt im Randow-Welse Bruch westlich des Mittelgrabens.

Boden und Wasser

Auf dieser Fläche ist durch sekundäre Bodenbildung ein Erd-Mulmniedermoor entstanden. Mit

einer Moormächtigkeit von etwa 1,20 m zählt es eher zu den flachen Mooren. Die oberen 30 bis 40 cm bestehen aus degradierten Torfen, die mächtige Mudden bedecken (Kap. 4.1.4, Abb. 15). Die Torfe weisen relativ geringe C_{org} -Gehalte und eine erhöhte mittlere TRD auf (Kap. 4.1.4, Tab. 4). Der Grobporenanteil liegt mit durchschnittlich 8,8 Vol.-% höher als für die Untersuchungsfläche 1. Das Grundwasserregime der niederschlagsreichen Sommer 2010 bis 2012 zeigt deutlich die Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserregulierung. Der \varnothing SGW liegt bei 60 cm. Allerdings ist die Grundwasseramplitude mit 100 cm sehr hoch (Abb. 12).

Ein ständiger Wechsel der Bodenfeuchteverhältnisse führt auf intensiv genutzten Stand-

orten zu entsprechenden Bewirtschaftungsproblemen. Standorte mit oberflächennahen Muddeunterlagerungen sind nur begrenzt wasserregulierbar. Die hohen Feinporenanteile hemmen die Infiltration von Niederschlagswasser in den Boden sowie den kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser. Unter den dargestellten Bedingungen sind die errechneten Werte für die CO₂-Freisetzung und das Sackungspotential dieser Fläche vergleichbar mit denen der Untersuchungsfläche 1 des IGL.

Vegetation

Ertragsbildend sind vor allem rasenbildende Arten, wie die Wiesenrispe mit 53 % des Erntegutes, die Gemeine Rispe und der Rotschwengel (Kap. 4.1.4, Abb. 16). Als typischer Feuchtezeiger tritt das Rohrglanzgras mit 6 bis 22 % EA auf. Die Kriechende Quecke zeigt Bodenverdichtung an und ist im Mittel mit 9 % ertragsbildend. Im Vergleich zur Untersuchungsfläche 1 nimmt der Anteil der Kräuter ab. Dominant ist die Große Brennnessel mit bis zu 9 % EA. Als stickstoffliebendes Unkraut zeigt sie eine Überversorgung mit Stickstoff an. Mögliche Gründe können die N-Düngung in Kombination mit einer späten Nachweide sowie die N-Freisetzung als Folge der Mineralisierung der organischen Substanz sein.

4.1.3 Untersuchungsfläche 3

Der untersuchte Standort gehört zum Gartzter Bruch.

Boden und Wasser

Der dominante Bodentyp ist ein Erd-Mulm-niedermoor (Abb. 13). Sekundär haben sich ein vermulmter Oberbodenhorizont und ein mächtiger aggregierter Unterbodenhorizont entwickelt. Die Moormächtigkeit beträgt mehr als 2 m; das Niedermoor kann als tief bezeichnet werden. Mudden treten erst im wassergesättigten Bereich auf. Die C_{org}-Gehalte der oberen 30 cm sind auch hier gering (Kap. 4.1.4, Tab. 4). Der Oberboden ist verdichtet; das Grobporenvolumen dadurch verringert (6,4 Vol.-%), was den Wasseraustausch in beide Richtungen hemmt. Die ausgeprägte Vermulmung führt zu weiteren Bewirtschaftungsproblemen; vermulmte Oberböden wirken wasserabweisend und verschlämmen leicht. Das kann dazu führen, dass Nachsaaten schlecht gelingen.

Die verfügbaren Grundwasserdaten stammen aus dem Zeitraum 1978 bis 1984 (Abb. 14) und zeigen die Wasserverhältnisse nach der Komplexmelioration (Kap. 1.2). Sie entsprechen nicht den aktuellen Grundwasserverhältnissen, erklären aber die Bodenbildungsprozesse auf dieser Fläche. Der Ø SGW lag bei 80 cm unter Flur und zeigte einen geringen Schwankungsbereich (HU MOORARCHIV). Abzüglich des kapillaren Aufstieges aus dem Grundwasser ergibt sich eine langfristige Belüftung der Torfe der oberen 60 bis 70 cm. Die untere Grenze des aggregierten Torfes liegt bei 60 cm.

Bodentyp: Erd-Mulmniedermoor Nutzungstyp: Intensivgrünland
Oberbodenhorizont: vererdeter bis vermulmter Niedermoorortf, hoch zersetzt <i>Farbe:</i> dunkelbraun - schwarz <i>Gefüge:</i> krümelig, zum Teil gefügelos
Unterbodenhorizont 1: aggregierter Niedermoorortf, hoch zersetzt <i>Farbe:</i> dunkelgrau <i>Gefüge:</i> Polyedergefüge, stark verdichtet
Unterbodenhorizont 2: aggregierter Niedermoorortf (Seggentorf) <i>Farbe:</i> dunkelbraun <i>Gefüge:</i> Polyedergefüge, verdichtet
Unterbodenhorizont 3: aggregierter Niedermoorortf (Seggentorf), <i>Farbe:</i> braun <i>Gefüge:</i> Polyedergefüge, verdichtet
Unterbodenhorizont 4: wassergesättigter Niedermoorortf



Abb. 13: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 3 des Intensivgrünlandes (Foto: A. Haub)

Der errechnete Wert für die CO_2 -Freisetzung dieser Fläche liegt bei 26 t pro ha und Jahr. Die potentielle Sackung beträgt jährlich 1 cm. Der Unterschied zu den zuvor beschriebenen Beispielstandorten wird durch die höhere Moormächtigkeit hervorgerufen.

Vegetation

Die Untersuchungsfläche 3 zeigt typische Grasbestände des regelmäßig nachgesäten Grünlandes; hochwüchsige Arten (Deutsches Weidelgras, Rohrschwingel, Wiesen-

lieschgras) bilden 75 % der Biomasse, eine dichte Narbe bilden z. B. das Flechtstraußgras und der Rotschwingel. Als kleinwüchsige Gräser machen sie nur einen geringen EA aus (20 %). Insgesamt überwiegen Grasarten, die feuchte Verhältnisse anzeigen, was auf eine Veränderung der Wasserverhältnisse hindeutet. Der Anteil der Kräuter im Erntegut beträgt zwischen 4 und 10 %. Wichtigster Vertreter ist hier der Löwenzahn mit \varnothing 4 % EA. Die Große Brennnessel tritt nur vereinzelt auf.

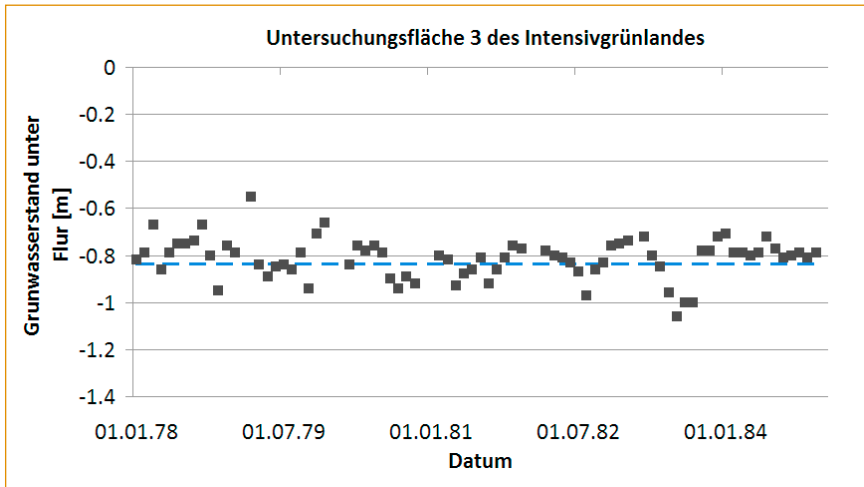


Abb. 14: Grundwasserverlauf der Untersuchungsfläche 3 des Intensivgrünlandes; Messzeitraum: 1978 bis 1984 (nach HU MOORARCHIV)

4.1.4 Zusammenfassung

Alle drei Untersuchungsflächen sind durch eine Degradierung der Moorböden gekennzeichnet. Hinsichtlich der Moormächtigkeit unterscheiden sich die Flächen voneinander (Abb. 15). Diese hängt hauptsächlich von der Entstehungsgeschichte des jeweiligen Standortes ab. Die Bodendegradierung flacher Niedermoorböden ist weiter fortgeschritten, da diese - historisch gesehen - schon länger landwirtschaftlich genutzt werden.

Tabelle 4 stellt charakteristische Bodenkennwerte der dargestellten Untersuchungsflächen des IGL gegenüber; relativ geringe C_{org} -

Gehalte, eine erhöhte mittlere TRD und eine Abnahme der Wasser leitenden Grobporen (PV - FK) beschreiben die Bodenveränderungen. Im Vergleich dazu hat ein Torf aus dem permanent wassergesättigten Bereich der Untersuchungsfläche 3 ein Porenvolumen von 90 Vol.-%. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff beträgt 46,9 Masse-% und die Trockenrohddichte ist mit $0,16 \text{ g/cm}^3$ deutlich geringer.

Die verschlechterten Bodeneigenschaften der intensiv genutzten Untersuchungsflächen verursachen im Zusammenhang mit den jeweiligen Wasserverhältnissen die Etablierung sehr unterschiedlicher und zum

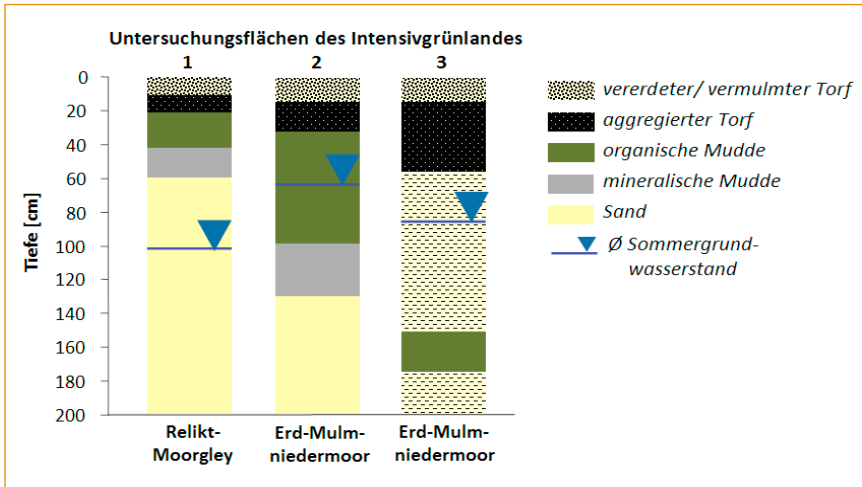


Abb. 15: Leitbodenprofile und Ø SGW der Untersuchungsflächen 1, 2 und 3 des Intensivgrünlandes

Tabelle 4: Ausgewählte Bodenparameter der oberen 30 cm der drei Untersuchungsflächen des Intensivgrünlandes (n = 1 bis 6 Bodenprofile)

	Untersuchungsfläche 1 (n=1)	Untersuchungsfläche 2 (n=6)	Untersuchungsfläche 3 (n=3)
C_{org}-Gehalt [Masse-%]	16,3	23,9 18,2 bis 33,5	23,5 18,7 bis 28,2
Trockenrohdichte [g/cm³]	0,58	0,51 0,39 bis 0,57	0,41 0,36 bis 0,49
Porenvolumen [Vol.-%]	66,1	74,6 72,4 bis 78,6	80,7 79,0 bis 82,8
Feldkapazität [Vol.-%]	62,8	65,8 62,5 bis 70,0	74,3 72,5 bis 76,7

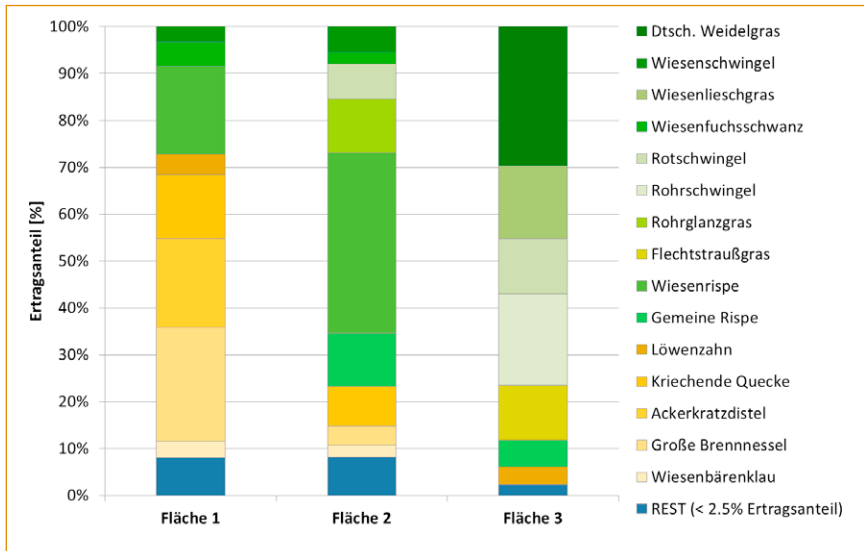


Abb. 16: Ertragsanteile der Grünlandvegetation der Untersuchungsflächen 1 bis 3 des Intensivgrünlandes (n = 2 bis 6 Vegetationskartierungen je Fläche)

Teil ungünstiger Pflanzenbestände (Abb. 16).

4.2 Ertragsstruktur

Die Einstufung der untersuchten intensiv genutzten Grünlandflächen in die Ertragsklassen des LELF (HANFF et al. 2010) erfolgte aufgrund der standörtlichen Gegebenheiten (Kap. 3.3). Eine viermalige Nutzung im Erntejahr 2011 brachte nicht die in der Literatur angegebenen Erträge (Tab. 5). Mehrere Faktoren sind dafür verantwortlich. Auf der Untersuchungsfläche 2 dominiert die kleinwüchsige, ertragsschwache Wiesenrispe und ein inselartiger Besatz

unerwünschter Pflanzenbestände hat sich ausgebildet (Kap. 4.1.2). Der durchschnittliche Jahresertrag der Untersuchungsfläche 3 erreicht 2011 nur knapp die untere Grenze der Ertragsklasse II. Die große Spannweite ist durch einen insgesamt lückigen Grasbestand begründet.

Auf beiden Flächen kam es aufgrund der Starkniederschläge in den Sommermonaten des Jahres 2011 zu einer Vernässung während der Vegetationszeit. Aufgrund der Bodeneigenschaften konnte das Wasser nicht direkt abgeführt werden. Die Energiewerte entspre-

Tabelle 5: Ertragsdaten 2011 der untersuchten Flächen 2 und 3 des Intensivgrünlandes (n = 4 bis 6 Probeflächen)

	Untersuchungsfläche 2 (n=6)	Untersuchungsfläche 3 (n=4)
Erträge je Schnitt [dt TM/ ha]	10,4 9,2 bis 18,6	17,8 11,7 bis 25,6
Jahreserträge [dt TM/ ha/ a]	34,7 27,9 bis 37,1	58,5 39,8 bis 77,0
Energiegehalt [MJ NEL/ kg TM]	6,3 5,5 bis 7,2	6,3 5,7 bis 6,9
Rohfaser [g/ kg TM]	261 bis 282	206 bis 311
Rohprotein [g/ kg TM]	223 bis 235	99 bis 179
Rohfett [g/ kg TM]	25 bis 30	24 bis 33
ERTRAGSKLASSE [HANFF et al. 2010]	III (40 bis 60 dt TM/ha)	II (60 bis 80 dt TM/ha)

chen insgesamt den Angaben aus der Literatur (HANFF et al. 2010), wobei der erste Schnitt stets hochwertiger ist als der zuletzt geerntete Aufwuchs. Der Jahresertrag der Untersuchungsfläche 1 repräsentiert nur die in Kapitel 4.1.1 beschriebene Teilfläche und wird daher nicht tabellarisch aufgeführt; aus jeweils zwei Probeernten zu zwei Erntezeitpunkten ergibt sich ein Jahresertrag von lediglich 30 dt/ha.

