



ERNST MORITZ ARNDT
UNIVERSITÄT GREIFSWALD



Wissen
lockt.
Seit 1456

**Institut für Dauerhaft Umweltgerechte
Entwicklung von Naturräumen der Erde
(DUENE) e.V.**

**Institut für Botanik
und
Landschaftsökologie**

Nutzungsmöglichkeiten auf Niedermoorstandorten

**Umweltwirkungen, Klimarelevanz und Wirtschaftlichkeit sowie
Anwendbarkeit und Potenziale in Mecklenburg-Vorpommern**

- Endbericht -

Auftraggeber: Land Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Verbraucherschutz

Auftragnehmer: Universität Greifswald, Institut für Botanik und Landschaftsökologie,
Lehrstuhl für Geobotanik und Landschaftsökologie (Prof. Dr. S. Zer-
be), in Zusammenarbeit mit dem Institut für dauerhaft umweltge-
rechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE e.V.)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. agr. Astrid Kowatsch, Dipl.-Oec. Achim Schäfer,
Dr. Wendelin Wichtmann, DUENE e.V.

Greifswald, Februar 2008

Inhalt

1	Einleitung.....	4
2	Moore in Mecklenburg-Vorpommern	4
3	Die betrachteten Nutzungsformen.....	5
3.1	Ackerbau	5
3.2	Grünland, intensiv	6
3.3	Grünland, extensiv	7
3.4	Paludikulturen	7
3.4.1	Röhrichte und Riede (Schilf, Rohrkolben, Seggen).....	8
3.4.2	Erlenanbau.....	9
3.5	Amerikanische Heidelbeere und Großfrüchtige Moosbeere.....	9
3.6	Andere Nutzungen	10
4	Darstellung der betrachteten Parameter.....	10
4.1	Wasserhaushalt	10
4.2	Mineralisierung.....	11
4.3	Naturschutzaspekte	12
4.4	Treibhausgas-Emissionen.....	12
4.5	Wirtschaftlichkeit	14
5	Auswirkungen der Nutzungsformen auf die Parameter	15
5.1	Ackerbauliche Nutzung	15
5.2	Intensive Grünlandnutzung	17
5.3	Extensive Grünlandnutzung	19
5.4	Nutzung von Röhrichten.....	22
5.4.1	Schilfröhrichte	22
5.4.2	Rohrkolbenröhrichte.....	25
5.5	Erlenanbau.....	26
5.6	Anbau von Amerikanischer Heidelbeere (<i>Vaccinium corymbosum</i>) und Großfrüchtiger Moosbeere (Cranberry) (<i>Vaccinium macrocarpon</i>)	29
5.7	Andere Nutzungen	30
6	Zusammenfassende Darstellung der Auswirkungen der Nutzungsformen	31

7	Datengrundlage und Vorüberlegungen zur Potenzialschätzung.....	36
7.1	Moorkataster	36
7.2	Hydrologische Daten.....	38
7.3	Feldblockkataster	38
8	Anwendbarkeit und Potenziale der verschiedenen Nutzungsformen	40
8.1	Schutz und Pflege von Moorflächen.....	43
8.2	Ackerbauliche und intensive Grünlandnutzung	43
8.3	Extensive Nutzung	44
8.4	Moorschonende Nutzung	44
8.4.1	Erstellung von Prüfflächenkarten für den Erlen- und Schilfanbau	45
8.4.2	Perspektiven der Paludikulturen.....	49
9	Literatur	52

1 Einleitung

Geänderte Rahmenbedingungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (Agrarreform 2005), die inhaltliche und finanzielle Neuausrichtung der EU-Förderperiode 2007-2013 sowie eine stärkere Wahrnehmung der Klimarelevanz der Moore erfordern eine Fortschreibung des Konzeptes zum Bestand und zur Entwicklung der Moore in Mecklenburg-Vorpommern (Moorschutzkonzept), welches seit dem Jahre 2000 politisch legitimiert ist. Mit diesem Konzept, dessen Bestandteil auch das Moorschutzprogramm war, gab Mecklenburg-Vorpommern als erstes Bundesland der Renaturierung von Niedermooren einen konzeptionellen und finanziellen Rahmen (Kowatsch 2007).

Wie bisher auch, spielt dabei nicht nur die Wiedervernässung mit völliger Nutzungsaufgabe eine optionale Rolle, sondern verstärkt auch die Vernässung mit anschließender moorschonender Nutzung. Da diese Nutzung nachhaltig erfolgen soll, d.h. die ökologischen Aspekte der Moore berücksichtigen und nach Möglichkeit auch wirtschaftlich tragfähig sein soll, ist es wichtig, die verschiedenen zur Verfügung stehenden Nutzungsvarianten zu analysieren.

Für einen aktuellen Überblick über herkömmliche und alternative Nutzungsformen der Niedermoore werden diese deshalb in vorliegender Studie dargestellt und hinsichtlich ihrer Umwelt- und Klimarelevanz sowie ihrer Wirtschaftlichkeit eingeordnet. Die Analyse erfolgt mit Hilfe von Ergebnissen bisheriger wissenschaftlicher Arbeiten.

Erste vergleichende Darstellungen der Nutzungsalternativen sind bei Wichtmann & Koppisch (1998) sowie Succow & Joosten (2001) zu finden. Die dort nur ansatzweise betrachteten Kriterien „Wirtschaftlichkeit“ und „Klimarelevanz“ werden mit der vorliegenden Studie zusammen mit einigen weiteren Kriterien stärker beleuchtet.

Daran anknüpfend erfolgt eine Einschätzung der Anwendbarkeit der Nutzungsformen für das Land Mecklenburg-Vorpommern, v.a. die Darstellung von Potenzialen, soweit es die vorhandene Datenbasis erlaubt.

2 Moore in Mecklenburg-Vorpommern

In Mecklenburg-Vorpommern gibt es etwa 290.000 Hektar Moore, von denen nur ca. 3 % (8000 ha) naturnah sind. 35 % befinden sich in einem mäßig entwässerten Zustand und der überwiegende Teil (62 % bzw. 180.000 ha) ist stark entwässert (Lenschow 2003). Die im Folgenden getroffenen Aussagen beziehen sich auf den Teil der Moore, der sich zurzeit vorwiegend in landwirtschaftlicher Nutzung befindet und mehr oder weniger stark degradiert ist. Diese Standorte wurden durch Entwässerung, Mineralisierung und Sackung insbesondere bezüglich ihres Wasserhaushaltes und ihrer Artenausstattung stark beeinflusst.

Exkurs: Übergangsböden

Moore werden dann als solche bezeichnet, wenn sie Torfmächtigkeiten von > 30 cm aufweisen. Bei flachgründigen oder abgetorften Mooren ist oft die Bodenentwicklung aufgrund Mineralisierung und Sackung so weit fortgeschritten, dass die verbliebene Torfmächtigkeit ggf. knapp unter diesem Wert liegt. Aus Klima-, Umwelt- und ökologischer Sicht sind diese Standorte solange wie tiefgründige Moore zu bewerten, wie sie einen höheren Anteil an organischer Substanz aufweisen als vergleichbare Mineralbodenstandorte.

3 Die betrachteten Nutzungsformen

Grundsätzlich können die Nutzungsformen nach dem Grad der erforderlichen Entwässerung unterteilt werden. Die Abstufung beinhaltet gleichzeitig ein Maß der Torfmineralisierung, welche durch Entwässerung und dadurch bedingte aerobe Verhältnisse in Gang gesetzt wird. Die Mineralisierung führt zur Torfzehrung, also zum Abbau des Torfs und geht mit Freisetzungen von Nährstoffen und Spurengasen (v.a. CO₂) einher.

Moorschonende Nutzungsvarianten setzen einen Wasserstand voraus, der eine weitere Mineralisierung des Torfes unterbindet. Selbst bei extensiven Grünland-Nutzungsvarianten ist diese Bedingung aber nicht unbedingt gegeben, so dass die Nutzungsform allein noch keine Aussage zur Moorschonung zulässt, sondern immer im Zusammenhang mit dem Wasserregime beurteilt werden muss.

Im Folgenden sollen nachstehende Varianten der Nutzung von Niedermoor betrachtet werden:

3.1 Ackerbau

In Mecklenburg-Vorpommern werden rund 34.000 ha Niedermoorfläche ackerbaulich genutzt. Dies lässt sich durch Verschneidung der Moorübersichtskartierung mit den Daten des Feldblockkatasters ermitteln (vgl. Kap. 7.1 und 7.3). Aufgrund unsicherer Bodenverhältnisse (Gefahr der zeitweisen Vernässung, kleinräumige Wechsel der Bodenverhältnisse etc.) findet auf den Standorten vornehmlich Ackerfutterbau mit Mais oder Ackergras statt. Mit einer Ausweitung des Ackerbaus auf Niedermoorflächen ist nicht zu rechnen, denn der Grünlandumbruch auf Moorstandorten entspricht laut § 3 Abs. 2 LNatSchG MV bzw. § 5 Abs. 4 BNatSchG nicht der guten fachlichen Praxis. Darüber hinaus existieren über Cross Compliance Restriktionen zum Umbruch von Dauergrünland (hier: Flächen, die durch Einsaat oder auf natürliche Weise zum Anbau von Gras oder anderen Grünfütterpflanzen genutzt werden und mindestens fünf Jahre nicht Bestandteil der Fruchtfolge des Betriebes sind). Wird gegenüber dem Basisjahr 2003 die Grenze von 5 % Dauergrünlandverlust überschritten –

was in MV bereits der Fall ist – ist der Umbruch grundsätzlich genehmigungspflichtig. Verstöße gegen diese Regelungen führen zu Kürzungen der Direktzahlungen.

Scheel (1937) stellt fest, dass sich für den **Hanfanbau** eigentlich nur die sonst schlecht ackerbaulich nutzbaren Niedermoorböden eignen. Hierbei sind nicht die Ansprüche von Hanf entscheidend, sondern die Konkurrenz der Kulturarten um die günstigsten Standorte (zitiert in Hampicke et al. 2007). Bis in die 1950er Jahre galt Hanf als wertvolle Rohstoffpflanze, für deren Anbau entwässertes Niedermoor am besten geeignet schien (Viehweg & Rosenkranz 1955). Der Grundwasserspiegel darf nicht höher als 0,5 m liegen, da Hanf empfindlich gegenüber Staunässe ist, und es muss eine Vererdung der oberen Bodenschicht vorhanden sein (Scheel 1937). Kleinflächig wurde 2005/2006 im Randbereich der Friedländer Großen Wiese Hanf auf Niedermoorstandorten angebaut.

3.2 Grünland, intensiv

Eine intensive Grünland-Bewirtschaftung erfordert ähnliche Eingriffe in den Wasserhaushalt wie der Ackerbau auf Moorböden. Die intensive Grünlandnutzung mit mehrmaligem Schnitt pro Vegetationsperiode hatte in der Vergangenheit auf Niedermoorstandorten an Bedeutung verloren. Dies stand in Zusammenhang mit Beobachtungen zur Bestandsentwicklung des Grünlandes auf Niedermoor einerseits und der gestiegenen Leistung der Milchkühe und entsprechenden Ansprüchen an das Grundfutter andererseits.

Auf den intensiv genutzten, stark vererdeten oder vermüllten Niedermoorstandorten zeigt sich, dass die verwendeten Ansaatgräser keine stabilen Bestände bilden; vielmehr nehmen die Ertragsanteile der Quecke mit geringerer Energiekonzentration und geringerer Verdaulichkeit zu (Käding et al. 1990). Dies steht im Gegensatz zur Entwicklung in der Milcherzeugung: Züchtungsfortschritte bei den Milchkühen und verstärkte Spezialisierung der Milchvieh haltenden Betriebe führen anhaltend zu höheren Leistungen des einzelnen Tieres. Solche Leistungen können jedoch nur unter Einsatz qualitativ sehr hochwertigen Grundfutters erbracht werden, da die mengenbezogene Aufnahmefähigkeit des einzelnen Tieres begrenzt ist. Das erforderliche Grundfutter mit hoher Energiedichte und hoher Verdaulichkeit wurde bisher verstärkt auf Ackerstandorten erzeugt. Steigende Getreidepreise (v.a. in 2007) führen jedoch zu höheren Opportunitätskosten des Ackerfutterbaus, so dass sich eine Trendwende zur Grundfüttererzeugung auch auf Niedermoorgrünland abzeichnet. Daneben tritt der steigende Bedarf an Energiebiomasse durch die wachsende Anzahl und Kapazität an Biogasanlagen. Auch hier ist zu erwarten, dass bei steigenden Agrarpreisen die Produktion, wo dies möglich ist, vom Acker auf Intensiv-Grünland auf Niedermoo-ren verlagert wird.

Wenn im Rahmen der Milchproduktion relativ hochwertiges Grundfutter oder hochwertige Grassilage für die Biogasanlage vom Niedermoorgrünland erzeugt werden soll, ist es erforderlich, im drei bis fünfjährigen Rhythmus die Grasnarbe zu erneuern.

Im Ückertal (Grenzbereich zwischen MV und BRB) wird z.B. im vierjährigen Wechsel großflächig Grünlandumbruch mit Neuansaat zur Verbesserung der Grasnarbe durchgeführt. Eine umbruchlose Neuansaat von Intensivgrasland nach Totspitzen der Grasnarbe war im Herbst 2008 großflächig z.B. im östlichen Polder Beestland bei Anklam zu beobachten.

3.3 Grünland, extensiv

Ein Großteil des Niedermoorgrünlandes in MV wird extensiv genutzt. Diese extensive Bewirtschaftung schließt sich oft an eine Phase intensiver Bewirtschaftung an, die seit den 1970er Jahren nach der Komplexmelioration möglich war. Entsprechend sind die Torfe dieser Standorte trotz der aktuell extensiven Bewirtschaftung stark vererdet bis vermullet.

Die Flächen werden entweder nur zweimal im Jahr gemäht, mit einer geringen Besatzstärke (ca. 1 GV/ha) beweidet oder in Kombination aus Mahd und Beweidung bewirtschaftet. Auf Düngung und Verwendung von Pflanzenschutzmitteln wird in der Regel verzichtet. Diese Verfahren werden größtenteils durch Agrarumweltprogramme finanziell unterstützt, z.B. in Form der Förderung des ökologischen Landbaus oder der naturschutzgerechten Grünlandnutzung. Der Aufwuchs wird entweder für Mutterkühe oder Jungrinder bzw. Milchkühe mit geringer Leistung verwendet.

Auch eine extensive Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland erfordert ein gewisses Grundwassermanagement. Dieses entspricht meist noch dem der Intensivwirtschaft, sofern nicht durch vertragliche Verpflichtungen im Rahmen der naturschutzgerechten Grünlandnutzung zumindest „Zielgrundwasserstände“ eingehalten werden müssen.

Aufgrund von Entwässerung und der bereits stattgefundenen fortgeschrittenen Bodenentwicklung treten auch bei extensiver Nutzung Probleme mit der Verschlechterung der Grasnarbe auf (s.o.; flächendeckende Blütenteppiche der Sandkresse auf trockenen Bio-Weiden in der Randow-Niederung). Dieses Problem wird noch durch das Verbot der Kaliumdüngung auf Flächen, die im Rahmen der naturschutzgerechten Grünlandnutzung bewirtschaftet werden, verschärft.

Außerdem wird auch in Mecklenburg-Vorpommern in noch zu erhebendem Umfang eine als besonders extensiv einzustufende Nutzungsform durchgeführt. Hier findet die für eine Generierung der Direktzahlung erforderliche Mindestbewirtschaftung nach Cross Compliance statt. D.h. die Flächen werden zur Erhaltung eines „guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustandes“ einmal pro Jahr gemulcht oder aber alle zwei Jahre gemäht mit anschließender Entsorgung des Erntegutes.

3.4 Paludikulturen

Paludikulturen sind Produktionsverfahren auf nassen bzw. wieder vernässten, ehemals stark degradierten Moorflächen. Aufgrund steigender Konkurrenz zwischen der Nahrungsmittelproduktion und der Nachfrage nach Biomasse zur energetischen

Verwertung und der Umweltprobleme der konventionellen Moorbewirtschaftung gewinnt die Werbung von Biomasse aus nassen Mooren zunehmend an Bedeutung. Grundgedanke dabei ist die Erzeugung erntefähiger Roh- und Brennstoffe in dauerhaft nassen, nach Möglichkeit wachsenden Mooren, d.h. bei gleichzeitiger Torfbildung oder zumindest Torferhaltung (Timmermann et al. 2009, Wichtmann & Joosten 2007). An dieser Stelle wird beispielhaft auf die Produktion von Biomasse aus Röhrichten und den Anbau von Erlen eingegangen.

3.4.1 Röhrichte und Riede (Schilf, Rohrkolben, Seggen)

Die natürliche Vegetationsentwicklung auf nassen oder wieder vernässten Standorten ohne Nutzung führt zunächst, abhängig von den sich einstellenden Wasserständen, zu Röhrichten oder Rieden. Sowohl eine aktive Nutzungsumstellung auf den gezielten Anbau solcher Röhrichte als auch die Nutzung von sich in natürlicher Sukzession entwickelnder Dominanzbestände ermöglicht eine standortgerechte Bewirtschaftung dieser nassen Flächen (Wichtmann & Schäfer 2004). Die als Dauerkulturen angelegten Bestände bieten die Möglichkeit der stofflichen (z.B. traditionell und heimatverbunden als Schilf für Reetdächer) oder energetischen (thermischen) Verwertung.

Versuche zum Schilfanbau auf Niedermoor werden an der Universität Greifswald seit über 10 Jahren mit unterschiedlichen Schwerpunktfragestellungen durchgeführt. Im Vordergrund stehen dabei die Potenziale der Biomassenutzung und deren Rentabilität.

Das Gemeine Schilf (*Phragmites australis*) bildet als heimische Pflanzen natürliche stabile Bestände und ist zu einer enormen Biomasseproduktion fähig. Neben der Verwertung des Schilfrohrs als Material für die Dachdeckung (Schäfer 1999) und anderen stofflichen Verwertungsoptionen (Wichtmann 1999b) kommt die energetische Verwertung der Röhrichtbiomasse in Frage. Im Winter gemähtes Schilf kann bei Wassergehalten um 15 % direkt verbrannt werden (Wichtmann & Schäfer 2005).

Der Anbau von Rohrkolben (*Typha latifolia* und *Typha angustifolia*) wurde von der TU München im bayerischen Donaumoos getestet und für Überflutungsbereiche an der Rott, einem niederbayerischen Zufluss des Inn, überprüft. Dabei wurden Standortansprüche, erforderliche Produktionstechnik sowie Verwertungsmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit untersucht (Wild et al. 2001, Schätzl et al. 2006). Die Kultivierung von Rohrkolben erfordert eine gezielte Pflanzung, da natürliche Keimung einen deutlich längeren Zeitraum benötigt, um einen flächenhaft dichten Bestand zu bilden. Bei der Verwertung des Rohrkolbens wird das Hauptaugenmerk auf die Produktion von Dämmstoffen aus den Rohrkolbenblättern gelegt. Die Blätter besitzen ein Luftleitsystem (Aerenchym) und werden zudem durch ein Festigungsgewebe (Sklerenchym) ausgesteift, was ihre gute Eignung für die Herstellung von Dämmstoffen begründet (Schätzl et al. 2006).

Eine aktive oder durch Sukzession stattfindende Etablierung von Großseggen in wieder vernässten Niedermooren ist eine weitere Option. Die Anpflanzung von in Töpfen vorbereiteten Sämlingen wurde in verschiedenen Projekten erprobt (Roth et al. 2001, Timmermann 1999). Die erntbare Biomasse kann als Energierohstoff Verwendung finden.