4.3 Einfluss veränderter Wasser- und Klimaverhältnisse

Die in Kapitel 4.1 dargestellten Ø SGW von 100, 60 und 80 cm unter Flur beschreiben den

sogenannten IST-Zustand der jeweiligen Untersuchungsfläche. Wird die Bewirtschaftung beibehalten und bleiben die Klimaverhältnisse gleich, liegt die errechnete CO₂-Freisetzung der untersuchten intensiv genutzten Flächen zwischen 416 und 550 t/ha bis in das Jahr 2030 (Abb. 17).

Die entsprechenden Werte für die Sackung erreichen 14 bis 18 cm. Beides, CO₂-Emission und Sackung, steigen mit zunehmender Mächtigkeit des Niedermoorbodens an und werden außerdem von der Entwässerungstiefe beeinflusst. Im berechneten Szenario sind

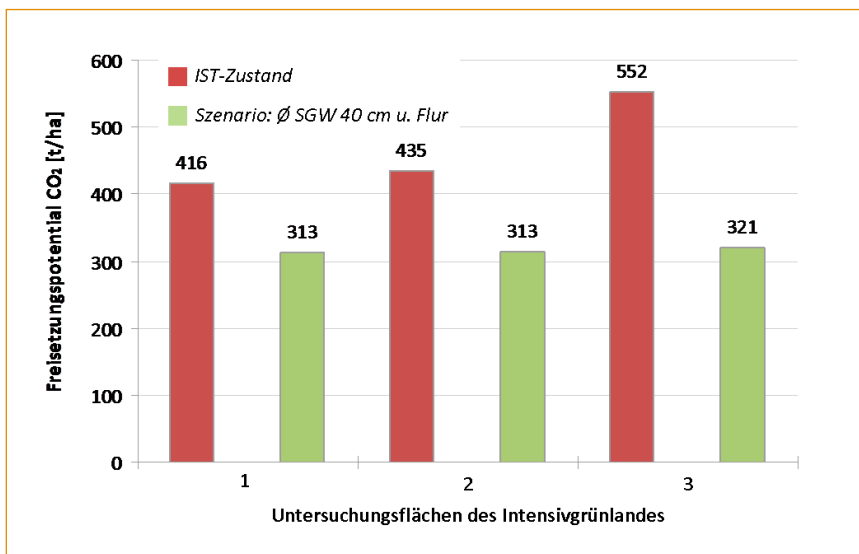


Abb. 17: Potentielle CO₂-Freisetzung bis 2030 der intensiv genutzten Untersuchungsflächen für 0°C Temperaturanstieg je IST-Zustand: Ø SGW = 100, 60 und 80 cm und Szenario: Ø SGW = 40 cm unter Flur

die Ø SGW für alle Untersuchungsflächen auf 40 cm unter Flur angehoben worden, was eine Reduktion der CO₂-Emissionen auf etwa 320 t/ha bis 2030 bewirkt. Entsprechend sinkt das Sackungspotential um 4 bis 8 cm.

Eine Änderung der Klimaverhältnisse geht als Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 2°C in die Modellierung ein (vgl. Kap. 2.3 u. 3.3); sie erhöht die potentielle CO₂-Freisetzung bis 2030 (Tab. 6). Aufgrund der tieferen Wasserstände liegen die Zunahmen für die berechneten IST-Zustände höher.

Der Einfluss einer möglichen Klimaänderung auf das Sackungspotential ist gering; bis 2030 erhöhen sich die Werte um maximal einen Zentimeter.

4.4 Flächenheterogenität

Flächenheterogenität bedeutet, dass auf einer Fläche oder einem Schlag ganz unterschiedliche Wasserverhältnisse bzw. Pflanzenbestände vorzufinden sind. Der Grund dafür ist ein mehr oder weniger stark ausgebildetes Mikrorelief, das heißt deutliche Höhenunterschiede auf relativ kleiner Fläche. Ein solches

Tabelle 6: Veränderung der potentiellen CO₂-Emission bis 2030 durch einen Temperaturanstieg von 2°C je Untersuchungsfläche des Intensivgrünlandes , je IST-Zustand u. Szenario

Veränderung der CO ₂ -Freisetzung [t/ha] bis 2030 Temperaturanstieg: 2°C					
Untersuchungsfläche 1		Untersuchungsfläche 2		Untersuchungsfläche 3	
IST	Szen.	IST	Szen.	IST	Szen.
+25	+20	+30	+10	+40	+20

Mikrorelief entsteht auf Moorböden, wenn unterschiedlich mächtige Moorareale infolge von Entwässerung unterschiedlich stark absacken. Tiefgründige Moore sacken dabei stärker als flachgründige Moore und in den ersten Jahren nach der Entwässerung ist der Anteil der Sackung am gesamten Moorbodenverlust am höchsten. Die landwirtschaftliche Nutzung führt dann zu einer weiteren Verdichtung und die Belüftung der Moorböden zum mikrobiellen Abbau der Torfe. In der Summe ergeben diese Prozesse den Moorbodenverlust (Kap. 2.1).

Die Höhenvermessung einer 18 ha großen intensiv genutzten Grünlandfläche im Raster 25 x 25 Meter ergab Höhenunterschiede von bis zu einem Meter, wobei die tiefsten Areale bei 8,5 m über NN und die höchsten bei 9,5 m über NN liegen (Abb. 18).

Eine einheitliche Bewirtschaftung wird dadurch erschwert, dass die Grundwasser-

stände auf einer reliefierten Fläche große kleinräumige Unterschiede zeigen (Abb. 19). Im Bereich von 9,0 m über NN herrschen Ø SGW von 75 cm unter Flur, während im Bereich von 8,7 m über NN der Ø SGW bei 45 cm unter Flur liegt. Bei 9,2 m über NN erreicht der Ø SGW 100 cm unter Flur. Infolgedessen laufen die Prozesse der sekundären Bodenentwicklung unterschiedlich stark ab; so haben sich auf der exponierten Teilfläche stark degradierte Niedermoorfolgeböden mit deutlich verschlechterten Bodeneigenschaften ausgebildet. Im hier gezeigten Beispiel ist es der Bodentyp Relikt-Moorgley der Untersuchungsfläche 1 des IGL.

Aufgrund verschiedener Wasser- und Bodenverhältnisse entwickeln sich ganz unterschiedliche Pflanzenbestände. Bei einem Ø SGW von 75 cm unter Flur haben sich die Große Brennnessel und die Ackerkratzdistel ausgebreitet; gemeinsam machen sie bis

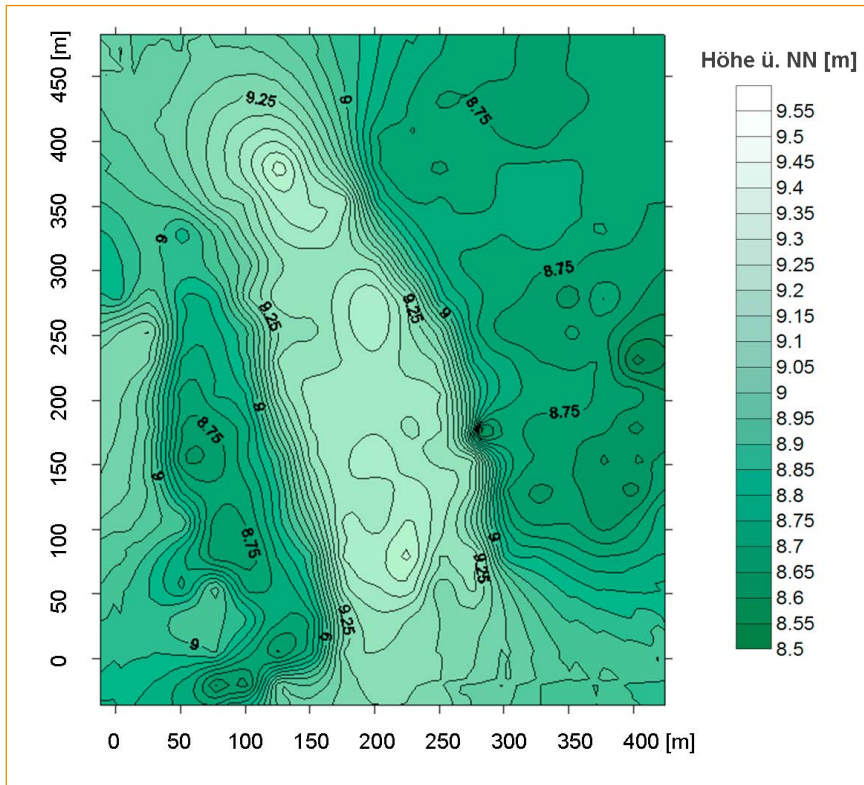


Abb. 18: Gemessene Höhenunterschiede eines 18 ha großen intensiv genutzten Niedermoorstandortes unter Grünlandnutzung

zu 80 % EA aus. Auf den höher liegenden Arealen dominieren die Kriechende Quecke (40 % EA) und die Wiesenrispe (30 % EA). Die eher feuchten Bereiche unter 8,7 m über NN sind durch eine Kombination von Wiesenrispe (30 % EA), Rasenschmiele (20 % EA), Großer Brennnessel (15 % EA)

und verschiedenen Saatgräsern (35 % EA) gekennzeichnet. Das zeigt, wie schwierig die Etablierung standortangepasster, nutzbringender Pflanzenbestände auf stark reliefierten Niedermoorstandorten ist. Sie sind daher für eine intensive Futterproduktion für die anspruchsvolle Ernährung von Milchkühen

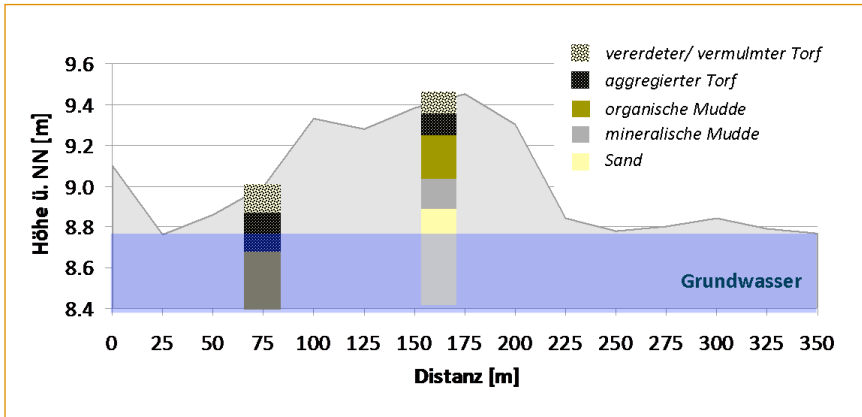


Abb. 19: Höhenquerschnitt eines intensiv genutzten Niedermoorstandortes; schematisch dargestellt: Bodenprofile und Grundwasser

ungeeignet. Nachsaaten führen auf solchen Flächen oftmals nicht zu dem gewünschten Erfolg.

5. Untersuchungsflächen der Feuchtweiden

5.1 Boden, Wasser und Vegetation

5.1.1 Untersuchungsfläche 1

Der Standort gehört zu der Niederung am Großen Wiesengraben im Barnim.

Boden und Wasser

Die dominierenden Bodentypen auf dieser Fläche sind Anmoorgleye und Moorgleye (Abb. 20). Sie unterscheiden sich hauptsächlich hinsichtlich ihres Gehaltes an organischer Substanz im Oberboden (Kap. 2.1), hervorgerufen durch kleine Unterschiede in der Grundwasserdynamik. Der hier vorgestellte Moorgley liegt im Zentrum einer 250 ha großen Niederung, wo die Grundwasserstände langfristig höher liegen. Gleichzeitig ist der Oberboden von einem schmalen Band mineralischer Mudde unterlagert, die ein schnelles Versickern von Niederschlagswasser verhindert. Die Randbereiche der Niederung liegen

stattdessen etwas höher, so dass die Grundwasserstände sukzessiv abnehmen. Der kohlenstoffreiche Oberboden wird stärker belüftet und es bilden sich anmoorige und stark humose Substrate (Kap. 2.1).

Infolge geringerer C_{org} -Gehalte der dominanten Bodentypen ist die durchschnittliche TRD dieser Fläche höher als die der intensiv genutzten Untersuchungsflächen (Kap. 5.1.5, Tab. 7). Der durchschnittliche Anteil der Grobporen ist mit 5,8 Vol.-% gering, so dass Niederschlagswasser nur langsam versickert. In Verbindung mit den gemessenen Grundwasserständen ist die Wasserversorgung der Pflanzenbestände gewährleistet. Der Ø SGW im zentralen Bereich der Niederung liegt bei 40 cm unter Flur (Abb. 21).

Der Grundwasserschwankungsbereich ist vergleichsweise gering. Mehrere aufeinander-



Abb. 20: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 1 der Feuchtweiden (Foto: E. Wallor)

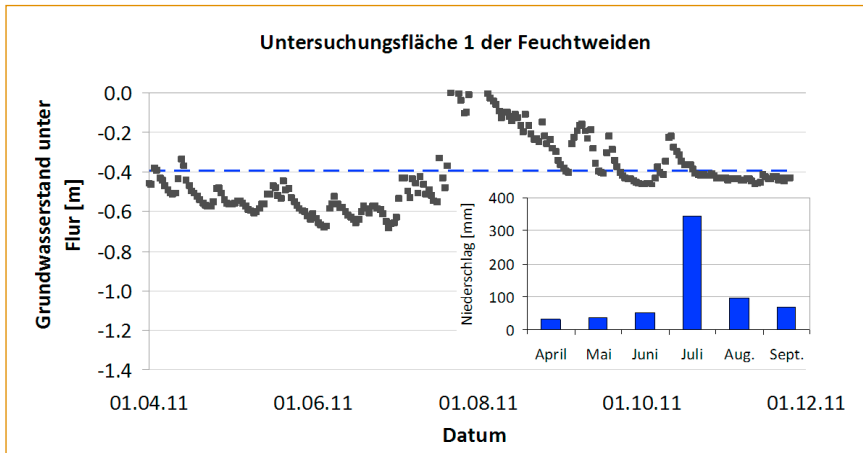


Abb. 21: Grundwasserverlauf und monatliche Niederschlagssummen der Vegetationsperiode 2011 der Untersuchungsfläche 1 der Feuchtweiden

derfolgende Starkniederschläge im Juli 2011 haben oberflächennahe Wasserstände verursacht. Die errechnete CO_2 -Freisetzungsrate der Moorgleye liegt bei 13 t/ha und Jahr. Die errechnete jährliche Sackung erreicht 0,45 cm.

Vegetation

Der Pflanzenbestand der Untersuchungsfläche ist mit 40 Pflanzenarten sehr vielfältig. Süß- und Sauergräser machen insgesamt 65 % EA aus. Im Zentrum der Niederung dominieren typische Arten der Feuchtwiesen und -weiden. Vertreter frischerer Standorte finden sich auf den höher liegenden Randbereichen. Rasenbildende Untergräser sind vorwiegend die Gemeine Risppe und die Wiesenrispe (Ø

20 % EA). Bestandsbildende Obergräser sind hauptsächlich das Deutsche Weidelgras (20 % EA), die Rasenschmiele (7 % EA) und das Wollige Honiggras (8 % EA). Die hohen Grundwasserstände begünstigen im zentralen Bereich der Niederung das Wachstum von Sauergräsern (5 % EA) und Binsen (7 % EA). Der EA der Kräuter liegt durchschnittlich bei 27 %. Darunter sind Feuchtezeiger wie der Wasserknöterich (7 % EA) und der Kriechende Hahnenfuß (4 % EA). Als Frischezeiger ist hauptsächlich der Löwenzahn mit 7 % EA vertreten. Vereinzelt finden sich verschiedene Ampfer-Arten, die typisch sind für frischeres, beweidetes Grünland. Weiß- und Rotklee machen gemeinsam bis zu 8 % der Biomasse aus.