3.4.2 Erlenanbau

Die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) wächst unter natürlichen Bedingungen auf nassen, nährstoffreichen und potenziell torfbildenden Niedermoorstandorten und besitzt hier ein großes, bisher nicht ausgeschöpftes waldbauliches Potenzial (Roloff & Pietzarka 2003).

Im Rahmen des 2005 abgeschlossen ALNUS-Projektes wurden die Bedingungen einer umweltverträglichen Erlenholzwirtschaft erforscht. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines Produktionsverfahrens für Erlenwertholz bei gleichzeitiger Minimierung der Treibhausgasemissionen. In dem praxisorientierten Projekt wurden erstmals Aspekte der Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit im Bereich der Waldnutzung auf Mooren verbunden und das Potenzial für einen nassen, umweltgerechten Waldbau ermittelt (Schäfer 2005).

Die umsetzungsrelevanten Ergebnisse des Projektes werden im ALNUS-Leitfaden beschrieben. Darin werden konkrete Hinweise zur Eignung, Identifikation und zur hydrologischen Einrichtung von wieder zu vernässenden Standorten gegeben und Kriterien für die Standortwahl und -behandlung von Aufforstungsflächen beschrieben (Schäfer & Joosten 2005).

3.5 Amerikanische Heidelbeere und Großfrüchtige Moosbeere

Die Amerikanische Heidelbeere (Kulturblaubeere) (*Vaccinium corymbosum*) sowie die Großfrüchtige Moosbeere (Cranberry) (*Vaccinium macrocarpon*) sind keine europäischen Arten, sondern nordamerikanischer Herkunft und dürfen nicht mit den heimischen Waldblaubeeren (*Vaccinium myrtillus*) bzw. Preiselbeeren (*Vaccinium vitis-idaea*) verwechselt werden. Während in Nordamerika der Anbau der Kulturheidelbeere (85.000 ha) und der Cranberry (15.000 ha) recht verbreitet ist, sind diese Beeren auf den deutschen Märkten noch relativ unbekannt (Ebert 2005).

Natürliche Standorte von *Vaccinium*-Arten sind oft Niedermoore mit sauren, nährstoffarmen Verhältnissen und einem hohen Anteil organischer Substanz. Besondere Bedeutung kommt einer ausreichenden und ständig vorhandenen Bodenfeuchte zu. Das Wassermanagement nimmt eine zentrale Rolle ein: Bewässerungsmöglichkeiten (z.B. Tropfbewässerung, Überkopfberegnung) werden sowohl für den Frostschutz im Winter als auch zur Bewässerung in Trockenperioden genutzt. Im Gegensatz zu Trockenheit wird Überflutung wesentlich besser toleriert, dabei ist diese Toleranz umso kürzer, je höher die Temperatur und je intensiver das Wachstum ist (Ebert 2005).

3.6 Andere Nutzungen

Viele weitere Nutzungsformen für Moorstandorte in Mecklenburg Vorpommern sind denkbar, werden aktuell auf kleineren Flächen umgesetzt bzw. experimentell erprobt. Diese erfordern jeweils sehr spezifische Bedingungen insbesondere des Wassermanagements oder sind unter naturnahen Bedingungen möglich.

- Kurzumtriebsplantagen
- Pflügenutzung (STAUN-Verträge)
- Jagd und/oder touristische Nutzung

Aus verschiedenen Gründen kommen diese Nutzungsformen entweder für eine großflächige Umsetzung nur bedingt oder nicht in Frage oder sie sind im Rahmen der hier vorzunehmenden Bewertung nur marginal relevant.

4 Darstellung der betrachteten Parameter

Um Entscheidungen über Nutzungsvarianten auf Niedermoor auf der Grundlage verschiedener Beurteilungskriterien treffen zu können, werden die Nutzungsformen in Kap. 5 hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Parameter Wasserhaushalt, Bodenbildung/Mineralisation, Naturschutzaspekte, Treibhausgas-Emissionen und Wirtschaftlichkeit dargestellt bzw. beurteilt.

4.1 Wasserhaushalt

Die meisten Bewirtschaftungsformen erfordern einen mehr oder weniger starken Eingriff in den Wasserhaushalt des Standortes. Für die verschiedenen Alternativen sind unterschiedliche Zielgrundwasserstände erforderlich. Die sich dann im Verlauf der Vegetationsperiode tatsächlich einstellenden Wasserstände weichen oft deutlich von dem für das jeweilige Produktionsverfahren erforderlichen Zielwasserstand ab.

Auf die je nach Nutzungsform unterschiedlichen Grundwasserstände unter oder über Flur soll unter dem Parameter „Wasserhaushalt“ eingegangen werden. Bilanzierungen von Wasserhaushaltsgrößen des Wasserkreislaufes werden nicht berücksichtigt, da nicht ausreichend Informationen dazu vorliegen.

Als über den Jahresverlauf integrierende Kenngröße, mit der der Wasserhaushalt eines Moorstandortes beschrieben werden kann, ist der mittlere Wasserstand bzw. die Wasserstufe zu nennen (Petersen 1952, Succow & Joosten 2001). Dieser Parameter ist eng mit der Vegetationsform korreliert, die relativ einfach im Gelände zu erfassen ist (Koska et al. 2001).

Jegliche Bewirtschaftung ist mit der Offenhaltung der Flächen verbunden. Dadurch wird eine Sukzession zu Grauweidengebüschen und Wäldern verhindert, die wiederum höhere Ansprüche an die Wasserversorgung aufweisen.

Exkurs: Wasserstufen

Die Wasserstufen nach Petersen (1952) lassen sich wie folgt untergliedern:

Wasserstufe	langzeitiger Median des Wasserstandes
6+ unteres Eulitoral	Ww: +150 bis +10 cm; Ws: +140 bis +0 cm
5+ nass (oberes Eulitoral)	Ww: +10 bis -5 cm; Ws: +0 bis -10 cm
4+ halbnass (sehr feucht)	Ww: -5 bis -15 cm; Ws: -10 bis -20 cm
3+ Feucht	Ww: -15 bis -35 cm; Ws: -20 bis -45 cm
2+ mäßig feucht	Ww: -35 bis -70 cm; Ws: -45 bis -85 cm
2- mäßig trocken	WD: < 60 l/m ²
3- trocken	WD: 60 – 100 l/m ²
4- sehr trocken	WD: 100 – 140 l/m ²
5- dürr	WD: > 140 l/m ²

Ww: langzeitiger Median des Wasserstandes in der nassen Saison (Winter)

Ws: : langzeitiger Median des Wasserstandes in der trockenen Saison (Sommer)

WD: Wasserdefizit

+: feuchtegeprägte –: trockenheitsgeprägte Standorte

Saisonal wechselnde Feuchte wird angegeben mit einer Kombination verschiedener Wasserstufen (ein 5+/4+ Standort weist einen Ww von 5+ und einen Ws von 4+ auf). Starke Wechselnässe wird mit „~“ angegeben (ein 3~ Standort weist einen Ww von 4+ und einen Ws von 2+ auf)

Quelle: Couwenberg et al. 2008, verändert

4.2 Mineralisierung

Durch die Entwässerung von organischen Standorten werden bodenbildende Prozesse initiiert bzw. beschleunigt. Deren Intensität ist vom Entwässerungsgrad abhängig (Mineralisierung organischer Substanz, Verlagerung von Stoffen, Strukturbildung, etc.). Unter Mineralisierung wird der Abbau der organischen Substanz bis hin zu niedermolekularen Verbindungen wie Kohlendioxid, Methan, Wasser oder mineralischen Salzen verstanden (Scheffer & Schachtschabel 2002). Die Mineralisierung ist der Prozess, der zusammen mit der durch Verdichtung des Torfkörpers bedingten Moorsackung zu Torfschwund führt. Die jährlichen Torfmineralisierungsraten schwanken in Abhängigkeit von Klima, Grundwasserstand und Bodenfeuchte, C-Vorrat, Basenverhältnissen und Nutzungsart des Standortes (Stegmann & Zeitz 2001). Da die in Mecklenburg-Vorpommern vorkommenden Niedermoortorfe hohe, überwiegend organisch gebundene Stickstoffgehalte aufweisen, ist der Torfabbau mit Stickstofffreisetzungen verbunden. Der Stickstoff wird zunächst als Ammonium freigesetzt und bei Anwesenheit von Sauerstoff durch nitrifizierende Bakterien zu Nitrat oxidiert, welches in das Grundwasser ausgewaschen werden kann (Koppisch et al.

2001). Auch organisch gebundener Phosphor kann durch den oxidativen Torfabbau in leichter verfügbare bzw. mobilisierbare anorganische Formen überführt werden (Schlichting et al. 2002, Zak et al. 2008)

Die Einschätzung der Mineralisierungsintensität, z.B. gemessen in Höhenverlust aufgrund des Torfschwundes, sowie Angaben zu Stoffausträgen erfolgen anhand von Literaturangaben.

4.3 Naturschutzaspekte

Die Nutzungsvarianten bezüglich naturschutzfachlicher Aspekte, v.a. im Hinblick auf den Arten- und Biotopschutz, zu beurteilen, kann nur annähernd erfolgen, da diverse andere Standortfaktoren und spezielle Nutzungsregimes (Mahdzeitpunkt, tatsächliche Wasserstände, eingesetzte Technik) meist ausschlaggebender sind als die in vorliegender Studie getroffene Differenzierung der Nutzungsformen. Soweit möglich, wird jedoch auf entsprechende Literaturangaben eingegangen. Dass die Anzahl an Vegetationsformen und Pflanzenarten auf Niedermoorstandorten mit zunehmender Nutzungsintensivierung und Entwässerung abgenommen hat (Succow 2001), ist sicherlich unumstritten. Dass von jeder Pflanzenart, die verschwindet, ca. 10 Arten der Invertebraten betroffen sind, die mehr oder weniger eng an diese Art gebunden sind (Briemle et al. 1991), verdeutlicht den Effekt solcher Veränderungen.

Allerdings bedeutet eine Umkehr zu stärkerer Vernässung nicht automatisch den entsprechend umgekehrten Effekt auf Flora und Fauna, da die Standorte zwischenzeitlich eine zum Teil starke Veränderung erfahren haben. Eine Erhöhung der Grundwasserstände und eine Extensivierung der Bewirtschaftung führen aber grundsätzlich zu Verbesserungen der Umweltbedingungen für niedermoor typische Tierarten, wobei das regional vorhandene Artenspektrum und spezifische Maßnahmen von großer Bedeutung sind (Kratz et al. 2001).

4.4 Treibhausgas-Emissionen

Die Bewirtschaftung von Mooren ist klimarelevant. Insbesondere abhängig von der Intensität des Wassermanagements, der Wasserstandsdynamik und der Düngung des Standortes kommt es zu unterschiedlichen Emissionen von klimarelevanten Gasen (Lachgas, Kohlenstoffdioxid, Methan) oder zur Aufnahme von Kohlenstoffdioxid bzw. zur Festlegung von Kohlenstoff durch Torfbildung. Die Bilanz aller klimarelevanten Faktoren ergibt das tatsächliche Treibhausgaspotenzial eines Moorstandortes.

Zur Einschätzung von Treibhausgas-Emissionen, die auf die unterschiedlichen Nutzungsvarianten zurückzuführen sind, wird mit einem an der Universität Greifswald entwickelten Instrument gearbeitet, das auf einer Auswertung sämtlicher für das gemäßigte Mitteleuropa zur Verfügung stehender Untersuchungen basiert. Dabei werden Standorte mit ähnlichem Emissionsverhalten sogenannten Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen (GESTs) zugeordnet, die anhand einfach zu ermittelnder

Indikatoren (mittlerer Wasserstand, Vegetationsform) bestimmt werden können. Die Schätzungen erfolgen in CO₂-Äquivalenten für einen Zeithorizont von 100 Jahren. Nicht berücksichtigt werden dabei die Emissionen von Lachgas, die grundsätzlich auf mittlere und tiefere Wasserstände unterhalb von -20 cm beschränkt sind und oft mit der Stickstoffdüngung im Zusammenhang stehen. Die aus der Literatur verfügbaren Daten für stärker entwässerte Standorte variieren sehr stark, was u.a. auf die hohe zeitliche Variabilität der N₂O-Emissionen zurückzuführen ist (Couwenberg et al. 2008).

Die Wiedervernässung eines gedrähten Standortes ist, induziert durch die geänderten Wasserverhältnisse und die dadurch bedingten geringer werdenden Torfmineralisierungsraten, mit einer Reduktion der Kohlenstoffdioxidemissionen verbunden. Bei einem Anstieg der mittleren Wasserstände auf über 20 cm unter Flur und zunehmend anaeroben Bedingungen kommt es zu steigenden Methanemissionen. Die sich aus Kohlenstoffdioxid- und Methanemissionen zusammenfassende Darstellung zeigt Abbildung 1 (Couwenberg et al. 2008).

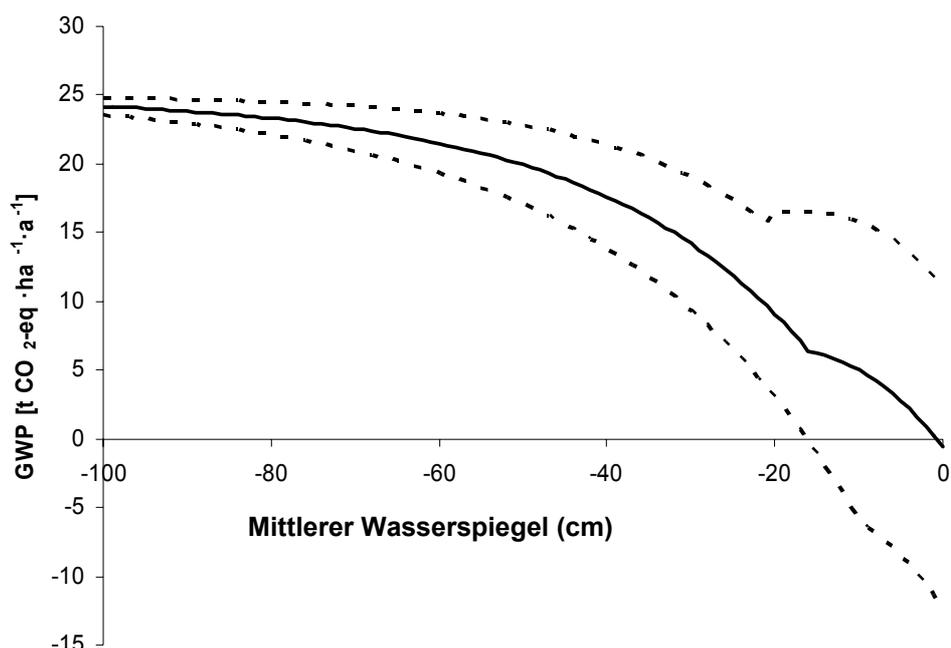


Abbildung 1: Treibhausgaspotenzial (GWP) pro Hektar Moorfläche, Summe aus Kohlenstoffdioxid und Methan, ohne Lachgas, in Abhängigkeit vom mittleren Wasserspiegel (Couwenberg et al 2008)

Durch Umnutzung eines Moorstandortes von einer mit hohen Treibhausgasemissionen verbundenen Bewirtschaftung zu einer weniger Treibhausgase emittierenden Bewirtschaftungsform kann durch eine Vernässung des Standortes eine Netto-Entlastung herbeigeführt werden. Um diese bewerten zu können, ist eine detaillierte Beschreibung der Bedingungen vor und nach der Umnutzung erforderlich (mittlerer Wasserstand, Vegetationsform).

4.5 Wirtschaftlichkeit

Der Aspekt der Wirtschaftlichkeit durchleuchtet, inwiefern die betrachteten Nutzungsformen aus Sicht der Betriebe ökonomisch interessant sind. Die Wirtschaftlichkeit eines Produktionsverfahrens für den landwirtschaftlichen Betrieb ergibt sich auch bei der Moorbewirtschaftung aus den erzielbaren Erlösen sowie den dem Produktionsverfahren zuzuordnenden Kosten. Zusätzlich sind die anrechenbaren Direktzahlungen und/oder Förderungen zu berücksichtigen.

Da die Produktionsverfahren z. T. sehr unterschiedlich sind, erscheinen die in der Fachliteratur zu findenden Kalkulationen sehr heterogen. Eine direkte Vergleichbarkeit der ist nur dann gegeben, wenn die Berechnungen einheitlich und in monetären Größen erfolgen, z.B. in Form von Deckungsbeiträgen, die die jeweiligen verfahrensabhängigen Kosten und Erlöse berücksichtigen. Für den Anbau von Mähdruschfrüchten, bei denen mit einem Produktpreis kalkuliert werden kann, existieren Berechnungen der Deckungsbeiträge. Für das Verfahren des Futterbaus, wie es u.a. auf dem Grünland praktiziert wird, werden hingegen die variablen Erzeugungskosten der Faktorielerung (Energie in Megajoule) gegenübergestellt. Um eine Vergleichbarkeit mit den Mähdruschfrüchten herzustellen, muss die monetäre Bewertung des Futters über die Verwertung in den unterschiedlichen Tierhaltungsverfahren erfolgen, es wird der so genannte Veredelungswert berechnet. Anhand von Daten der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V (LFA 2006) wurden für vorliegende Studie entsprechende Berechnungen angestellt.

In anderen Verfahren, wie der Röhrichnutzung, können die Produkte sehr unterschiedlichen Verwertungen zugeführt werden, die insbesondere von der Qualität der Biomasse abhängig sind. Teilweise sind diese Produkte nicht am Markt etabliert, so dass keine konkreten Preise genannt werden können. Für diesen Fall werden Preise für vergleichbare Rohstoffe verwendet oder die Berechnung wird dahin orientiert, die Produktionsschwelle zu ermitteln, d.h. Preise zu bestimmen, die die Verfahrenskosten decken.

Bei der Erlenholzwirtschaft wird für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Bodenerwartungswert berechnet. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass forstwirtschaftliche Produktionsverfahren langfristige, über mehrere Jahrzehnte dauernde Zeit beanspruchen, bis auf einer aufgeforsteten Fläche erstmals erntekostenfreie Erlöse aus Durchforstungen und am Ende der Umtriebszeit die der Endnutzung realisiert werden können. Die Kalkulation erfolgt in zwei Schritten: Zunächst werden alle Kosten und Erlöse des Verfahrens zum Zeitpunkt der Begründung ($t = 0$) berechnet. Anschließend wird dann der Bodenerwartungswert berechnet. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Produktionsperioden unendlich oft wiederholt werden. Der Gegenwartswert der begrenzten einmaligen Periode wird dann in eine unbegrenzte Periode, das heißt in eine Ewige Rente umgewandelt. Dieser Wert reflektiert den reinen Geldertrag, „den ein jetzt holzleerer Waldboden immerwährend in jährlich gleicher Größe liefert“ (Faustmann 1849, S. 442). Ein Vergleich mit den Deckungsbei-

trägen der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren ist insofern möglich, da es sich beim Bodenerwartungswert um einen jährlich wiederkehrenden Zahlungsstrom handelt. Aus ökonomischer Sicht sind bei forstwirtschaftlichen Produktionsverfahren zusätzlich Fragen der Liquidität zu berücksichtigen, da die Kosten für Bestandesbe-gründung, Pflege usw. sofort und die Erlöse erst in der Zukunft anfallen.

5 Auswirkungen der Nutzungsformen auf die Parameter

5.1 Ackerbauliche Nutzung

Wasserhaushalt: Der Ackerbau erfordert eine relativ starke Grundwasserabsenkung in Niedermooren. Vor allem bei Sommerungen (z.B. Mais, Kartoffeln) wird im Früh-jahr im Überschuss vorhandenes Wasser zur Ermöglichung der Frühjahrsbestellung (Pflügen, Saatbettbereitung, Grunddüngung) über tief liegende Dränsysteme abgelei-tet. Für die Bodenbearbeitung wird der Grundwasserstand auf >60 cm unter Flur ab-gesenkt. Im Sommer kann es bei Grundwasserständen von deutlich mehr als 120 cm unter Flur zu Trockenstress kommen, da der durch Evapotranspiration bedingte Wasserverbrauch nicht durch Niederschläge abgedeckt werden kann. Das Wasser-defizit kann aufgrund der Vermullung der oberen Torfschichten, Ausbildung schwer durchlässiger Schichten und geringe Wasserleitfähigkeiten des Substrates nicht durch lateralen Grundwasserzufluss abgedeckt werden.