5.1.2 Untersuchungsfläche 2

Die Fläche ist Teil der Torfgrabenniederung im Randow-Welse Bruch.

Boden und Wasser

Der dominante Bodentyp ist ein Erdnieder-moor von durchschnittlich 3 m Mächtigkeit. Unter einem vergleichsweise mächtigen vererdeten Oberbodenhorizont liegen aggregierte Torfe, die bis in eine Tiefe von 50 cm reichen (Kap. 5.1.5, Abb. 28). Der C_{org} -Gehalt des Leitprofils liegt mit 27 Masse-% höher als bei den intensiv genutzten Untersuchungsflächen (Kap. 5.1.5, Tab 7). Die TRD und das Grobporenvolumen (PV - FK) deuten auf eine Verdichtung des Oberbodens hin. Die tief rei-

chende Aggregation lässt darauf schließen, dass der Ø SGW normalerweise etwas tiefer liegt als während des Messzeitraumes 2012 bis 2013 (Abb. 22).

Unter diesen Bedingungen sackt der Nieder-moorboden jährlich um 0,65 cm und kann pro Jahr 17 t CO_2 /ha freisetzen.

Vegetation

Dieser Standort ist durch eine hohe Domi-nanz des Deutschen Weidelgrases geprägt, welches vermutlich aus altem Saatgrasland hervorgeht (Kap. 5.2, Abb. 29). Das deutet auf eher mäßig feuchte Verhältnisse hin, was einer Zuwanderung von Sauergräsern entgegen-gewirkt. Insgesamt machen Süßgräser

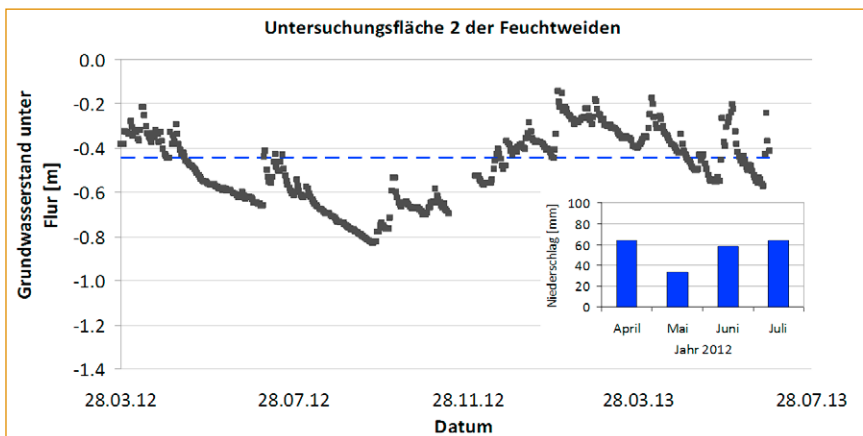


Abb. 22: Grundwasserverlauf der Vegetationsperioden 2012 und 2013 sowie Niederschlagssummen der Monate April bis Juli 2012 der Untersuchungsfläche 2 der Feuchtweiden

bis zu 95 % der Biomasse aus. Die größten Anteile am Schnittgut haben Deutsches Weidelgras (55 %), Rohrglanzgras (25 %) und Wiesenlieschgras (7 %). Letztere bevorzugen feuchte bis sehr feuchte Bedingungen (Kap. 2.2). Des Weiteren sind die Untergräser Rot-schwengel und Gemeine Rispe vorhanden, die aber nur 4 % EA ausmachen. Krautige Pflanzen sind mit bis zu 8 % EA vertreten, darunter typische Feuchtezeiger wie der Kriechende Hahnenfuß, der Wasserknöterich und der Sumpfstorchschnabel.

5.1.3 Untersuchungsfläche 3

Der Standort gehört zu den sogenannten Tanntowerflächen des Gartzter Bruchs.

Boden und Wasser

Die sekundäre Bodenentwicklung dieser Fläche reicht bis in eine Tiefe von 40 cm. Die Sandbeimengungen im ersten Unterbodenhorizont (Abb. 23) lassen darauf schließen, dass während der Komplexmelioration bodenverbessernde Maßnahmen durchgeführt wurden. Diese

<p>Bodentyp: Erd-Mulmniedermoor Nutzungstyp: Feuchtweide (2 Nutzungen pro Jahr)</p>
<p>Oberbodenhorizont: vererdeter bis vermulmter Niedermoorortf, hoch zersetzt <i>Farbe:</i> dunkelbraun - schwarz <i>Gefüge:</i> krümelig, zum Teil gefügelos</p>
<p>Unterbodenhorizont 1: aggregierter Niedermoorortf, hoch zersetzt, Sandbeimengungen <i>Farbe:</i> dunkelgrau <i>Gefüge:</i> Polyedergefüge, verdichtet</p>
<p>Unterbodenhorizont 2: wassergesättigter Niedermoorortf (Seggentorf, Schilftorf), mittlere Zersetzung <i>Farbe:</i> dunkelbraun <i>Gefüge:</i> gefügelos</p>



Abb. 23: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 3 der Feuchtweiden (Foto: A. Haub)

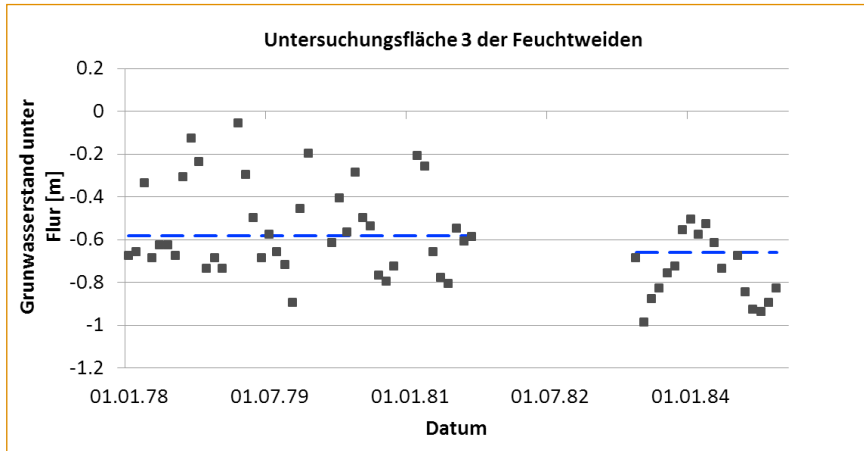


Abb. 24: Grundwasserstände im Messzeitraum 1978 bis 1984 der Untersuchungsfläche 3 der Feuchtwiesen (nach HU MOORARCHIV)

Vermutung konnte durch den bewirtschaftenden Landwirtschaftsbetrieb bestätigt werden. Dementsprechend niedrig sind die C_{org} -Gehalte (Kap. 5.1.5, Tab. 7). Die TRD ist dadurch erhöht ($0,56 \text{ g/cm}^3$) und der Anteil Wasser leitender Grobporen beträgt $8,3 \text{ Vol.-%}$.

Die langfristigen Auswirkungen von Sandmischkulturen auf Niedermooeren sind bislang kaum untersucht. Auf genutzten Hochmooren können Sanddeck- bzw. Sandmischkulturen die CO_2 -Emissionen verringern (HÖPER U. SCHÄFER 2013). Der dominante Bodentyp ist ein Erd-Mulmniedermoor. Die verfügbaren Grundwasserdaten stammen aus dem Zeitraum 1978 bis 1984 (Abb. 24) und zeigen die Wasserverhältnisse vor (1978 bis 1981)

und nach (1983 und 1984) den damaligen Entwässerungsmaßnahmen. Sie entsprechen nicht den aktuellen Grundwasserverhältnissen, erklären aber die Bodenbildungsprozesse auf dieser Fläche (vgl. Kap. 4.1.3).

Mittlere SGW von 60 cm unter Flur bewirken auf dieser Fläche eine jährliche CO_2 -Freisetzung von 23 t/ha und eine potentielle Sackung von $0,8 \text{ cm}$ pro Jahr. Seit 1990 sind die Grundwasserstände gestiegen, so dass von einer Minderung der CO_2 -Freisetzung ausgegangen werden kann (Kap. 5.3).

Vegetation

Die Vegetation des Standortes zeigt mehr als 40 Pflanzenarten. Süß- und Sauergrä-

ser machen 65 %, Kräuter etwa 30 % und Leguminosen etwa 5 % der Biomasse aus. Die Obergräser werden dominiert durch das Rohrglanzgras (30 % EA). Weitere Obergräser sind der Wiesenfuchsschwanz und das Wiesenlieschgras (jeweils 3 % EA). Bei den Untergräsern dominiert das Flechtstraußgras (8 % EA). Insgesamt bedecken die Rasenbildner 30 % des Bodens, machen aber nur etwa 10 % des Mähgutes aus. Der Anteil der Großseggen beträgt durchschnittlich 25 % EA, wobei die Schlanksegge dominiert. Sie ist charakteristisch für feuchte bis mäßig nasse Standorte. Bei den Kräutern dominieren typische Arten der Feuchtweiden wie beispielsweise der Kriechende Hahnenfuß (im Mittel 5 % EA). Als Vertreter frischer Verhältnisse finden sich Löwenzahn, Gewöhnliches Hirtentäschel und Stumpfblätriger Ampfer.

5.1.4 Untersuchungsfläche 4

Die Fläche liegt im Polder 5/6 bei Gartz.

Boden und Wasser

Der dominante Bodentyp ist ein Erdniedermoor. Es zeigt einen mächtigen, vererdeten Oberbodenhorizont (Abb. 25). Ein aggregierter Unterbodenhorizont hat sich nicht gebildet. Diese gering ausgeprägte sekundäre Bodenbildung wird durch relativ hohe C_{org} -Gehalte und niedrige TRD dieses Standortes bestätigt (Kap. 5.1.5, Tab. 7).

Dementsprechend hoch ist das PV und der Anteil der Grobporen (9,7 Vol.-%). Regelmäßige Überflutungsereignisse sorgen für Beimengungen von Auenlehm im Oberboden.

Die verfügbaren Grundwasserstände des Messzeitraumes 1978 bis 1984 erklären die tief reichende Vererdung. Eine ausreichende Durchfeuchtung der tiefer liegenden Torfe, verursacht durch den kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser, ist bei wiederholt auftretenden Grundwassertiefständen von 1 m unter Flur unwahrscheinlich (Abb. 26). Möglicherweise hat die geringe Nutzungsintensität in Verbindung mit einer Veränderung der Grundwasserstände nach 1985 eine Aggregation verhindert.

Die Untersuchungsfläche liegt im Poldergebiet der Oder und ist seit 1989 Teil des Nationalparks „Unteres Odertal“. Die Wasserverhältnisse haben sich dadurch aus Sicht des Bodenschutzes verbessert; die Grundwasserstände sind im Jahr 2013 nicht unter 40 cm gesunken (Abb. 27).

Ein Ø SGW von 45 cm unter Flur hat CO_2 -Freisetzungsraten von 18 t/ha pro Jahr und eine jährliche Sackung von 0,64 cm zur Folge. Der Ø SGW im Jahr 2013 lag bei 20 cm unter Flur. So werden jährlich 10 t CO_2 /ha eingespart und die potentielle Sackung sinkt um die Hälfte.

<p>Bodentyp: Erdniedermoor Nutzungstyp: Feuchtweiden (1-2 Nutzungen)</p>	
<p>Oberbodenhorizont: vererdeter Niedermoororf, hoch zersetzt, Beimengungen von Auenlehm <i>Farbe:</i> dunkelbraun - schwarz <i>Gefüge:</i> krümelig</p>	
<p>Unterbodenhorizont 1: wassergesättigter Niedermoororf (Seggentorf), schwach zersetzt <i>Farbe:</i> dunkelbraun <i>Gefüge:</i> gefügelos</p>	

Abb. 25: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 4 der Feuchtweiden
(Foto: A. Haub)

Vegetation

Dieser Standort wird von Großseggen dominiert. Sie machen bis zu 50 % der Biomasse aus (Kap. 5.2, Abb. 29). Wichtigster Vertreter ist die Sumpfsegge, die typisch für nasse Standorte mit teilweiser Überflutung ist. Der Anteil der Flatterbinse ist mit durchschnittlich 7 % EA recht hoch. Die Süßgräser machen 30 % des Erntegutes aus. Dominant sind Feuchtezeiger wie der Wasserschwaden (12 % EA), das Rohrglanzgras (8 % EA) so-

wie das Flechtstraußgras (4 %). Die Gemeine Rispse, die Wiesenrispe und der Rotschwengel haben nur einen geringen Anteil am Erntegut (max. 2 %). Kräuter machen 9 % der Gesamtbiomasse aus. Darunter sind hauptsächlich Feuchtezeiger wie der Kriechende Hahnenfuß (4 % EA), die Kohl- und Sumpfkraatzdistel und die Wasserminze. In geringen Anteilen sind Arten vertreten, die für frisches und vor allem beweidetes Grünland typisch sind: darunter Gänsefingerkraut und Löwenzahn. Die

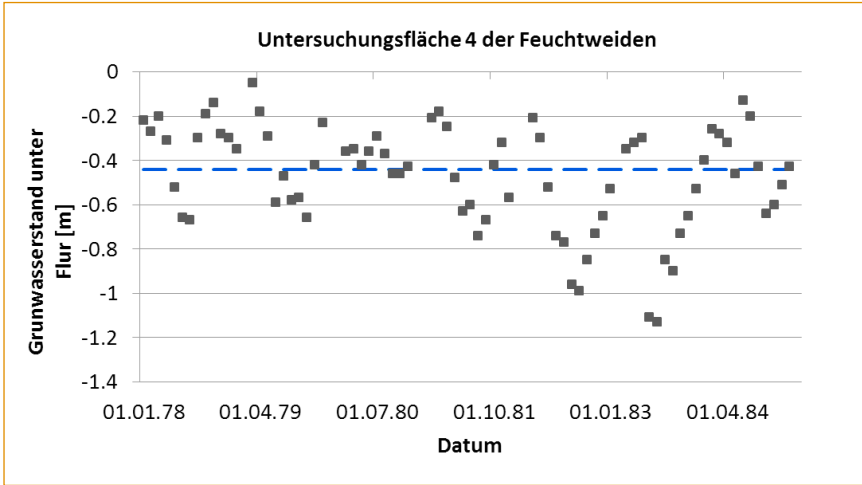


Abb. 26: Grundwasserstände im Messzeitraum 1978 bis 1984 der Untersuchungsfläche 4 der Feuchtweiden (nach HU MOORARCHIV)

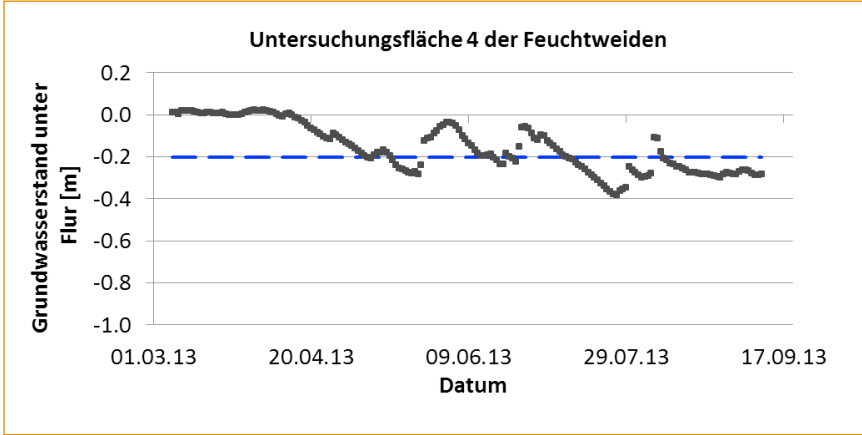


Abb. 27: Grundwasserverlauf von März bis August 2013 der Untersuchungsfläche 4 der Feuchtweiden (nach E+E VORHABEN 2014)

dominante Leguminosenart ist der Sumpfhornklee als Feuchtezeiger (0,5 % EA).