Mineralisierung: Die für den Ackerbau notwendige tiefe Grundwasserabsenkung sowie die jährliche Bodenbearbeitung bewirken eine starke Durchlüftung des Bo-dens, was intensiven Torfabbau zur Folge hat. Als mittlerer Wert für den Torfabbau unter Ackernutzung werden 2 cm pro Jahr angegeben (Titze 1992 in Stegmann & Zeitz 2001, Scheffer 2002, Vogel 2002). Stickstoffausträge erreichen unter Silomais-anbau jährlich 200-300 kg N/ha mit einem hohen Nitratanteil (Behrendt et al. 1994).

Naturschutzaspekte: Bei herkömmlicher Bewirtschaftung der Ackerflächen dürfte die naturschutzfachliche Bedeutung der Niedermoorstandorte gleichermaßen zu be-urteilen sein wie für Ackerflächen auf Mineralböden. Grundsätzlich sind nur sehr we-nige Tierarten in Ackerlandschaften zu finden, die vollständig oder für einzelne Le-bensphasen an diesen Raum gebunden sind. Die überwiegende Zahl besiedelt ebenso andere Habitats bzw. benötigt diese (Fuchs & Saacke 2006). Die Intensivie-rung der landwirtschaftlichen Nutzung hat allerdings zu einem starken Rückgang der Tierarten im Ackerland geführt. Gleiches gilt für die Segetalflora (Ackerunkraut-Gesellschaften), deren zahlreiche Arten aufgrund von Düngung, Kalkung, Herbizid-einsatz, intensivere Bodenbearbeitung, Einengung der Fruchtfolgen etc. heute zum Großteil in den Roten Listen erscheinen (Hilbig 2005).

Treibhausgas-Emissionen: Mit dem in Kap. 4.4 erwähnten Instrument GEST wer-den ackerbaulich genutzte Flächen nicht als gesonderte Standorte berücksichtigt, sondern sind dem Moorgrünland mit der Wasserstufe 2-, 2+, 2~ untergeordnet. Die

Schätzungen zu CH₄- und CO₂-Emissionen belaufen sich dabei auf 24 t CO₂-Äquivalente (CO₂-eq.) pro ha und Jahr. In Höper (2007) fallen die Schätzungen für Ackerstandorte mit rd. 43 t CO₂-eq./ha/a deutlich höher aus, allerdings beruhen diese Schätzungen nicht auf Messwerten, sondern auf Berechnungen anhand von Höhenverlusten.

Wirtschaftlichkeit: Die erzielbaren Deckungsbeiträge der ackerbaulichen Nutzung variieren in Abhängigkeit der angebauten Frucht. An dieser Stelle wird beispielhaft auf den Anbau von Silomais eingegangen, der als typische Frucht im Ackerfutterbau auf den Niedermoorstandorten gilt. Der Mais kommt zu einem Großteil in der Tierfütterung zum Einsatz, wird aber auch verstärkt im Bereich des wachsenden Biogassektors verwendet (Lehmann & Ziesemer 2008). Grundsätzlich dürften die betriebswirtschaftlichen Ergebnisse vergleichbar sein mit den auf Mineralböden zu erzielenden. Im Einzelfall ist eine geringere Ertragssicherheit aufgrund von erhöhter Spätfrostgefahr oder erschwerten Erntebedingungen gegeben.

Auf den mittleren Böden in Mecklenburg-Vorpommern sind beim Silomais Trockenmasseerträge im mehrjährigen Mittel von 10 t je Hektar realistisch.

Wird die Silage zur Energiegewinnung eingesetzt, bietet sich die Produktionsschwelle als Kalkulationsgröße an. Dafür werden den Erträgen die variablen Gesamtkosten von rd. 570 €/ha sowie Nutzungskosten in Höhe von 750 €/ha gegenübergestellt. Daraus ergibt sich eine Produktionsschwelle von 13,38 €/dt Trockenmasse (Lehmann & Ziesemer 2008). Auf Niedermoorstandorten ist eher noch mit niedrigeren Nutzungskosten zu kalkulieren, da die Alternativen eingeschränkter sind als auf Mineralböden, wodurch die Produktionsschwelle sinkt. Eine Halbierung der Nutzungskosten führt zu einer Produktionsschwelle von unter 10 €/dt TM.

Bei Einsatz der Maissilage zur Fütterung muss der Veredelungswert berechnet werden. Als Beispiel wird hier die Milchviehfütterung herangezogen. Auf der Grundlage von Deckungsbeitragsrechnungen für die Milchkuhhaltung (LFA 2006) ergibt sich ein Veredelungswert für die Maissilage in Höhe von 20,50 €/dt TM bzw. von 2050 €/ha. Vorausgesetzt wurden dabei eine Jahres-Milchleistung von 8000 kg FECM/Kuh, ein Futterrationsanteil der Maissilage in Höhe von 5,5 kg Trockenmasse pro Tier und Tag mit einem Energiegehalt von 6,6 MJ NEL/kg TM sowie Futtererzeugungskosten in Höhe von 0,16 € pro 10 MJ NEL.

Tabelle 1: Berechnung des Veredelungswertes für Maissilage in der Milchkuhhaltung

Erlöse Milch/Altkuh/Kälber	2442 €/Jahr
Variable Kosten	867 €/Jahr
Deckungsbeitrag (DB)	1575 €/Jahr
Grundfutterkosten (GFK) ohne Maissilage	502 €/Jahr
Variable Arbeitserledigungskosten (AEK)	663 €/Jahr
Saldo (DB-GFK-AEL)	410 €/Jahr
Futterbedarf Maissilage	20 dt TM/Tier/Jahr ¹⁾
Veredelungswert 1 dt TM	20,50 €/dt TM (410 €/20 dt TM)
Veredelungswert 1 ha Mais	2050 €/ha (20,50 €/dt*10t/ha)

¹⁾ Berechnet aus 5,5 kg TM*365 Tage

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der LFA (2006)

5.2 Intensive Grünlandnutzung

Der Auswirkungsgrad einer intensiven Grünlandnutzung auf die zu betrachtenden Parameter ist von verschiedenen weiteren Faktoren abhängig:

- Nutzungsgeschichte (Zeitpunkt der Komplexmelioration, Dauer der Intensivnutzung)
- sommerliche Tiefstwasserstände (auch abhängig von Höhe der Sommerniederschläge),
- Stadium der Bodenentwicklung (Vererdung, Vermullung)
- Art der Intensivnutzung (Saatgraslandwirtschaft mit 3-4jährigem Umbruch, umbruchlose Narbenerneuerung)

Wasserhaushalt Sowohl die Nutzung als Intensivstandweide als auch eine intensive Wiesennutzung setzen eine Grundwasserabsenkung auf mindestens 60 cm unter Flur voraus (Wojahn & Schmidt 1987 in Roth et al. 2001).

Mineralisierung: Für Niedermoorgrünland können die Torfabbauraten in Abhängigkeit der mittleren Sommergrundwasserstände geschätzt werden. Vogel (2002) errechnet nach einem Modell von Blankenburg (1995) für Grundwasserstände von 60 bis 80 cm unter Flur Torfverluste in Höhe von 0,7-1 cm pro Jahr. Die verwendete Formel für Grundwasserflurabstände tiefer 10 cm unter Gelände lautet:

$$TV = 0,143 * (GW-10)$$

mit TV = Torfverlust

GW = Grundwasserstand unter Gelände in cm

Wird das Grünland in regelmäßigen Abständen umgebrochen, so wird angenommen, dass der Torfverlust im Umbruchjahr demjenigen einer Ackernutzung (2 cm) entspricht. Über die Torfmineralisierung werden bei intensiver Wiesennutzung jährlich bis zu 360 kg/ha Stickstoff freigesetzt (Koppisch et al. 2001), die jährlichen Stickstoffausträge unter Saatgrasland erreichen maximal 150 kg/ha (Behrendt et al. 1994).

Naturschutzaspekte: Die auf hohe Erträge und gute Futterqualität ausgerichtete intensive Grünlandnutzung beeinflusst die Zusammensetzung der Pflanzenbestände durch starke Entwässerung sowie Düngungs- und Pflegemaßnahmen aus naturschutzfachlicher Sicht in Richtung Verarmung (Briemle et al. 2000). Vielschnitt begünstigt ausdauernde, vegetativ sich vermehrende Pflanzen und lässt die meisten auf generative Vermehrung angewiesenen Arten verschwinden (Voigtländer & Jakob 1987). Auf intensiv genutztem Niedermoor-Grünland entwickeln sich meist artenarme Pflanzengesellschaften (Koska 2006). Die intensiv genutzten Wiesen und Mähweiden stellen i.d.R. keine Refugien für seltene Tierarten dar. Durch fehlenden Strukturreichtum der Vegetation und fehlende Artenvielfalt können häufig nur noch Ubiquisten überleben. Insbesondere das Fehlen von Altgrasinseln wirkt sich negativ auf die Wiesenfauna aus (Nahrungseingpässe, fehlende Verstecke) (Briemle et al. 2000). Für rastende Zugvögel wie Limikolen (Goldregenpfeifer, Kiebitz) und für nordische Gänse und Kraniche können die Standorte von Bedeutung sein. Eine zeitige Mahd im Rahmen einer intensiven Bewirtschaftung kann auf stark eutrophen Standorten Lebensraum für stark gefährdete Wiesenbrüter (Wachtelkönig, Seggenrohrsänger, Wiesenweihe) schaffen. Dies setzt jedoch eine Spätmahd im Folgejahr voraus, um die Gelege nicht zu zerstören und ist demnach nur erfolgreich, wenn intensives Monitoring und Schutz der festgestellten Neststandorte stattfinden (Tanneberger et al. 2008). Herkömmliche intensive Nutzung erfüllt diese Voraussetzung allerdings nicht, da die Nutzung alljährlich großflächig zum frühestmöglichen Zeitpunkt einsetzt.

Hinsichtlich des abiotischen Ressourcenschutzes ist jedoch selbst intensiv bewirtschaftetes Grünland deutlich günstiger als Ackerland einzustufen (Elsässer und Briemle 1996 in Briemle et al. 2000).

Treibhausgas-Emissionen: Innerhalb der GESTs ist das intensiv genutzte und dementsprechend entwässerte Moorgrünland unter der Wasserstufe 2-, 2+, 2~ einzuordnen. Damit liegen die geschätzten Treibhausgas-Emissionen in einer Höhe von 24 t CO₂-eq./ha/a.

Wirtschaftlichkeit: Niedermoorgrünland liefert bei intensiver Nutzung mit 3 bis 4 Schnitten und einer Stickstoff-Düngung von 140 kg/ha Trockenmasseerträge in Höhe von 90 bis 120 dt/ha und Jahr (Titze 2006).

Am Beispiel der Erzeugung von Grassilage, die in der Milchkuhfütterung zum Einsatz kommt, wird der Veredelungswert berechnet. Es wird wiederum von einer jährlichen Milchleistung von 8000 kg Milch ausgegangen; der Anteil der Grassilage an der täglichen Futterration pro Tier und Tag umfasst 3 kg TM Grassilage 1. Schnitt (mit 6,4 MJ NEL/kg TM) sowie 5,4 kg TM Grassilage 2. Schnitt (mit 5,9 MJ NEL/kg M). Die Fut-

tererzeugungskosten liegen bei 0,18 €/10 MJ NEL (1. Schnitt) bzw. 0,21 €/10 MJ NEL (2. Schnitt) (LFA 2006). Daraus errechnet sich ein Veredelungswert in Höhe von rd. 18 €/dt TM bzw. 1924 €/ha.

Tabelle 2: Berechnung des Veredelungswertes für Grassilage vom Intensivgrünland als Futter in der Milchkuhhaltung

Erlöse Milch/Altkuh/Kälber	2442 €/Jahr
Variable Kosten	867 €/Jahr
Deckungsbeitrag (DB)	1575 €/Jahr
Grundfutterkosten (GFK) (ohne Grassilage)	344 €/Jahr
Variable Arbeitserledigungskosten (AEK)	663 €/Jahr
Saldo (DB-GFK-AEK)	568 €/Jahr
Futterbedarf Grassilage	31 dt TM/Tier/Jahr ¹⁾
Veredelungswert 1 dt TM	18,32 €/dt TM (568 €/31 dt TM)
Veredelungswert 1 ha Grünland	1924 €/ha (18,32 €/dt TM*105dt TM/ha)

¹⁾ berechnet aus 3 kg TM*365 Tage (1. Schnitt) + 5,4kg TM*365 Tage (2. Schnitt)

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der LFA (2006)

5.3 Extensive Grünlandnutzung

Wasserhaushalt Sind die Niedermoore in extensiver landwirtschaftlicher Nutzung, ist je nach Moorbodentyp ein Mindest-Grundwasserstand von 30 bis 40 cm unter Flur erforderlich, um die Flächen während der Vegetationsperiode befahren und bearbeiten zu können (Schwärzel 2000, Roth et al. 2001). Für die Beweidung heterogener Niedermoorstandorte werden Grundwasserstände zwischen 20 und 60 cm unter Flur angegeben (Scholz und Hennings 1995).

Mineralisierung: Nach Vogel (2002) (vgl. Kap. 5.2) lassen sich bei einem Grundwasserstand unter Flur in Höhe von 30 bis 40 cm Torfverluste in Höhe von 0,3-0,4 mm errechnen. Diese Verluste sind gegenüber der intensiven Grünlandnutzung zumindest reduziert. Bei extensiver Wiesennutzung werden ca. 110 kg/ha Stickstoff mineralisiert (Koppisch et al. 2001). Für Niedermoorflächen in den Niederlanden, die extensiv und ohne Düngung genutzt werden, werden N-Austräge in Höhe von jährlich 10-20 kg/ha angegeben (Koerselman & Verhoeven 1992).

Naturschutzaspekte: Grundsätzlich kann allein durch Nutzungsextensivierung und verschiedene Managementvarianten die Lebensraumvielfalt vergrößert werden. Auf Moorstandorten sind aber Vernässungsmaßnahmen zum Aufbau moortypischer Lebensgemeinschaften unerlässlich (Pfadenhauer et al. 2004). Häufig sind die Standorte aufgrund jahrelanger Entwässerung bereits derart degradiert, dass auch bei ex-

tensiver Nutzung keine bedeutenden Veränderungen eintreten, wenn nicht gleichzeitig das Wasserregime hin zu höheren Grundwasserständen abgewandelt wird.

Aus den ersten Evaluierungsergebnissen des Programms zur naturschutzgerechten Grünlandnutzung (Umweltministerium 2000) wird ersichtlich, dass diese Nutzung in den meisten Fällen positive Effekte auf die Vegetationsentwicklung hat. Spätere Untersuchungen zur Pflanzenartenvielfalt (Planung und Ökologie 2003), die sich allerdings nur auf drei Standorte beschränken, bestätigen den positiven Effekt.

Als grundsätzlich positive Wirkung extensiver Nutzung ist die steigende Strukturdiversität im Aufwuchs zu nennen, die z.B. aufgrund selektiven Fraßverhaltens bei Beweidung entsteht. Dies kann sich positiv auf die Grünlandfauna auswirken. Gleiches gilt für eine spätere oder gestaffelte Mahd des Aufwuchses. Dadurch werden z.B. Wanderzeiten von Amphibien oder Brutzeiten von Wiesenvögeln berücksichtigt.

Eine höhere Wahrscheinlichkeit der Besiedlung mit dem stark bedrohten Seggenrohrsänger ist von der Geländehöhe und dem Anteil der im Vorjahr früh gemähten oder beweideten Flächen abhängig. Aktuell besiedelte Flächen wiesen eine weniger dichte Vegetation, eine dünnere Streuschicht, höhere Phytodiversität sowie einen höheren Anteil kleiner konkurrenzschwacher Arten als aufgegebene oder nicht besiedelte Flächen. Sowohl späte oder keine Nutzung als auch eine Bewirtschaftung während der Brutzeit gefährden die noch vorhandenen Restpopulationen (Tanneberger et al. 2008).

Mit eher negativen Effekten geht das Mulchen als Variante der Minimalpflege nach Cross-Compliance einher. Verbleibt die Biomasse nach dem Mulchen auf der Fläche, werden damit die Nährstoffbedingungen homogenisiert. Die am Standort durch Deposition und Mineralisierung verfügbaren Nährstoffe werden nicht von der Fläche exportiert und nährstoffärmere Bereiche den reicheren Standorten angeglichen. Daneben beeinflusst das Mulchen viele verschiedene Tierarten (Amphibien, Insekten) stark negativ (Oppermann & Gujer 2003).

Treibhausgas-Emissionen: Davon ausgehend, dass die extensiven Nutzungsvarianten im Grünland mit etwas erhöhten Grundwasserständen (im Bereich 3+) verknüpft sind - wie im Fall der naturschutzgerechten Grünlandnutzung – ergeben sich nach den GESTs Emissionswerte zwischen 13 und 15 t CO₂-eq./ha/a. Denkbar ist auch eine extensive Nutzung unter Beibehaltung stärkerer Entwässerung, so dass hinsichtlich des Emissionspotenzials kein Unterschied zur intensiven Nutzung mit 24 t CO₂-eq./ha/a besteht.

Wirtschaftlichkeit: Die extensive Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland ist nicht in erster Linie auf die Erzielung von Biomasse-Erträgen ausgerichtet, sondern vorwiegend fördermittelorientiert. Wird eine Minimalpflege (z.B. jährliches Mulchen) nach Cross Compliance betrieben, steht die Generierung der Direktzahlungen im Vordergrund.

Die Forderung, extensiv bewirtschaftete Flächen erst zu nutzen, wenn im Frühsommer die Wasserstände durch Verdunstung und Abfluss ausreichend gesunken sind (Harter & Luthardt 1997), sowie an die jeweiligen Agrarumweltprogramme geknüpfte spätere Nutzungszeitpunkte können zu Qualitätseinbußen des Aufwuchses führen. Mit zunehmendem Alter der Biomasse nehmen Wasser- und Rohproteingehalte sowie Energiedichte und Mineralstoffe ab, während Rohfasergehalte zunehmen, was zu einer Verschlechterung der Futtermittelveerdaulichkeit führt (Jeroch et al. 2008).

Insbesondere bei naturschutzgerechter Grünlandnutzung ohne jegliche Düngung gehen zudem für die Futterqualität wertvolle Bestandteile stark zurück. Die Trockenmasseerträge sinken auf 25 bis 30 dt/ha, was vor allem auf einen Mangel an verfügbarem Kalium zurückgeführt wird. Im Gegenzug zeigte sich in einer Variante mit Phosphor-Kali-Düngung, dass Trockenmasseerträge um 100 dt/ha erzielt werden (Titze 2006).

Für die Berechnungen des Veredelungswertes (s. Tabelle 3) wird die Verwertung des Aufwuchses in der Mutterkuhhaltung zu Grunde gelegt. Kalkuliert wird mit einem Energiebedarf von rd. 60.000 MJ ME pro Jahr. Es wird angenommen, dass der Energiegehalt 9,4 MJ ME/kg TM beträgt (entspricht ca. 5,5 MJ NEL), woraus sich ein Bedarf in Höhe von rd. 64 dt TM ergibt. Aufgrund des negativen Saldo bleibt auch der Veredelungswert mit -1,54 €/dt TM bzw. -47 €/ha im Negativbereich (Tab. 3).