5.1.5 Zusammenfassung

Die vergleichsweise geringe Nutzungsintensität bewirkt zusammen mit den Wasserverhältnissen insgesamt eine geringere Bodendegradierung der untersuchten Feuchtweiden (Abb. 28). Die Untersuchungsfläche 1 ist aufgrund des Bodeninventars aus Gleyen und Anmooren von einem Vergleich ausgeschlossen (vgl. Kap. 5.1.1). Die besondere Landnutzungsgeschichte der Untersuchungsfläche 3 erschwert eine Bewertung der Bodeneigenschaften (vgl. Kap. 5.1.3).

Die untersuchten Niedermoorböden der Untersuchungsflächen 2 und 4 der Feuchtweiden weisen aus Sicht des Bodenschutzes positivere Werte auf als die flachgründigen Standorte des IGL: höhere C_{org} -Gehalte, geringere Trockenrohdichten, ein höheres PV und höhere Grobporenanteile (Tab. 7). Verglichen mit den entsprechenden Werten des intensiv genutzten, tiefgründigen Niedermoores, zeigt die Untersuchungsfläche 2 aufgrund der Wasserverhältnisse nur geringe Unterschiede (vgl. Kap. 4.1.4).

Die Pflanzenbestände der Feuchtweiden werden zunehmend durch die Wasserverhältnisse beeinflusst. Die durch sekundäre

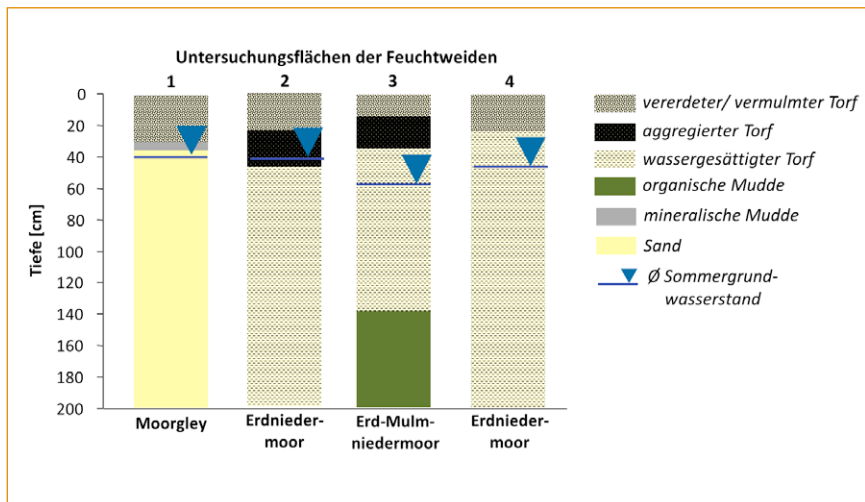


Abb. 28: Leitbodenprofile und Ø SGW der Untersuchungsflächen 1 bis 4 der Feuchtweiden

Tabelle 7: Ausgewählte Bodenparameter der oberen 30 cm der Untersuchungsflächen der Feuchtwiesen (n = 1 bis 3 Bodenprofile)

	Unter- suchungs- fläche 1 (n=2)	Unter- suchungs- fläche 2 (n=1)	Unter- suchungs- fläche 3 (n=3)	Unter- suchungs- fläche 4 (n=3)
C_{org}-Gehalt [Masse-%]	13,4 11,2 bis 15,5	27,7	20,1 16,1 bis 26,4	33,3 30,4 bis 36,0
Trockenrohichte [g/cm ³]	0,72 0,68 bis 0,76	0,44	0,56 0,42 bis 0,65	0,33 0,26 bis 0,37
Porenvolumen [Vol.-%]	72,0 70,6 bis 73,4	82,0	77,3 74,9 bis 81,8	82,2 76,6 bis 85,8
Feldkapazität [Vol.-%]	66,2 62,6 bis 69,8	75,8	69,0 66,4 bis 74,5	72,5 66,1 bis 78,3

Bodenentwicklung hervorgerufene Verschlechterung der Bodeneigenschaften wird durch höhere Wasserstände überlagert. Die Pflanzenbestände unterscheiden sich daher von denen der intensiv genutzten Untersuchungsflächen (Abb. 29).

5.2 Ertragsstruktur

Alle Untersuchungsflächen der Feuchtwiesen wurden aufgrund der jeweiligen Bodeneigenschaften und einer unterlassenen N-Düngung der Ertragsklasse III zugeordnet (vgl. Kap. 3.3). Die darin angegebenen Erträge wurden im Erntejahr 2011 größtenteils erreicht (Tab. 8). Die Energiegehalte liegen bewirtschaftungsbedingt niedriger als bei einer intensiven Nutzung.

Die Untersuchungsfläche 1 wird im Durchschnitt 2,5 Mal pro Jahr genutzt. Es handelt sich um Umtriebsweiden, die partiell im ersten und zweiten Aufwuchs zur Silage- und Heuerzeugung gemäht werden. Ein früher Erntezeitpunkt zu Beginn der Vegetationsperiode erbringt aufgrund des Grasbestandes (Deutsches Weidelgras, Wiesenrispe) Qualitäten von über 6,0 MJ NEL/ kg TM. Die Untersuchungsfläche 2 wird zweimal pro Jahr durch einen Schnitt und einen Weidegang genutzt. Ein später Nutzungsbeginn ab Mitte Juni und der Verzicht auf jegliche Düngung bringen niedrigere Erträge, hohe Rohfasergehalte und geringere Energiegehalte im Futter mit sich. Die Untersuchungsfläche 3 wird aufgrund der Wasserverhältnisse maximal zwei

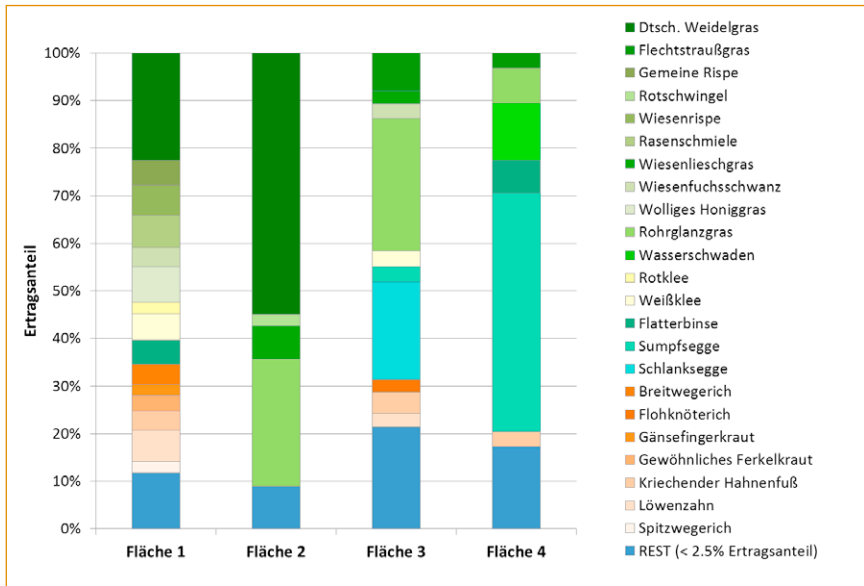


Abb. 29: Ertragsanteile der Grünlandvegetation sortiert nach Untersuchungsflächen der Feuchtweiden (n = 6 Vegetationskartierungen je Fläche)

Mal pro Jahr genutzt. Dabei findet partiell eine reine Schnittnutzung zur Grobfuttergewinnung statt. Die Erträge variieren je nach EA hochwüchsiger Seggen und niedrigwüchsiger Arten (vgl. Kap. 5.1.3). Der im Durchschnitt hohe Futterwert lässt sich durch eine frühe Weidenutzung ab Anfang Mai und hohe EA des Rohrglanzgrases begründen. Die Untersuchungsfläche 4 wird einmal jährlich beweidet. Eine zusätzliche Schnittnutzung erfolgt nur, wenn die Wasserverhältnisse dafür günstig sind. Der hohe Wuchs der Großseggen führt zu Biomasseerträgen von über 60 dt/ha

und Jahr. Sauergräser sind rohfasereich und entwickeln in Kombination mit einer späten Nutzung ab Mitte Juni geringe Energiegehalte.

5.3 Einfluss veränderter Wasser- und Klimaverhältnisse

Die in Kapitel 5.1 dargestellten Ø SGW von 40, 44, 60 und 45 cm unter Flur beschreiben den sogenannten IST-Zustand der jeweiligen Untersuchungsfläche. Bei gleicher Bewirtschaftung und ohne klimatische Veränderungen liegt die errechnete CO₂-Freisetzung der

Tabelle 8: Ertragsdaten 2011 aller untersuchten Flächen der Feuchtweiden (n = 4 bis 6 Probeflächen)

	Unter- suchungs- fläche 1 (n=4)	Unter- suchungs- fläche 2 (n=6)	Unter- suchungs- fläche 3 (n=6)	Unter- suchungs- fläche 4 (n=6)
Erträge je Schnitt [dt TM/ha]	12,7 9,8 bis 15,7	22,0 18,6 bis 25,7	10,5 8,1 bis 11,3	16,7 11,1 bis 24,7
Jahreserträge [dt TM/ha/a]	42,2 32,6 bis 52,2	36,6 30,9 bis 42,9	35,1 26,8 bis 37,6	39,6 27,8 bis 61,8
Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]	5,7 4,9 bis 6,3	5,1 5,0 bis 5,3	5,8 5,4 bis 6,1	5,4 5,1 bis 5,7
Rohfaser [g/kg TM]	229 bis 299	294 bis 299	266 bis 292	263 bis 306
Rohprotein [g/kg TM]	164 bis 174	157 bis 194	122 bis 200	95 bis 108
Rohfett [g/kg TM]	23 bis 28	12 bis 19	17 bis 23	15 bis 21
ERTRAGSKLASSE [HANFF et al. 2010]	III (40 bis 60 dt TM/ha)	III (40 bis 60 dt TM/ha)	III (40 bis 60 dt TM/ha)	III (40 bis 60 dt TM/ha)

untersuchten Feuchtweiden zwischen 260 und 480 t/ha bis in das Jahr 2030 (Abb. 30).

Die entsprechenden Werte für die Sackung erreichen 9 bis 16 cm. Beides, CO₂-Emission und Sackung, nehmen mit sinkender Mächtigkeit der Torfhorizonte ab und werden außerdem von der Entwässerungstiefe beeinflusst. Im berechneten Szenario sind die Ø SGW für alle Untersuchungsflächen auf 30 cm unter

Flur angehoben worden, was eine Reduktion der CO₂-Emissionen auf etwa 140 bzw. 240 t/ha bis 2030 bewirkt. Entsprechend sinken die Sackungspotentiale um etwa die Hälfte. Eine Änderung der Klimaverhältnisse geht als Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 2°C in die Modellierung ein (vgl. Kap. 2.3 u. 3.3). Dieser Temperaturanstieg erhöht die CO₂-Freisetzung bis 2030 in Abhängigkeit der Ø SGW um 10 bis 30 t/ha. Der Einfluss einer

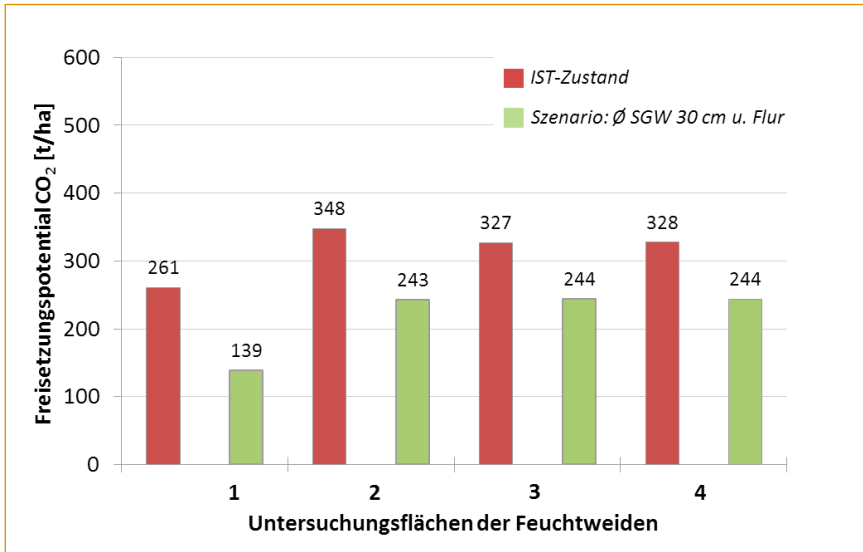


Abb. 30: Potentielle CO₂-Freisetzung bis 2030 der Untersuchungsflächen 1 bis 4 der Feuchtweiden für 0°C Temperaturanstieg je IST-Zustand: Ø SGW = 40, 44, 60 und 50 cm und Szenario: Ø SGW = 30 cm unter Flur

möglichen Klimaänderung auf das Sackungspotential ist gering; die entsprechenden Werte erhöhen sich bis 2030 um maximal einen Zentimeter (vgl. Kap. 4.3).

Feucht- und Nasswiesen werden aufgrund der Wasserverhältnisse extensiv und ohne Stickstoffdüngung bewirtschaftet. Es erfolgt eine reine Schnittnutzung. In der Regel werden die Feuchtwiesen zweimal, die Nasswiesen einmal pro Jahr gemäht.

6.1 Boden, Wasser und Vegetation

6.1.1 Untersuchungsfläche 1

Die Fläche liegt östlich der Randowhänge im Randow-Welse Bruch.

Boden und Wasser

Auf dieser Fläche haben sich zwei einander überlagernde Böden ausgebildet; die oberen 30 cm sind anmoorig, darunter befindet sich wassergesättigter, gering zersetzter Torf (Kap. 6.1.4, Abb. 35). Der dominierende Bodentyp ist ein „Anmoorgley über Niedermoor“. Entsprechend weist das Bodenprofil unterschiedliche Eigenschaften auf (Kap. 6.1.4, Tab. 9). Der Anmoorgley zeigt aufgrund der Sandbeimengungen einen deutlich niedrigeren C_{org} -Gehalt und eine hohe TRD. Die Bodenkennwerte des Niedermooses sprechen für einen naturnahen Zustand: ein hoher C_{org} -Gehalt und eine relativ niedrige TRD. Ein insgesamt hoher Anteil dränender Grobporen (PV - FK) gewährleistet einen ungestörten Wasseraustausch zwischen Ober- und Unterboden. Die hohen Sandanteile des Oberbodens könnten durch bodenverbessernde Maßnahmen während der Komplexmeliorelation eingetragen

worden sein (Sanddeck-, Sandmischkultur). Daten zur Grundwasserdynamik liegen für diesen Standort nicht vor. Für Teilbereiche können die Grundwasserverhältnisse der angrenzenden Nasswiesen herangezogen werden. Die Fläche befindet sich in Randlage des Randowbruches und ist durch einen Grundwassergradienten gekennzeichnet, der zu unterschiedlichen Pflanzenbeständen führt (vgl. Abb. 31). Aufgrund der besonderen Bodeneigenschaften können für die CO_2 -Freisetzung nur Literaturwerte herangezogen werden. Die extensive Nutzungsform und die relativ hohen Wasserstände führen zu einer jährlichen Freisetzung von weniger als 18 t CO_2 /ha (HÖPER 2007, vgl. Kap. 2.1).