Tabelle 3: Berechnung des Veredelungswertes für Aufwuchs von Extensivgrünland als Futter in der Mutterkuhhaltung

Erlöse Kuh/Absetzer	495 €
Variable Kosten	59 €
Deckungsbeitrag (DB)	220 €
Variable Arbeitserledigungskosten (AEK)	320 €
Saldo (DB-AEK)	-100 €
Futterbedarf	64 dt TM
Veredelungswert 1 dt TM	-1,56 €/dt TM (-100 €/64 dt TM)
Veredelungswert 1 ha Grünland	-47 €/ha (-1,54 €/dt TM*30 dt TM/ha)

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der LFA (2006)

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass eine extensive Grünlandnutzung für den Betrieb eigentlich ein Zuschussgeschäft ist. Attraktiv wird die Variante erst durch die Gewährung von Fördermitteln aus den Agrarumweltprogrammen.

5.4 Nutzung von Röhrichten

5.4.1 Schilfröhrichte

Wasserhaushalt:

Die Ansprüche wichtiger Arten der Röhrichte und Riede an die Wasserversorgung sind in der Abbildung 2 dargestellt. Sie beschreiben das standörtliche Potenzial für deren umweltverträgliche Nutzung. Die meisten Feuchtgebietsarten weisen eine weite Feuchte-Amplitude auf, haben aber (außer Rohrglanzgras) ihr Produktivitätsoptimum im nassen Bereich > Wasserstufe 4+.

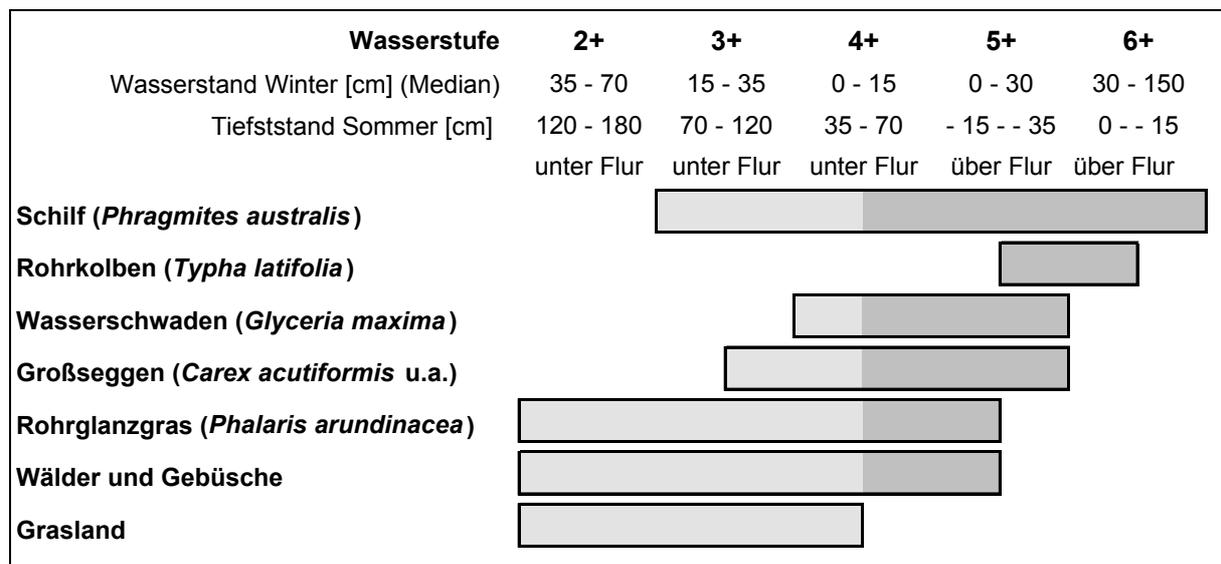


Abbildung 2: Ansprüche wichtiger Arten der Röhrichte und Riede an die Wasserversorgung. Dunkelgrau = umweltverträglich nutzbarer Feuchtebereich mit Torfbildung oder Torferhaltung (Timmermann 2003)

Mineralisierung Das Gemeine Schilf ist unter optimalen Bedingungen in der Lage, Torf zu bilden. Daran sind insbesondere die unterirdischen Pflanzenteile beteiligt. Zeugnis dafür sind mächtige Schilftorfablagerungen in verschiedenen Moortypen. Grundsätzlich ist von einer positiven Wirkung von Schilfröhrichten auf die Oberflächen- und Grundwasserqualität auszugehen (Veltj et al. 2005).

Naturschutzaspekte: Bei natürlichen Schilfröhrichten handelt es sich um geschützte Biotope. In ihren verschiedenen Ausprägungen bieten sie Lebensraum für unterschiedliche z.T. stark bedrohte Arten wie Rohrdommel, Schilf-, Teich-, Seggenrohrsänger. Natürliche Schilfröhrichte können als Lebensraum für viele Tierarten dienen (OAMV 2001). So bieten Schilfröhrichte Deckung (Rothirsch, Kegelrobbe), Nahrungsrevier (Fischotter, Iltis, Waschbär, verschiedene insektenfressende Fledermausarten) oder Rückzugsgebiete sowie Plätze für Geburt und Aufzucht (Wildschwein, Zwergmaus, Fischotter) für verschiedene Säugetierarten (OAMV 2001). Weitere Organismengruppen werden bei Ostendorp (1993) eingehend beschrieben. Die Bewirtschaftung von Röhrichten kann für verschiedene Arten negative Folgen verbunden

sein. Um Artenschutzaspekte bei einer Nutzung von Röhrichten zu berücksichtigen, ist es wichtig, Teilflächen von der Nutzung auszulassen.

In Nordwestpolen kommen etwa 50 Prozent der Westpommerschen Restpopulation des Seggenrohrsängers in Röhrichten vor, die zum Zwecke der Reetgewinnung bewirtschaftet werden. Sie kommen hier nahezu ausschliesslich in spärlich wachsenden niedrigen Schilfröhrichten vor. Die derzeit betriebene kommerzielle Schilfmahd erhält hier die Bruthabitate dieser stark bedrohten Vogelart (Tanneberger et al. 2008).

Treibhausgas-Emissionen: Das Vorhandensein von als Kurzschluss wirkenden Aerenchymen bei einigen Sumpfpflanzenarten führt zu Änderungen der Produktion, des Transfers und der Abgabe von Methan eines Standortes. Zuerst wird die Methanproduktion durch die Verfügbarkeit leicht zersetzbarer Pflanzen-Biomasse wie Wurzelrückstände und -Exsudate stimuliert (Rhizodeposition). Das in der Wurzelzone produzierte Methan wird dann durch die in der Pflanze befindlichen Wurzel-Blatt „Kurzschlüsse“ (sog. „shunts“) weitertransportiert. Diese Kurzschlüsse beruhen auf einem durch Druckunterschiede getriebenen internen Gasfluss von jüngeren Blättern zu den Rhizomen herab (O_2) und dann zurück (CH_4) über die älteren Blätter in die Atmosphäre. Auch wenn der Methanausstoß durch nach unten gerichteten Transport von Sauerstoff reduziert wird (steigende Oxidation von Methan in der Wurzelzone), sind diese Pflanzen verantwortlich für eine erhöhte Methanproduktion und für 90% des Ausstoßes dieses Methans durch die shunts (Couwenberg et al. 2008). Die Höhe der Methanbildung ist abhängig von der Verfügbarkeit leicht zersetzlicher organischer Substanz und der vorherrschenden Wasserstufe (am Höchsten bei 5+). Auch Schilfpflanzen weisen ein Aerenchym auf. Trotzdem ist durch die Umstellung eines Niedermoorstandortes von einer Bewirtschaftung, die Entwässerung erfordert, auf eine nasse Schilfwirtschaft von einer deutlichen Reduktion der Emission von Klimagasen auszugehen. Die obige Abbildung zeigt für verschiedene Feuchtgebietsarten, dass bei Wasserstufen von 4+ bis 6+ eine Torferhaltung oder sogar eine Torfneubildung möglich ist. Die Einstufung nach Treibhausgasemissionsstandorttypen (GEST's) ist leicht nach den Wasserstufen der Abbildung vorzunehmen. Danach beträgt das Treibhausgaspotenzial (GWP in CO_2 -eq./ha/a) bei Wasserstufe 4+ und 5+ 10 bis 11 t, im ganzjährig überstauten Bereich (Wasserstufe 6+) ist von 1 t CO_2 -eq./ha/a auszugehen

Wirtschaftlichkeit: Die Wirtschaftlichkeit der Abschöpfung der Biomasse aus nassen Mooren ist insbesondere von zwei Faktoren abhängig: den erzielbaren Biomasseerträgen und der Schlagkräftigkeit der einsetzbaren Technik. Auf „trockeneren“ Standorten (z.B. Wasserstufe 4+) kann weitestgehend auf die in der konventionellen Grünlandbewirtschaftung üblichen Maschinen zurückgegriffen werden. Nasse Standorte (Wasserstufe 5+/6+) erfordern dagegen an die Standortbedingungen angepasste Spezialtechnik. Werden ausreichend große Flächen bewirtschaftet, ist diese voraussichtlich kostendeckend einsetzbar.

Mögliche Erträge sind in Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt. Sie beruht auf einer umfassenden Literaturlauswertung von Quellenangaben aus Mitteleuropa (Timmermann 2003).