Vegetation

Die Verteilung der Pflanzenarten entlang des Grundwassergradienten zeigt Abbildung 31. Insgesamt werden die Feuchtwiesen aufgrund ihrer reinen Schnittnutzung von Gräsern dominiert (95 %). Den größten EA macht das Rohrglanzgras mit etwa 30 % aus (Kap. 6.1.4, Abb. 36). Des Weiteren findet man das Deutsche Weidelgras (10 % EA), das Wiesenlieschgras (7 % EA) und den Wiesenschwingel (4 % EA). Als Untergräser sind die Wiesenrispe (10 % EA), das Flechtstraußgras (4 % EA), die Gemeine Rispe und der Rotschwingel (jeweils 2 % EA) vertreten. Neben den Süßgräsern macht vor allem die Behaarte Segge einen hohen EA aus (25 %). Wie das Rohrglanzgras bevorzugt sie wechselfeuchte Verhältnisse.

Kräuter sind nur wenig vertreten. Darunter der Kriechende Hahnenfuß, der Wasserknöterich und die Ackerkratzdistel mit jeweils 2 bis 3 % EA sowie Löwenzahn, Sauerampfer und Breitwegerich mit jeweils 1 % EA.

6.1.2 Untersuchungsfläche 2

Der Standort gehört zur Stauabsenkung Süd und liegt im Oberspreewald.

Boden und Wasser

Der dominierende Bodentyp dieser Fläche ist ein Erdniedermoor. Die sekundäre Bodenent-

wicklung hat eine Vererdung des Oberbodens verursacht, die darunter liegenden Torfe sind nicht aggregiert. Sie weisen eine mittlere Zersetzung auf (Abb. 32). Der Niedermoorboden dieser Fläche ist nur 50 cm mächtig.

Die geringe Bodendegradierung wird durch hohe C_{org} -Gehalte und eine niedrige TRD der untersuchten Bodenprofile bestätigt (Kap. 6.1.4, Tab. 9). Der Anteil der Wasser leitenden Grobporen beträgt 9,4 Vol.-%. Der durch regelmäßiges Mulchen entstandene Wurzelfilz wirkt sich positiv auf die Bodenfeuchte aus; er mindert die Verdunstung von

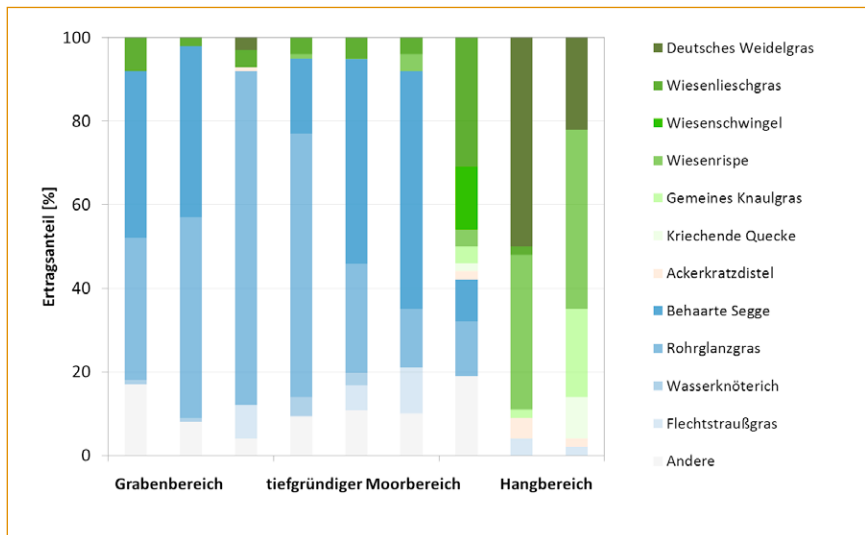


Abb. 31: Unterschiedliche Pflanzenszusammensetzung entlang eines Grundwassergradienten der Untersuchungsfläche 1 der Feucht- und Nasswiesen


Bodentyp: Erdniedermoor	
Nutzungstyp: Nasswiese	
Wurzelfilz durch regelmäßiges Mulchen	
Oberbodenhorizont: vererdeter Niedermoororf, hoch zersetzt, Muddeband <i>Farbe:</i> dunkelbraun <i>Gefüge:</i> krümelig	
Unterbodenhorizont: wassergesättigter Niedermoororf (Seggentorf, Erlenbruchtorf), mittlere Zersetzung <i>Farbe:</i> dunkelbraun <i>Gefüge:</i> gefügelos	
Mineralischer Untergrund: Sand, Beimengungen von Holz (Erlenbruchtorf)	

Abb. 32: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 2 der Feucht- und Nasswiesen (Foto: E. Wallor)

Bodenwasser während der Sommermonate. Die anthropogenen Eingriffe in den Wasserhaushalt der untersuchten Fläche sind gering. Der Ø SGW des Messzeitraumes 2009 bis 2011 liegt aufgrund sommerlicher Tiefststände von 80 cm bei 45 cm unter Flur (Abb. 33).

Unter diesen Bedingungen werden jährlich 18 t CO₂/ha freigesetzt. Die potentielle Sackung beträgt 0,65 cm pro Jahr.

Vegetation

Die Untersuchungsfläche zeigt die Eigenschaften eines reinen Großseggenriedes, die von Sauergräsern dominiert werden. Bestandsbildner sind hier die Schlank- und die Sumpfschilf mit insgesamt 60 % EA (Kap. 6.1.4, Abb. 36). Süßgräser machen etwa 30 % EA aus. Charakteristisch sind vor allem feuchteliebende Arten. Die Untergräser werden dominiert von Flechtstraußgras und Gemeiner Rispe (Deckungsgrad 35 bis 40 %,

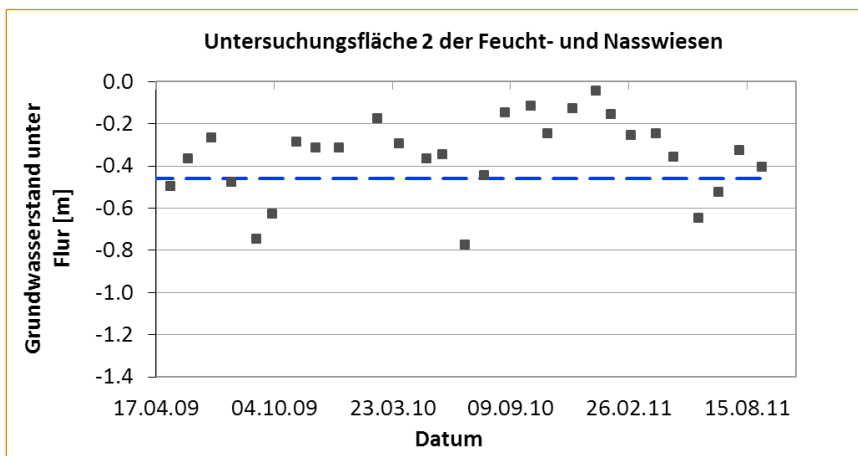


Abb. 33: Grundwasserstände im Messzeitraum 2009 bis 2011 der Untersuchungsfläche 2 der Feucht- und Nasswiesen (nach GEWÄSSERRANDSTREIFENPROJEKT SPREEWALD 2012)

10 % EA). Die vorherrschenden Obergräser sind das Rohrglanzgras (12 % EA), der Wasserschwaden (5 % EA) und die Rasenschmiegle (4 % EA). Die Kräuter werden dominiert von typischen Arten des Feucht- und Nassgrünlandes (jeweils max. 3 % EA): Kriechender und Brennender Hahnenfuß, Sumpflabkraut, Kuckuckslichtnelke und Sumpfschwertlilie.

6.1.3 Untersuchungsfläche 3

Die Fläche liegt im nördlichen Teil des Randow-Welse Bruches.

Boden und Wasser

Das Leitbodenprofil dieser Fläche ist ein Erdniedermoor (Kap. 6.1.4, Abb. 35). Die Moor-

mächtigkeit erreicht 3 bis 4 m. Die sekundäre Bodenbildung erreicht eine Tiefe von 50 cm; ein mächtiger aggregierter Torf wird von veredetem Torf überlagert. Auffällig ist der hohe Sandanteil im Oberboden und der daraus resultierende niedrige Kohlenstoffgehalt (Kap. 6.1.4, Tab. 9). Die hohe TRD und der Anteil der Grobporen (7,6 Vol.-%) weisen auf eine leichte Verdichtung hin. Die tiefgehende Bodenentwicklung lässt sich durch die gemessenen Grundwasserstände des Zeitraumes 2010 bis 2013 nicht erklären. Aufgrund des niederschlagreichen Sommers 2011 ergibt sich ein Ø SGW von 35 cm unter Flur (Abb. 34). Die Bodendegradierung reicht aber bis in eine Tiefe von 50 cm. Das spricht für dauerhaft niedrigere Grundwasserstände in der

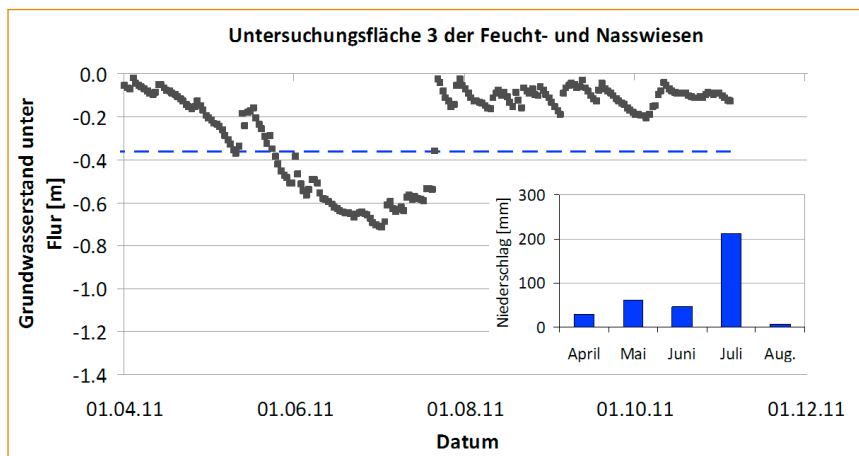


Abb. 34: Grundwasserverlauf und monatliche Niederschlagssummen der Untersuchungsfläche 3 der Feucht- und Nasswiesen, Vegetationsperiode 2011

Vergangenheit. Diese können durch eine Entwässerung angrenzender Flächen und/oder eine intensivere Nutzung vor 1990 verursacht worden sein. Für die Grundwasserverhältnisse 2010 bis 2013 liegt die errechnete CO_2 -Emission bei 12 t/ha und Jahr. Der Niedermoorboden kann unter diesen Bedingungen jährlich 0,5 cm sacken.

Vegetation

Die Vegetation dieser Fläche ist dem reinen Großseggenried sehr ähnlich (vgl. Kap. 6.1.2). Es dominieren Sauergräser (57 % EA), wobei die Sumpfschilf mit 30 % den größten EA ausmacht. Geringere EA liefern die Schlank- und die Rispensegge (10 und 13 %). Der Anteil der Süßgräser ist mit 24 % EA sogar

etwas geringer als bei der Untersuchungsfläche 2. Als rasenbildende Arten finden sich das Flechtstraußgras und die Gemeine Rispe (2 bis 3 % EA). Ein bedeutender Unterschied zum Großseggenried ist die inselartige Ausbreitung und lokale Dominanz von Röhrichten des Gemeinen Schilfs und/oder Rohrglanzgrases. Beide bevorzugen nährstoffreiche Verhältnisse und profitieren von den Mineralisierungsprozessen im Oberboden. Der Anteil der Kräuter am Mähgut ist mit 20 % hoch; als häufigste Feuchte- und Nässezeiger sind Wasserminze, Wasserknöterich, Kohlkratzdistel, Gewöhnliche Sumpfkresse, Sumpfstorchschnabel und das Sumpfergissmeinnicht zu nennen. Typischer Stickstoffzeiger ist die Große Brennnessel, die vereinzelt auftritt.

6.1.4 Zusammenfassung

Die vergleichsweise geringe Nutzungsintensität und die Wasserverhältnisse bewirken auf der Untersuchungsfläche 2 eine geringe Bodendegradierung (Abb. 35).

Die Bodeneigenschaften der Untersuchungsflächen 1 und 3 sind vermutlich durch die Landnutzungsgeschichte geprägt und lassen sich daher nur schwer bewerten (vgl. Kap. 6.1.1 u. 6.1.3). Die Grundwasserverhältnisse sind zum Teil vergleichbar mit denen der Feuchtweiden. Der Grundwasserschwankungsbereich ist mitunter sehr hoch und sommerliche Tiefststände von 80 cm unter Flur sind aus Sicht des Bodenschutzes un-

günstig. Die Untersuchungsfläche 2 weist im Vergleich aller untersuchten Standorte die geringste Bodendegradierung auf, was die Bodenkenwerte in Tabelle 9 bestätigen. Die entsprechenden Werte der Flächen 1 und 3 lassen sich durch die hohen Sandbeimengungen erklären, wobei auf der Untersuchungsfläche 3 auch die typischen Prozesse der Bodenbildung auf Niedermooren nachgewiesen werden konnten.

Die Bodeneigenschaften der untersuchten Flächen der Feucht- und Nasswiesen beeinflussen die Pflanzenzusammensetzung – anders als bei den Untersuchungsflächen des IGL – nur geringfügig. Stattdessen sind die Wasserverhältnisse ausschlaggebend. Die

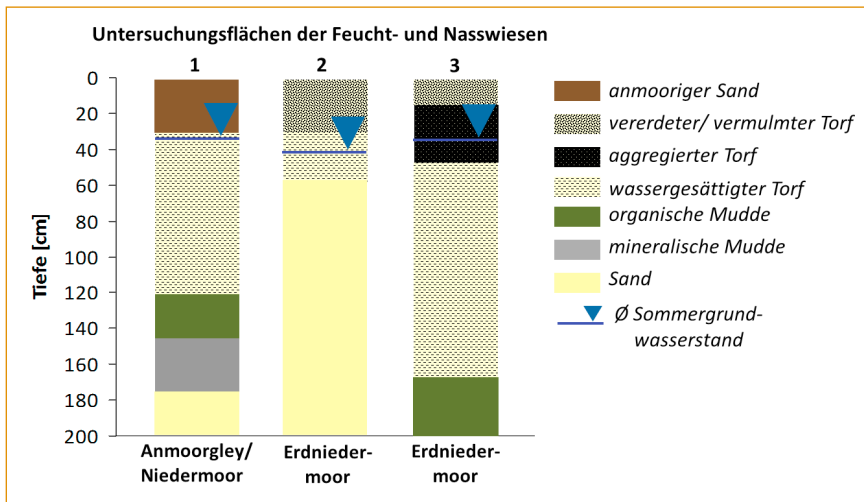


Abb. 35: Leitbodenprofile und Ø SGW der Untersuchungsflächen der Feucht- und Nasswiesen

Tabelle 9: Ausgewählte Bodenparameter der oberen 30 cm der Untersuchungsflächen 1 bis 3 der Feucht- und Nasswiesen (n = 1 bis 4 Bodenprofile)

	Untersuchungs- fläche 1 (n=1)	Untersuchungs- fläche 2 (n=4)	Untersuchungs- fläche 3 (n=1)
C _{org} -Gehalt [Masse-%]	9,9 (34,1)*	37,5 29,6 bis 42,4	17,1
Trockenrohichte [g/cm ³]	0,76 (0,26)	0,29 0,25 bis 0,32	0,48
Porenvolumen [Vol.-%]	70,6 (88,0)	80,5 79,1 bis 81,9	78,8
Feldkapazität [Vol.-%]	62,6 (79,1)	71,1 69,3 bis 72,3	71,2

* in Klammern der entsprechende Wert für den Niedermoorboden unterhalb des Anmoorgleys

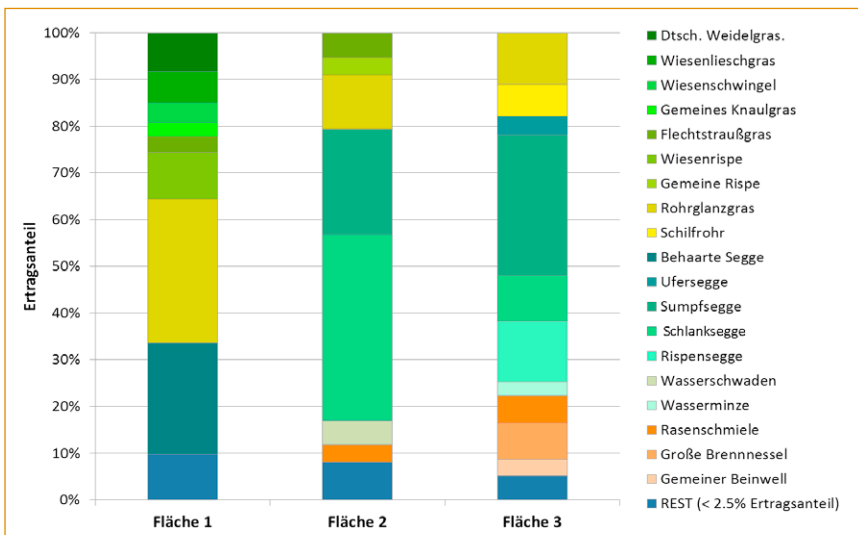


Abb. 36: Ertragsanteile der Grünlandvegetation sortiert nach den Untersuchungsflächen der Feucht- und Nasswiesen (n = 6 Vegetationskartierungen je Fläche)

Pflanzenbestände der Feucht- und Nasswiesen sind vergleichbar mit denen naturnaher Niedermoore (Abb. 36).

6.2 Ertragsstruktur

Die Untersuchungsfläche 1 (Feuchtwiese) ist zweischneittig und wurde aufgrund ihrer Bodeneigenschaften und der unterlassenen Düngung der Ertragsklasse III zugeordnet (vgl. Kap. 3.3). Die Flächen 2 und 3 werden als Nasswiesen nur einmal jährlich gemäht bzw. gemulcht. Ein Spätschnitt liefert nach HANFF et al. 2010 durchschnittlich 35 dt TM/ha (Tab. 10).

Die Erträge wurden im Erntejahr 2011 weitestgehend erreicht. Die Energiegehalte der untersuchten Nasswiesen liegen im Vergleich aller untersuchten Flächen am niedrigsten.

Die feuchten Bereiche am Moorrandbereich der Untersuchungsfläche 2 werden dominiert von ertrag-, aber auch faserreichen Seggen- und Rohrglanzgrasbeständen, die Jahreserträge über 50 dt TM/ha bringen können.

Im Übergang siedeln sich vermehrt hochwertige und ertragreiche Futtergräser wie die

Tabelle 10: Ertragsdaten 2011 aller untersuchten Flächen der Feucht- und Nasswiesen (n = 4 bis 6 Probeflächen)

	Untersuchungsfläche 1 (n=6)	Untersuchungsfläche 2 (n=4)	Untersuchungsfläche 3 (n=6)
Erträge je Schnitt [dt TM/ha]	19,3 11,1 bis 27,0	31,3 27,4 bis 37,2	38,1 21,2 bis 65,2
Jahreserträge [dt TM/ha/a]	38,5 26,1 bis 51,4	31,3 27,4 bis 37,2	38,1 21,2 bis 65,2
Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]	5,6 5,1 bis 6,0	4,5 4,4 bis 4,6	4,9 4,8 bis 5,2
Rohfaser [g/kg TM]	285 bis 314	296 bis 345	290 bis 311
Rohprotein [g/kg TM]	75 bis 115	106 bis 133	99 bis 120
Rohfett [g/kg TM]	21 bis 27	10 bis 14	15 bis 16
ERTRAGSKLASSE [HANFF et al. 2010]	III (40 bis 60 dt TM/ha)	1 Spätschnitt (ca. 35 dt TM/ha)	1 Spätschnitt (ca. 35 dt TM/ha)

Wiesenrispe oder das Deutsche Weidelgras an. Daher übersteigen die ermittelten Energie-
werte dieser Aufwüchse die entsprechenden
Literaturangaben. Nach HANFF et al. (2010)
liegen diese für eine zweischrittige Wiese der
Ertragsklasse III bei 5,0 MJ NEL/ kg TM.

Reine Großseggenriede (Untersuchungs-
fläche 2) werden größtenteils zur Land-
schaftspflege oder Streugewinnung gemäht.
Charakteristisch sind Wuchshöhen von über
100 cm, die entsprechend hohe Biomasse-
erträge liefern. Die Nutzung ist momentan
wenig gewinnbringend und die Aufwüch-
se als Grobfutter nicht zu empfehlen. Sie

könnte aber durch eine alternative Nutzung
der Biomasse, wie beispielsweise als Ener-
gierohstoff, aufgewertet werden. Mischen
sich Arten der Röhrichte (Rohrglanzgras,
Wasserschwaden, Gemeines Schilf) in
die von Großseggen dominierten Pflan-
zenbestände (Untersuchungsfläche 3),
führt das aus Sicht der Futterwirtschaft zu
einer Aufwertung der Vegetation. Das zeigen
die entsprechenden Energiegehalte.

6.3 Einfluss veränderter Wasser- und Klimaverhältnisse

Die Untersuchungsfläche 1 geht aufgrund
ihrer besonderen Bodeneigenschaften (vgl.

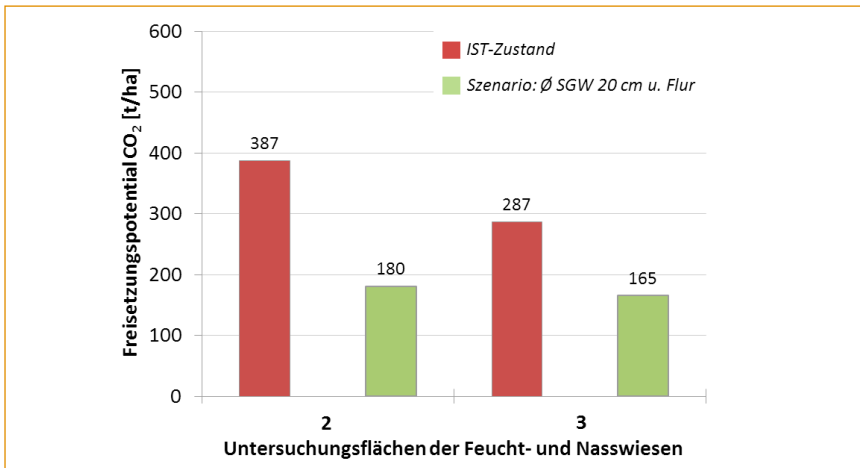


Abb. 37: Potentielle CO₂-Freisetzung bis 2030 der Untersuchungsflächen 2 und 3 der Feucht- und Nasswiesen für 0°C Temperaturanstieg je IST-Zustand: Ø SGW = 45 und 35 cm und Szenario: Ø SGW = 20 cm unter Flur

Tabelle 11: Veränderung der potentiellen CO₂-Emission bis 2030 durch einen Temperaturanstieg von 2°C je Untersuchungsfläche der Nasswiesen, je IST-Zustand u. Szenario

Veränderung der CO ₂ -Freisetzung [t/ha] bis 2030 Temperaturanstieg: 2°C			
Untersuchungsfläche 2		Untersuchungsfläche 3	
IST	Szen.	IST	Szen.
+30	+15	+20	+10

Kap. 6.1.1) nicht in die Modellierung ein. Die in Kapitel 6.1 dargestellten Ø SGW von 45 und 35 cm unter Flur beschreiben den sogenannten IST-Zustand der Untersuchungsflächen 2 und 3. Unter sonst gleichbleibenden Bedingungen (Bewirtschaftung, Klima) liegt die errechnete CO₂-Freisetzung der untersuchten Nasswiesen bei 280 und 380 t/ha bis in das Jahr 2030 (Abb. 37).

Die entsprechenden Werte für die Sackung erreichen 10 und 13 cm. Bei relativ hohen Ø SGW spielt die Moormächtigkeit für die Berechnung der Emissionen und der Sackung nur eine untergeordnete Rolle. Im berechneten Szenario sind die Ø SGW für beide Untersuchungsflächen auf 20 cm unter Flur angehoben worden, was eine Reduktion der CO₂-Emissionen auf 165 und 180 t/ha bis 2030 bewirkt. Entsprechend sinkt das Sackungspotential um etwa die Hälfte. Eine Änderung der Klimaverhältnisse geht als Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 2°C in die Modellierung ein (vgl. Kap. 2.3 u. 3.3). Ein

möglicher Temperaturanstieg erhöht die CO₂-Freisetzung bis 2030 in Abhängigkeit der Ø SGW um 10 bis 30 t/ha (Tab. 11).

Tiefere Wasserstände, wie im IST-Zustand der Untersuchungsfläche 2, erhöhen die Zunahmen. Der Einfluss einer möglichen Klimaänderung auf das Sackungspotential ist auch hier gering (vgl. Kap. 4.3 und 5.3).

Die Ergebnisse der im HYDBOS-Projekt durchgeführten Praxisuntersuchungen (Kap. 4 bis 6) haben gezeigt, dass eine Unterscheidung der grundwasserbeeinflussten Grünlandstandorte Brandenburgs hinsichtlich ihrer Standorteigenschaften notwendig ist, um 1. Gefährdungspotentiale abschätzen (z. B. CO₂-Emission, Wasserhaushalt, Ertragseinbußen) und 2. standortangepasste Handlungsempfehlungen ableiten zu können. Auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse und in Rücksprache mit den Projektpartnern aus der landwirtschaftlichen Praxis und exter-

nen Experten ist das Klassifikationssystem HYDBOS entstanden.

7.1 Standort-Nutzungsgruppen

Die Einordnung einer Fläche kann zunächst über die Kategorien Nutzungstyp und Nutzungshäufigkeit erfolgen (Tab. 12). Der Nutzungstyp bildet die sogenannte Hauptgruppe. Innerhalb einer Hauptgruppe wird entweder nach den Bodenverhältnissen unterschieden, oder – aufgrund des zunehmenden Wassereinflusses – nach der Pflanzenzusammensetzung. In der großen Gruppe der Feuchtweiden

Tabelle 12: Aufbau des HYDBOS-Klassifikationssystems zur Einordnung grundwasserbeeinflusster Standorte Brandenburgs

Nutzungstyp (Hauptgruppe)	Nutzungshäufigkeit pro Jahr	Standort-Nutzungsgruppe
Intensivgrünland (IGL)	3-4	<ul style="list-style-type: none"> • IGL auf Gleyen und Anmooren • IGL auf flachem Niedermoor • IGL auf tiefem Niedermoor
Feuchtweiden	2-3	<ul style="list-style-type: none"> • Feuchtweiden auf Gleyen und Anmooren
	1-2	<ul style="list-style-type: none"> • Feuchtweiden auf Niedermoor, altes Saatgrasland (Weidelgräser) • Feuchtweiden auf Niedermoor, großseggengeprägt (max. 25 %) • Feuchtweiden auf Niedermoor, Großseggendominanz (max. 50 %)
Feuchtwiesen	2	<ul style="list-style-type: none"> • Feuchtwiesen auf Niedermoor
Nasswiesen	1	<ul style="list-style-type: none"> • Nasswiesen auf Niedermoor, reines Großseggenried • Nasswiesen auf Niedermoor, Mischbestand mit Röhrichten

kann als weiteres Unterscheidungsmerkmal die jährliche Nutzungshäufigkeit herangezogen werden. Das Klassifikationssystem ist einfach zu handhaben und erweiterbar. Es bietet die Möglichkeit, zusätzliche Ergebnisse und Informationen einzupflegen. Die in den Kapiteln 4 bis 6 vorgestellten Untersuchungsflächen lassen sich den Standort-Nutzungsgruppen im HYDBOS-Klassifikationssystem zuordnen. Die entsprechenden Flächeninformationen sind standortgebunden und damit nicht vollständig übertragbar (Kap. 7.3).

7.2 Definitionen

Die nachfolgenden Definitionen sind wichtig für die Einordnung der jeweiligen Standorte und tragen zum Verständnis der in dieser Broschüre bzw. auf der Internetplattform www.hydbos.de verwendeten Begriffe bei.

Definition der Nutzungstypen

Intensivgrünland:

3 bis 4malige Mähnutzung ohne/mit anschließender Nachweide, mit Stickstoffdüngung (= Hauptgruppe Intensivgrünland)

Extensivgrünland:

Maximal 3 Nutzungen pro Jahr als Wiese und/oder Weide ohne Stickstoffdüngung (= Hauptgruppen Feuchtweiden, Feuchtwiesen, Nasswiesen)

Definition der Wasserverhältnisse

Innerhalb der Hauptgruppen gibt es neben anderen Unterscheidungen geringe Abstufungen der Wasserverhältnisse, die anhand der Wasserstufe dargestellt werden (KOSKA 2001). Insgesamt wurden zur Charakterisierung der Wasserverhältnisse der einzelnen Standort-

Tabelle 13: Grundwasserlevel je Hauptgruppe in HYDBOS, verändert nach KOSKA (2001)

In HYDBOS definierte Hauptgruppen	Wasserstufe und Ø Sommergrundwasserstand nach Koska (2001)	1/ 2- (frisch oder wechselfrisch)	2+ (mäßig feucht)	3+ (feucht)	4+ (sehr feucht)	5+ (nass)
		-70 cm bis -120 cm	-45 bis -70 cm	-15 bis -45 cm	0 bis -20 cm	+30 bis 0 cm
Hauptgruppe Intensivgrünland						
Hauptgruppe Feuchtweiden						
Hauptgruppe Feuchtwiesen						
Hauptgruppe Nasswiesen						

Nutzungsgruppen die auftretenden Wasserstufen zu Spannen zusammengefasst (Tab. 13). Die Standorte der Feuchtwiesen liegen beispielsweise im Bereich von „mäßig feucht“ bis „sehr feucht“. Dementsprechend unterschiedlich kann die Pflanzensammensetzung sein, welche in der jeweiligen Standort-Nutzungsgruppe berücksichtigt wird.

Definition der Bodenverhältnisse

Gleye und Anmoore:

Nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (KA5) grundwasserbeeinflusste Böden mit maximal 30 cm organischem Oberboden. Bei der Beurteilung der Bodenverhältnisse sollte zwischen natürlich entstandenen Gleyen und Anmooren und Niedermoorfolgeböden unterschieden werden.

Tiefes Niedermoor:

Die Summe der Moorbodenhorizonte beträgt > 120 cm.

Flaches Niedermoor:

Die Summe der Moorbodenhorizonte beträgt ≤ 120 cm.

Mineralische Mudden gelten hier nicht als Moorbodenhorizonte, da sie weniger organische Substanz beinhalten und auf den HYDBOS-Untersuchungsflächen häufig als Sand-, Ton- oder Schluffmudde auftreten. Sie bilden den Übergang zum mineralischen Untergrund. Die Unterscheidung zwischen flachen und tiefen Niedermooren spielt eine wichtige Rol-

le im Hinblick auf die CO₂- Freisetzungs- und Sackungspotentiale und den Wasserhaushalt eines Standortes. Da flache Niedermoorstandorte schon sehr viel länger landwirtschaftlich genutzt werden, ist die Bodendegradierung dort auch weiter fortgeschritten (vgl. Kap. 4).

7.3 Wichtige Hinweise für den Nutzer

Die Anwendung des HYDBOS-Klassifikationssystems bietet die Möglichkeit, beispielhafte Flächeninformationen abzurufen. Es wird darauf hingewiesen, dass die bereitgestellten Informationen auf Untersuchungen ausgewählter Flächen basieren. Daher sind Abweichungen bezüglich der hier dargestellten Standorteigenschaften und Ergebnisse möglich. Beispielsweise hat das betriebs-spezifische Grünlandmanagement einen erheblichen Einfluss auf die Vegetationszusammensetzung einer Fläche; das führt zu unterschiedlichen Pflanzenbeständen. Die Planungsregion Lausitz-Spreewald weist außerdem landschaftsgenetische Besonderheiten auf, die nur zum Teil berücksichtigt werden konnten. Eine stichprobenartige Überprüfung feuchter bis nasser Standorte des Spreewaldes hat ergeben, dass trotz unterschiedlicher Bodeneigenschaften bei vergleichbaren Wasserverhältnissen und Nutzungstypen die Vegetationszusammensetzung ähnlich ist. Die Rolle des Bodens nimmt bei zunehmender Feuchte also ab. Umso wichtiger sind die Bodeneigenschaften bei abnehmender Feuchte und höherer Nutzungsintensität.

8. Handlungsempfehlungen

Die nachfolgenden Handlungsempfehlungen sind die Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Praxisuntersuchungen im HYD-BOS-Projekt. Sie sind für die Hauptgruppen Intensivgrünland, Feuchtweiden und Feucht- und Nasswiesen abgeleitet worden. Für eine Umsetzung ist sowohl eine Prüfung der Rahmenbedingungen (z. B. Wasserverfügbarkeit) als auch deren Anpassung in verschiedenen Sektoren notwendig (z. B. Förderung alternativer Nutzungsformen).

8.1 Intensivgrünland

Eine intensive Grünlandnutzung auf Niedermoorböden führt zu einer erheblichen Verschlechterung wichtiger Bodeneigenschaften. Das hatte auf allen untersuchten Flächen des IGL negative Auswirkungen auf die Produktivität im Erntejahr 2011. Die Anfälligkeit der vorgestellten, intensiv genutzten Standorte gegenüber sommerlichen Starkniederschlägen wird deutlich. Die Kosten möglicher Er-

trageinbußen aufgrund von ungünstigen Witterungsverhältnissen sind für diesen Nutzungstyp am höchsten; die Zeitfenster für die notwendige Grünlandpflege und die Ernte am unsichersten. Die wichtigsten Zusammenhänge sind nachfolgend dargestellt.

Um den Prozess der Bodenveränderung zu verlangsamen, müssen die Grundwasserstände auf ein höheres und möglichst konstantes Niveau angehoben werden (Tab. 14). Eine entsprechend gute Grasnarbe ermöglicht die Befahrbarkeit von Niedermoorböden bei einem Grundwasserstand von 35 cm unter Flur (BLANKENBURG et al. 2001). Bei intensiver Nutzung muss dann die Möglichkeit einer zweiseitigen Wasserregulierung wieder hergestellt werden. Schwer regulierbare und stark degradierte Standorte sind für eine intensive Nutzung ungeeignet, da die Bodeneigenschaften eine Wasserregulierung nicht zulassen.

Infobox 2: Wichtige Zusammenhänge zwischen Standortfaktoren des Intensivgrünlandes auf Niedermoorböden

Je höher die Nutzungsintensität,

- desto tiefer liegen die mittleren Sommergrundwasserstände,
- desto höher ist das CO₂-Freisetzungspotential,
- desto fortgeschrittener ist die Bodendegradierung,
- desto höher ist das Risiko der Ertragsminderung,
- desto höher sind die dadurch verursachten Kosten,
- desto höher ist die Anfälligkeit gegenüber regionalen Klimaänderungen und
- desto **wichtiger** ist die Wasserregulierung.

Tabelle 14: Handlungsempfehlungen für die Hauptgruppe Intensivgrünland

Handlungsempfehlungen für die Standort-Nutzungsgruppen des Intensivgrünlandes

Standort

1. Überprüfung des betrieblichen Flächeninventares und der Ertragsleistung je Schlag; ggf. Etablierung anderer Nutzungsformen des Grünlandes in Teilbereichen unter Berücksichtigung des standörtlichen Leistungspotentials
2. Gleye und Anmoore können bei angepassten Wasserständen am ehesten intensiv genutzt werden
3. Bodenverbessernde Maßnahmen (z. B. Sanddeckkultur) für stark reliefierte, heterogene Teilflächen sind möglich
4. Tiefe Niedermoore sollten aufgrund der hohen CO₂-Emission und Sackungspotentiale nicht intensiv genutzt werden
5. Die Grundwasserstände in der Vegetationsperiode sollten auf ein Niveau von 40 cm unter Flur angehoben werden; die jährlichen Grundwasserschwankungen sollten reduziert werden
6. Genereller Verzicht auf Grünlandumbruch und andere Erneuerungsverfahren, welche die Grasnarbe abtöten, um intensiven Mineralisierungsprozessen vorzubeugen
7. Genereller Verzicht auf eine Umwandlung in Ackerland

Bewirtschaftung ohne Nutzungsumstellung

1. Nutzung feuchtetoleranter Arten mit entsprechendem Futterwert wie z. B. Wiesenschwingel und Wiesenfuchsschwanz
2. Etablierung von Beständen mit einem ausgewogenen Verhältnis von Rasenbildnern und ertragsstarken Gräsern
3. Kopplung von Arbeitsschritten, z. B. Übersaat mit anschließendem Walzen im Frühjahr oder nach einer Nutzung
4. Grünlandpflege sollte langfristig in den Betriebsplan eingeordnet werden
5. Kontrollierte Stickstoffdüngung von maximal 100 kg pro ha zum 1. Aufwuchs und 60 kg pro ha zum 2. Aufwuchs

Politik

1. Förderung von Maßnahmen zur Wiederherstellung einer zweiseitigen Wasserregulierung
2. Honorierung der durch einen Extensivierungsschritt eingesparten CO₂-Emissionen aus dem Abbau der organischen Substanz

Nutzungsalternativen

1. Mutterkuhhaltung auf stark reliefierten Standorten
2. Zweischnittige Wiesenutzung ohne Stickstoffdüngung (Rohrglanzgraswiesen) zur tierischen und/ oder energetischen Verwertung

8.2 Feuchtweiden

Die Feuchtweiden sind aufgrund der geringeren Nutzungshäufigkeit und einer eingeschränkten Bewirtschaftung insgesamt flexibler gegenüber schwankenden Witterungsverhältnissen. Die untersuchten Flächen der Feuchtweiden zeigen eine große Spannweite der Wasserverhältnisse. Diese extensive Bewirtschaftungsform erlaubt höhere Wasserstände der Wasserstufen 3+ bis 4+

während der Vegetationsperiode. Ein Anheben der Grundwasserstände ist vor allem für die Moorgleye und Niedermoore wichtig, um dem Abbau der organischen Substanz vorzubeugen. Bei mehr als 2 Nutzungen pro Jahr sollte die Möglichkeit der Wasserregulierung gegeben sein. Höhere Wasserstände haben eine Veränderung des Pflanzenbestandes zur Folge. Die erforderlichen Energiegehalte können dennoch erreicht werden (vgl. Kap. 5.2).

Tabelle 15: Handlungsempfehlungen für die Hauptgruppe Feuchtweiden

Handlungsempfehlungen für die Standort-Nutzungsgruppen der Feuchtweiden

Standort

1. Die Grundwasserstände in der Vegetationsperiode können bei entsprechender Trittfestigkeit der Grasnarbe auf ein quasikonstantes Niveau von 30 cm unter Flur angehoben werden; die Grundwasseramplitude sollte reduziert werden
2. Die Grundwasserstände können saisonal auf bis zu 10 cm unter Flur angehoben werden (Winterhalbjahr)

3. Bisherige Bewirtschaftungsauflagen nach Agrarumweltmaßnahmen beibehalten

Bewirtschaftung ohne Nutzungsumstellung

1. Etablierung von dichten Beständen durch Nachsaat mit rasenbildenden, feuchte-toleranten Arten (Rotschwengel, Wiesenrispe)
2. Mindestens eine Schnittnutzung pro Jahr durchführen, um hochwertige Futtergräser im Bestand zu erhalten (Wiesenlieschgras, Wiesenschwengel) und die Ausbreitung von Sauergräsern einzuschränken
3. Nach Abtrieb der Tiere und bei günstigen Witterungsverhältnissen einen späten Pflege-schnitt durchführen, um die Ausbreitung von Problempflanzen zu reduzieren
4. Je nach Flächeninventar müssen Nutzungsbeginn und Umtrieb an die Grundwasser- verhältnisse angepasst werden

Politik

1. Förderung von Maßnahmen zur Wiederherstellung einer zweiseitigen Wasser- regulierung auf Flächen mit mehr als zwei Nutzungen pro Jahr
2. Förderung von Maßnahmen für einen Wasserrückhalt auf dafür geeigneten Nieder- moorflächen
3. Honorierung der durch einen Extensivierungsschritt eingesparten CO₂-Emissionen aus dem Abbau der organischen Substanz

Nutzungsalternativen

1. Etablierung alternativer Rinderrassen auf sehr feuchten bis nassen Standorten (z. B. Wasserbüffel)
2. Auf Flächen mit wechselfeuchten Bedingungen bzw. Grundwasserschwankungen zwischen 20 bis 60 cm unter Flur während der Vegetationsperiode kann partiell eine zweiseitige Wiesennutzung (Rohrglanzgraswiesen) zur tierischen und/ oder energetischen Verwertung etabliert werden
3. Bei innerbetrieblichem Flächenüberschuss und ausreichendem Wasserangebot können Nasswiesen etabliert werden, deren Pflanzenbestände energetisch bzw. stofflich verwertet werden können

8.3 Feucht- und Nasswiesen

Unter optimalen Wasserverhältnissen emittieren die Nasswiesen auf Niedermoor im Vergleich die geringsten Mengen an Kohlendioxid (Infobox 3).

Die Grundwasserstände der vorgestellten Standorte schwanken stark und der Ø SGW liegt für den extensiven Nutzungstyp der Nasswiesen partiell zu tief. Hier sollte gebietspezifisch geprüft werden, ob Maßnahmen für einen Wasserrückhalt umgesetzt werden können. Eine Wertschöpfung findet auf diesen Flächen momentan nicht statt, obwohl sich

die Aufwüchse für eine alternative, energetische oder stoffliche Verwertung eignen (www.hydbos.de). Das selektive Fressverhalten von Weidetieren kann im Rahmen extensiver Beweidung auf Flächen mit entsprechendem Pflanzenbestand (Mischbestand mit Röhrichten) genutzt werden (Kap. 6.2). Dort, wo die Wasserverfügbarkeit nicht ausreicht, stellen sich wechselfeuchte Bedingungen ein, unter denen sich beispielsweise Feuchtwiesen mit einem hohen Anteil an Rohrglanzgras im Bestand entwickeln können. Rohrglanzgras ist zweischnittig nutzbar und kann sowohl tierisch als auch energetisch verwertet werden.

Infobox 3: Wichtige Zusammenhänge zwischen Standortfaktoren der Nasswiesen auf Niedermoor

Je höher die Ø Sommergrundwasserstände

- desto geringer ist die Nutzungsintensität,
- desto geringer ist das CO₂-Freisetzungspotential,
- desto geringer ist die Bodendegradierung,
- desto geringer ist die Wertschöpfung und
- desto **wichtiger** ist das Wasserdargebot.

Tabelle 16: Handlungsempfehlungen für die Hauptgruppen Feucht- und Nasswiesen

Handlungsoptionen für die Standort-Nutzungsgruppen der Feucht- und Nasswiesen

Standort

1. Die Wasserverfügbarkeit im Einzugsgebiet prüfen, ggf. Maßnahmen für einen Wasserrückhalt einleiten (z. B. Staue)

2. Die Grundwasserstände sollten auf ein Niveau von 0 bis 20 cm unter Flur angehoben werden und nur geringe saisonale Schwankungen zeigen; eine einmalige Nutzung mit konventioneller Grünlandtechnik sollte möglich sein
3. Bisherige Bewirtschaftungsauflagen nach Agrarumweltmaßnahmen bzw. Naturschutzauflagen beibehalten

Bewirtschaftung ohne Nutzungsumstellung

1. Ernte bzw. Schnittzeitpunkt müssen in besonderem Maße an die Wasserverhältnisse angepasst werden, um Bodenschädigung zu vermeiden
2. Regelmäßige Kontrolle der Wasserverhältnisse und der Witterungsbedingungen während des gesamten Ernteprozesses

Politik

1. Einstufung von Schilf als förderfähige Kultur im Rahmen der GAP
2. Förderung von Maßnahmen für einen Wasserrückhalt auf dafür geeigneten Flächen
3. Förderung von Maßnahmen zur Entwicklung alternativer Erntetechnik zur Bewirtschaftung nasser Standorte
4. Förderung von Maßnahmen zur Entwicklung geeigneter Absatzmärkte für die Ernteprodukte alternativer Nutzungsformen
5. Honorierung der durch diese Nutzung eingesparten CO₂-Emissionen aus dem Abbau der organischen Substanz

Nutzungsalternativen

1. Je nach Pflanzenbestand und Vegetationsentwicklung ist eine einmalige Beweidung pro Jahr möglich
2. Auf Flächen mit wechselfeuchten Bedingungen bzw. Grundwasserschwankungen zwischen 20 bis 60 cm unter Flur während der Vegetationsperiode und nährstoffreichen Verhältnissen kann eine zweischnittige Wiesenutzung (Rohrglanzgraswiesen) etabliert werden
3. Bei ausreichendem Wasserangebot sollten Nasswiesen erhalten werden; die Pflanzenbestände können energetisch bzw. stofflich verwertet werden

9. **Ausblick und Danksagung**

Die Untersuchungen im HYDBOS-Projekt zeigen, dass der Zustand der grundwasserbeeinflussten Böden in Brandenburg je nach Entwässerung und Nutzungsintensität deutlich variiert und eine fortschreitende Bodenbildung negative Auswirkungen auf die Produktivität haben kann. Eine standortangepasste, nachhaltige Nutzung kann nur erfolgen, wenn die landwirtschaftliche Produktion sich stärker nach den Potentialen eines Standortes richtet. Dafür ist eine Bewertung des betrieblichen Flächeninventars notwendig. Die möglichen Folgen eines regionalen Klimawandels beeinflussen in besonderem Maße die jährliche Nutzbarkeit der Flächen und beschleunigen, im Zusammenhang mit den örtlichen Wasserverhältnissen, deren Degradation. Dementsprechend ist ein angepasstes Wassermanagement notwendig, um Schutz und Nutzung grundwasserbeeinflusster Böden zu ermöglichen.

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei allen beteiligten Landwirten, dem Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, dem Wasser- und Bodenverband Welse, dem Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE e. V.), dem Wasser- und Bodenverband Finowfließ, der AG Grünland und Futterbau der Humboldt-Universität zu Berlin, dem Gewässerrandstreifenprojekt Spreewald, dem E+E Vorhaben „Seggenrohrsänger“,

dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe, dem Deutschen Grünlandverband e. V. und bei allen Kolleginnen und Kollegen, die an diesem Projekt mitgewirkt haben. Unser besonderer Dank geht an das Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung für die Herausgabe dieser Broschüre.

Weiterführende Informationen zu den Themenbereichen Wertschöpfung, Nährstoffversorgung und Problempflanzen hydromorpher Grünlandstandorte finden Sie auf der Internetplattform www.hydbos.de. Konkrete Informationen zu Nutzungsalternativen auf Niedermooren können auf www.dss-torbos.de (SCHULZE et al. 2014) abgerufen werden.

Literatur

Ad-Hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.). Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.

Autorenkollektiv „Grünland in Brandenburg“ (1994). Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.). Potsdam, 1. Auflage.

Blankenburg, J., Hennings, H. H., Schmidt, W. (2001). Bodenphysikalische Eigenschaften und Wiedervernäsung. In: Kratz, R., Pfadenhauer, J. (Hrsg.) Ökosystemmanagement für Niedermoore. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. Wien: Springer Verlag.

BÜK 300 (2012): Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg - Bodengeologische Grundkarte 1 : 300 000, 2. Auflage, (Hrsg.) Landesamt für Bergbau Geologie und Rohstoffe.

Bundesregierung der BRD (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Beschluss vom 17. Dezember 2008.

Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärish, S., Dubovik, D., Liashchynskaya, N., Michaelis, D., Minke, M., Skuratovich, A. & Joosten, H. (2011): Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia* 674: 67-89.

Drösler, M., Freibauer, A., Adelman, W., et al. (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis, Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006-2010, vTI-Arbeitsberichte 4/2011.

Gerstengarbe, F.-W. (Hrsg.), Badeck, F., Hattermann, F., Krysanova, V., Lahmer, W., Lasch, P., Stock, M., Suckow, F., Wechsung, F., Werner, P. C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. Report Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

Hanff, H., Neubert, G., Brudel, H. (2010): Datensammlung für die Betriebsplanung und die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg - Ackerbau, Grünlandwirtschaft, Tierproduktion. Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (Hrsg.).

Hertwig, F., Pickert, J. (2010): Anforderungen an die landwirtschaftliche Grünlandnutzung in Brandenburg. LVLF & MLUV Brandenburg (Hrsg.).

Höper, H. (2007). Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. *Telma*, 37, S. 85-116.

Höper, H., Schäfer, W. (2014): Die Bedeutung der organischen Substanz für den Klimaschutz. Hauskolloquium Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover, 28.01.2014.

IPCC (2007): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J. P., van der Linden P. J., C.E. Hanson (Eds.), Cambridge: University Press, UK, p. 7-22.

Klapp, E., Stählin, A. (Hrsg.) (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistungen des Grünlandes. Stuttgart: Ulmer Verlag.

Klapp, E., Boeker, P., König, F., Stählin, A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. In: Das Grünland 2, 38-40, Hannover: Scharper Verlag.

Koepeke, V., Menning, P., Reinhold, A., Succow, M., Stüdemann, O., Vetterlein, E. (1985): Anleitung zur hydrologischen Standortaufnahme. VEB Ingenieurbüro für Meliorationen: Bad Freienwalde.

Knierim, A., V. Toussaint, K. Müller, H. Wiggering, J. Bachinger, S. Kaden, W. Scherfke, U. Steinhardt, T. Aenis, F. Wechsung (2009): Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Region Brandenburg Berlin – INKA BB. Rahmenplan gekürzte Version.[Elektronische Ressource], Müncheberg, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung.

Knieß, A. (2007): Development and application of a semi-quantitative decision support system to predict long-term changes of peatland functions. PhD diss., Ecology Centre, CAU Kiel, Germany. URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:8-diss-30904>.

Koska, I. (2001): Ökohydrologische Kennzeichnung. In: Succow, M., Joosten, H. (Hrsg.). Landschaftsökologische Moorkunde. P. 92-111. Stuttgart: E. Schweizerbart'Sche Verlagsbuchhandlung.

MLUV - Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (Hrsg.) (2007): Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

Mueller, L., Wirth, S., Schulz, E., Behrendt, A., Hoehn, A., Schindler, U. (2007): Implications of soil substrate and land use for properties of fen soils in North-East Germany Part I: Basic soil conditions, chemical and biological properties of topsoils. Archives of Agronomy and Soil Science, 53(2), 113-126.

Neubert, G., Hanf, H., Brudel, H. (2011): PC-Version der Datensammlung für die Betriebsplanung und die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg - Ackerbau, Grünlandwirtschaft, Tierproduktion. Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (Hrsg.).

Neumann, J. & Wycisk, P. (2003): Mittlere jährliche Grundwasserneubildung. Erarbeitet im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. - BMUNR (Hrsg.): Hydrologischer Atlas von Deutschland (HAD), 3. Lfg., Tafel 5.5; Bonn/Berlin.

Orlowsky, B., Gerstengarbe, F.-W., Werner, P. C. (2008): A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. In: Theoretical and Applied Climatology. Hrsg. vom Springer Verlag. Heft 92/3-4, S. 209-233.

Paulinenauer Arbeitskreis Grünland (2006): Versuchsergebnisse zur K-Düngung (unveröffentlicht).

Schulze, P., Schröder, C., Luthardt, V., Zeitz, J. (2014): www.dss-torbos.de - Ein Entscheidungsunterstützungssystem zur torferhaltenden Bewirtschaftung organischer Böden.

Succow, M. (2001): Kurzer Abriß der Nutzungsgeschichte mitteleuropäischer Moore. In: Succow, M., Joosten, H. (Hrsg.). Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.

UNFCCC (2008): United Nations Framework Convention on Climate Change. Minayeva, T., Parish, F., Joosten, H., Silviu, M. and Sirin, A. (2008): Peatlands in global conventions: status and prospects. IMCG Newsletter 2, S. 12-17.

van der Maarel, E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. In: Vegetatio. Springer Verlag. Heft 39/2, S. 97-114.

Zeitz, J. (2014): Prozesse und Auswirkungen einer entwässerungsbasierten Moornutzung. In: Luthardt, V. Zeitz, J. (Hrsg.). Moore in Brandenburg und Berlin. Rangsdorf: Natur & Text Verlag (in Vorbereitung).

Grundwasserdaten:

E+E-Vorhaben Erhaltung und Wiederherstellung von Lebensräumen des global bedrohten Seggenrohrsängers durch neue Wege im Management von Feuchtgrünland am Beispiel des Nationalparks „Unteres Odertal“ (2012 bis 2015)

Gewässerrandstreifenprojekt Spreewald (2000 bis heute)

HU Moorarchiv: Gutachten über das Moorgebiet Großes Bruch Gartz u. Polder 5/6 (1984) der Arbeitsgruppe Moorbodenkartierung. Archivierter Datenbestand der Humboldt-Universität zu Berlin.

Verzeichnis der Abkürzungen, Abbildungen, Tabellen und Infoboxen

Abkürzungen

C	Kohlenstoff
CO ₂	Kohlendioxid
C _{org}	Organischer Kohlenstoff
Ø	durchschnittlich
EA	Ertragsanteil
FK	Feldkapazität
N	Stickstoff
PV	Porenvolumen
SGW	Sommergrundwasserstand
u. Flur	unter Flur

Abbildungen

Abbildung 1: Jährliche CO ₂ -Freisetzungspotentiale ausgewählter Grünlandstandorte hydromorpher Böden in Abhängigkeit vom Nutzungstyp, den Grundwasserverhältnissen und dem Klimaszenario.....	7
Abbildung 2: Schilfaufwuchs in einem Entwässerungsgraben der Belziger Landschaftswiesen (Foto: E. Wallor).....	8
Abbildung 3: : Altes, funktionsloses Wehr in einem Entwässerungsgraben der Belziger Landschaftswiesen (Foto: E. Wallor).....	8
Abbildung 4: Vorhergesagte Veränderung der Jahresmitteltemperatur mit dem statistischen Regionalmodell STAR II; Referenzzeitraum 1951-2006, Prognosezeitraum 2051-2060 (ORLOWSKY et al. 2008).....	9
Abbildung 5: Vergleich zwischen typischer Grundwasserdynamik von Intensivgrünland und Nasswiesen während der Vegetationsperiode 2011 (Randow-Welse Bruch).....	10
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Entstehung hydromorpher Böden.....	12
Abbildung 7: Schematische Darstellung der sekundären Bodenbildung auf Niedermooren.....	13

Abbildung 8: Lage der Untersuchungsflächen im HYDBOS-Projekt (verändert nach KNIERIM et al. 2009).....	19
Abbildung 9: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur und der Jahresniederschläge für den Zeitraum 1951 bis 2006 der Wetterstation Eberswalde (oben); entsprechende Vorhersagewerte aus der Klimamodellierung einer trockenen und einer feuchten Entwicklung für den Zeitraum 2007 bis 2030 (unten); Temperaturanstieg 2°C (nach ORLOWSKY et al. 2008)	21
Abbildung 10: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 1 des Intensivgrünlandes (Foto: E. Wallor)	23
Abbildung 11: Grundwasserverlauf der Untersuchungsfläche 1 des Intensivgrünlandes; Messzeitraum: 2011	24
Abbildung 12: Grundwasserstände der Untersuchungsfläche 2 des Intensivgrünlandes; Messzeitraum: 2010 bis 2012	25
Abbildung 13: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 3 des Intensivgrünlandes (Foto: A. Haub).....	27
Abbildung 14: Grundwasserverlauf der Untersuchungsfläche 3 des Intensivgrünlandes; Messzeitraum: 1978 bis 1984 (nach HU MOORARCHIV)	28
Abbildung 15: Leitbodenprofile und Ø SGW der Untersuchungsflächen 1, 2 und 3 des Intensivgrünlandes.....	29
Abbildung 16: Ertragsanteile der Grünlandvegetation der Untersuchungsflächen 1 bis 3 des Intensivgrünlandes (n = 2 bis 6 Vegetationskartierungen je Fläche).....	30
Abbildung 17: Potentielle CO ₂ -Freisetzung bis 2030 der intensiv genutzten Untersuchungsflächen für 0°C Temperaturanstieg je IST-Zustand: Ø SGW = 100, 60 und 80 cm und Szenario: SGW = 40 cm unter Flur	32
Abbildung 18: Gemessene Höhenunterschiede eines 18 ha großen intensiv genutzten Niedermoorstandortes unter Grünlandnutzung	34
Abbildung 19: Höhenquerschnitt eines intensiv genutzten Niedermoorstandortes; schematisch dargestellt: Bodenprofile und Grundwasser	35
Abbildung 20: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 1 der Feuchtweiden (Foto: E. Wallor).....	36

Abbildung 21: Grundwasserverlauf und monatliche Niederschlagssummen der Vegetationsperiode 2011 der Untersuchungsfläche 1 der Feuchtweiden	37
Abbildung 22: Grundwasserverlauf der Vegetationsperioden 2012 und 2013 sowie Niederschlagssummen der Monate April bis Juli 2012 der Untersuchungsfläche 2 der Feuchtweiden	38
Abbildung 23: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 3 der Feuchtweiden (Foto: A. Haub).....	39
Abbildung 24: Grundwasserstände im Messzeitraum 1978 bis 1984 der Untersuchungsfläche 3 der Feuchtweiden (nach HU MOORARCHIV).....	40
Abbildung 25: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 4 der Feuchtweiden (Foto: A. Haub).....	42
Abbildung 26: Grundwasserstände im Messzeitraum 1978 bis 1984 der Untersuchungsfläche 4 der Feuchtweiden (nach HU MOORARCHIV).....	43
Abbildung 27: Grundwasserverlauf von März bis August 2013 der Untersuchungsfläche 4 der Feuchtweiden (nach E+E VORHABEN 2014)	43
Abbildung 28: Leitbodenprofile und Ø SGW der Untersuchungsflächen 1 bis 4 der Feuchtweiden	44
Abbildung 29: Ertragsanteile der Grünlandvegetation sortiert nach Untersuchungsflächen der Feuchtweiden (n = 6 Vegetationskartierungen je Fläche)	46
Abbildung 30: Potentielle CO ₂ -Freisetzung bis 2030 der Untersuchungsflächen 1 bis 4 der Feuchtweiden für 0°C Temperaturanstieg je IST-Zustand: Ø SGW = 40, 44, 60 und 50 cm und Szenario: Ø SGW = 30 cm unter Flur.....	48
Abbildung 31: Unterschiedliche Pflanzenzusammensetzung entlang eines Grundwassergradienten der Untersuchungsfläche 1 der Feucht- und Nasswiesen	50
Abbildung 32: Leitbodenprofil und Profilbeschreibung der Untersuchungsfläche 2 der Feucht- und Nasswiesen (Foto: E. Wallor).....	51
Abbildung 33: Grundwasserstände im Messzeitraum 2009 bis 2011 der Untersuchungsfläche 2 der Feucht- und Nasswiesen (nach GEWÄSSERRANDSTREIFENPROJEKT SPREEWALD 2012).....	52

Abbildung 34: Grundwasserverlauf und monatliche Niederschlagssummen der Untersuchungsfläche 3 der Feucht- und Nasswiesen, Vegetationsperiode 2011	53
Abbildung 35: Leitbodenprofile und Ø SGW der Untersuchungsflächen der Feucht- und Nasswiesen	54
Abbildung 36: Ertragsanteile der Grünlandvegetation sortiert nach den Untersuchungs- flächen der Feucht- und Nasswiesen (n = 6 Vegetationskartierungen je Fläche)	55
Abbildung 37: Potentielle CO ₂ -Freisetzung bis 2030 der Untersuchungsflächen 2 und 3 der Feucht- und Nasswiesen für 0°C Temperaturanstieg je IST-Zustand: Ø SGW = 45 und 35 cm und Szenario: Ø SGW = 20 cm unter Flur	57

Tabellen

Tabelle 1: Anwendungsumfang der Maßnahmen im Rahmen KULAP 2000/2007 und in Gebieten mit umweltspezifischen Einschränkungen (Art. 38) nach Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 (nach MIL, Ref. 32, 2011)	5
Tabelle 2: Die wichtigsten Grasarten grundwasserbeeinflusster Standorte	14
Tabelle 3: Standortabhängige Ertragsklassen für grundwasserbeeinflusste Grünlandstandorte Brandenburgs (verändert nach HANFF et al. 2010).....	20
Tabelle 4: Ausgewählte Bodenparameter der oberen 30 cm der drei Untersuchungsflächen des Intensivgrünlandes (n = 1 bis 6 Bodenprofile)	29
Tabelle 5: Ertragsdaten 2011 der untersuchten Flächen 2 und 3 des Intensivgrünlandes (n = 4 bis 6 Probeflächen)	31
Tabelle 6: Veränderung der potentiellen CO ₂ -Emission bis 2030 durch einen Temperaturanstieg von 2°C je Untersuchungsfläche des Intensivgrünlandes, je IST-Zustand u. Szenario	33
Tabelle 7: Ausgewählte Bodenparameter der oberen 30 cm der Untersuchungsflächen der Feuchtweiden (n = 1 bis 3 Bodenprofile).....	45
Tabelle 8: Ertragsdaten 2011 aller untersuchten Flächen der Feuchtweiden (n = 4 bis 6 Probeflächen)	47

Tabelle 9: Ausgewählte Bodenparameter der oberen 30 cm der Untersuchungsflächen 1 bis 3 der Feucht- und Nasswiesen (n = 1 bis 4 Bodenprofile)	55
Tabelle 10: Ertragsdaten 2011 aller untersuchten Flächen der Feucht- und Nasswiesen (n = 4 bis 6 Probeflächen)	56
Tabelle 11: Veränderung der potentiellen CO ₂ -Emission bis 2030 durch einen Temperaturanstieg von 2°C je Untersuchungsfläche der Nasswiesen, je IST-Zustand u. Szenario	58
Tabelle 12: Aufbau des HYDBOS-Klassifikationssystems zur Einordnung grundwasserbeeinflusster Standorte Brandenburgs	59
Tabelle 13: Grundwasserlevel je Hauptgruppe in HYDBOS, verändert nach KOSKA (2001)	60
Tabelle 14: Handlungsempfehlungen für die Hauptgruppe Intensivgrünland	63
Tabelle 15: Handlungsempfehlungen für die Hauptgruppe Feuchtweiden	64
Tabelle 16: Handlungsempfehlungen für die Hauptgruppen Feucht- und Nasswiesen	66

Infoboxen

Infobox 1: Regionale Auswirkungen des globalen Klimawandels und daraus abgeleitete Gefährdungspotentiale für grundwasserbeeinflusste Böden Brandenburgs.....	16
Infobox 2: Wichtige Zusammenhänge zwischen Standortfaktoren des Intensivgrünlandes auf Niedermoorböden.....	62
Infobox 3: Wichtige Zusammenhänge zwischen Standortfaktoren der Nasswiesen auf Niedermoor	66

**Landesamt für Ländliche Entwicklung,
Landwirtschaft und Flurneuordnung**

Müllroser Chaussee 54

15236 Frankfurt (Oder)

www.l elf.brandenburg.de