Tabelle 4: Produktivität von Röhrichten und Rieden

Art	Produktivität
	t · ha ⁻¹ · a ⁻¹
Gemeines Schilf (<i>Phragmites australis</i>)	3.6 .. 43.5
Rohrkolben (<i>Typha latifolia</i>)	4.8 .. 22.1
Rohrglanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i>)	3.5 .. 22.5
Großer Wasserschwaden (<i>Glyceria maxima</i>)	4.0 .. 14.9
Ufersegge (<i>Carex riparia</i>)	3.3 .. 12.0
zum Vergleich: Brachgefallenes Feuchtgrünland	6.4 .. 7.4
Intensiv-Grasland	8.8 .. 10.4

Quelle: Timmermann (2003)

Die Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens Schilfanbau wurde bisher für zwei Verwertungslinien abgeschätzt. Schäfer (1999) führte Berechnungen durch, die auf Erhebungen bei Reetwerbern im Peenetal basierten. Die Ergebnisse wurden später nochmals aufgearbeitet (Wichtmann & Schäfer 2005). Sie zeigen auch unter Berücksichtigung der Anpflanzungskosten und Investitionen in die Erntetechnik bei realistischen und optimistischen Bedingungen die Möglichkeit der Erzielung von Gewinnen. Würde demnach Niedermoorgrünland mit Schilf bepflanzt, wiedervernässt und über 20 Jahre auf einer Fläche von mindestens 60 Hektar mit einer eigens dazu angeschafften Spezialerntemaschine zur Rohrwerbung genutzt, könnte ein Gewinn erzielt werden, der im Vergleich mit anderen Nutzungsarten des Niedermoorgrünlandes deutlich besser dasteht (Tabelle 5, Wichtmann 2003).

Tabelle 5: Rentabilität des Produktionsverfahrens Qualitätsschilf

	Einheit	Szenario		
		realistisch	optimistisch	pessimistisch
Ertragsniveau	Bund/ha	375	500	250
Kosten insgesamt	€/ha	630	480	833
Erlös	€/ha	671	895	320
Gewinn/Verlust	€/ha	41	415	-515

Quelle: Schäfer (1999)

Soll die geerntete Biomasse einer Verwertung im energetischen Bereich oder als Rohstoff z.B. für die Formkörperproduktion (Wichtmann 1999a) oder für Dämmstoffe verwendet werden, kann sie in Form von Großballen nach Wintermahd eingebracht werden. Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit der Produktion von Schilfbiomasse als Energierohstoff wurden anhand von Erfahrungswerten und Literaturdaten zu ähnli-

chen halmgutartigen Energieträgern durchgeführt (Tabelle 6). Die einzelnen Kostenansätze wurden aus Literaturdaten abgeleitet und die Kosten für Arbeitserledigung mit den variablen und zuordnungsfähigen festen Kosten zusammengefasst (Wichtmann 2003). Die Erlöse müssen mindestens den Kosten entsprechen, um die Bewirtschaftung rentabel zu gestalten.

Tabelle 6: Mindesterloße für Biomasse aus der Bewirtschaftung nasser Niedermoorstandorte

	Rohrglanzgras	Schilf, Rohrglanzgras	Schilf
Ertrag (t TM/ha)	5	10	20
Kosten* (€/ha)	289	582	814
Kosten (€/t)	57,8	58,2	40,7
EU Direktzahlungen (€/ha)	300	300	300
Kosten abzügl. DZ (€/ha)	11	282	514
Kosten abzügl. DZ (€/t)**	2,2	28,2	25,7

*zuordnungsfähige fixe und variable Kosten, davon Transport/Lager/Abwicklung 15,7 €/t

**zum Vergleich:aktueller Preis für (Stroh-)Biomasse für energetische Verwertung:> 40 €/t in D bzw. 70 €/t in DK

Quelle: verändert nach Wichtmann & Schäfer (2004)

Zurzeit werden diese Ergebnisse überprüft und aktualisiert. Es zeichnet sich ab, dass sich die Bereitstellung von Schilfbiomasse bei den derzeitigen möglichen Preisen für halmgutartige Bioenergieträger von 40 € je Tonne Trockensubstanz ohne Förderung auf der Schwelle der Wirtschaftlichkeit befindet. Sind Direktzahlungen auch für Schilfflächen generierbar, wird das Verfahren attraktiver gegenüber anderen Grünlandnutzungen. Sind zusätzlich bei der Schilf-Energiebiomasseproduktion aus wiedervernässten Niedermooren keine Nutzungseinschränkungen (z.B. Rohrmahdrichlinie) zu berücksichtigen, handelt es sich voraussichtlich um ein rentables Produktionsverfahren. Bisher fehlt allerdings eine Überprüfung des Verfahrens auf Betriebsmaßstab.

5.4.2 Rohrkolbenröhrichte

Wasserhaushalt Rohrkolbenpflanzen benötigen eine 10 bis 40 cm hohe Wasserüberstauung der Fläche, wobei ein kontinuierlicher Wasserzufluss und hohe Nährstofffrachten das Wachstum fördern. Je Hektar ist ein Wasserdurchfluss von mindestens 4l/s einzuplanen (Schätzl et al. 2006).

Mineralisierung Die für Rohrkolbenbestände erforderliche hohe Wasserüberstauung verhindert eine Mineralisation, da diese vor allem bei Durchlüftung des Bodens, d.h. unter aeroben Verhältnissen stattfindet. Ein Torfabbau wird also verhindert; ob Torfbildung in Rohrkolbenbeständen stattfindet, ist allerdings nicht explizit untersucht worden. Fehlende Nachweise von *Typha* in analysierten Moorsubstraten war bisher die Grundlage der Annahme, dass *Typha* nicht moorbildend ist (Heinz, mündl. Mitt.).

Naturschutzaspekte: Rohrkolben toleriert eine jährliche Beerntung und verdrängt unter den Bedingungen einer Dauerkultur Konkurrenzpflanzen (Pfadenhauer & Heinz 2007). Aus Vegetationskundlicher Sicht sind solche Bestände demnach wenig interessant. Dagegen konnten Untersuchungen der Vögel, Amphibien und Libellen eine deutliche Zunahme der Arten und Individuen in den Rohrkolbenbeständen sowie im Umland gegenüber dem vorherigen Zustand (intensive Nutzung) nachweisen (Pfadenhauer et al. 2001).

Treibhausgas-Emissionen: Auf Versuchsflächen durchgeführte Messungen der N₂O- und CH₄-Flussraten stellten heraus, dass ein degradiertes Moorstandort eine Lachgasquelle darstellt während die überfluteten Rohrkolbenflächen als deutliche Methanquelle mit unterschiedlicher Intensität wirken. Dabei wies die degradierte Fläche eine sechsfach höhere atmosphärische Belastung auf als die überstaute Fläche (Kamp et al. 1999, Wild et al. 2001, Wild et al. 2002).

Wirtschaftlichkeit: Die Anlage eines Rohrkolbenbestandes erfolgt über Pflanzung in einer Dichte von 0,5-1 Pflanze/m². Besondere Ansprüche an den Boden bestehen nicht, allerdings ist die Ausbreitung des Rhizomsystems auf Böden mit hoher Lagerungsdichte gebremst, wodurch geringere Sprossdichten erreicht werden. Ab dem dritten Jahr nach der Pflanzung werden Erntemengen von 15-20 t/ha erreicht. Je nach Geländebeschaffenheit sind vor der Pflanzung Planierungsarbeiten erforderlich, Dämme sind aufzuschütten und Wasserzu- und Ableitungen einzurichten. Diese Investitionen schlagen je nach Geländebeziehungen mit Kosten in Höhe von 6000-13.500 €/ha zu Buche, die als Abschreibungen und Verzinsung in die jährliche Kalkulation eingehen. Die jährlichen Pflege-, Ernte- und Nutzungskosten für die Fläche betragen rund 2.500 bis 5000 €/ha. Innerhalb der Abschreibungsdauer von 10 Jahren wird mit 8,6 Ernten kalkuliert, auf die sämtliche Kosten umgelegt werden. Um diese Kosten und einen angesetzten Unternehmergewinn in Höhe von 100 €/ha zu decken, sind je Ernte Erlöse zwischen 2.900 und 5.600 €/ha (im Mittel 4.500 €/ha) erforderlich. Bei einem angenommenen durchschnittlichen Trockenmasse-Ertrag von 170 dt/ha sind demnach Erlöse zwischen 17€ und 33 €/dt notwendig. Diese Preise für Rohrkolbenblätter werden vom Verarbeiter nur dann bezahlt werden, wenn sich der daraus produzierte Dämmstoff am Markt im Segment der hochwertigen Dämmstoffe absetzen lässt. Entscheidend für die Rentabilität ist insbesondere eine über einen längeren Zeitraum gesicherte Nachfrage nach dem Ernteprodukt (Schätzl et al. 2006).

5.5 Erlenanbau

Wasserhaushalt: Die Untersuchungen im ALNUS-Projekt haben gezeigt, dass wieder vernässte Niedermoorstandorte günstige Bedingungen für das Wachstum der Erle bieten. Die für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und der Umweltverträglichkeit entscheidende Größe ist der Wasserhaushalt. Für die Erzeugung von hochwertigem Furnier- und Stammholz sind nährstoffreiche, feuchte bis mäßig feuchte Stand-

orte (Wasserstufen 3+ bis 2+) besonders gut geeignet. Auf halbnassen Standorten mit Wasserständen knapp unter Flur (Wasserstufe 4+) sind im Zusammenhang mit einer horizontalen Grundwasserbewegung ebenfalls gute Wuchsleistungen zu erwarten. Nasse Standorte (Wasserstufe 5+) mit langzeitigem bis ganzjährigem Überstau sind aufgrund geringer Zuwachsleistungen für die Wertholzproduktion eher ungeeignet.

Bodenbildung/Mineralisierung: Bei den für die Wertholzerzeugung idealen Standorten (Wasserstufen 3+ bis 2+) kommt es im aufgelockerten Oberboden zur Torfmineralisation. Die halbnassen Standorte können eine leicht positive Kohlenstoffbilanz des Bodens aufweisen oder den Erhalt des Torfkörpers zumindest weitgehend ermöglichen. Bei den häufigsten Waldtypen halbnasser Standorte (Schaumkraut-Winkelseggen-Eschen-Erlen-Wälder und Großseggen-Eschen-Erlen-Wälder) wurden Kohlenstofffestlegungsraten im Torf von bis zu $2.300 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ermittelt. Die nassen Standorte (Wasserstufe 5+) sind gegenüber dem Ausgangszustand für den Moor- und Klimaschutz günstig zu beurteilen. In den sehr nassen Erlen-Sumpfwaldtypen (Berlen-Schaumkraut-Erlen-Sumpfwald, Walzenseggen-Erlen-Sumpfwald und Wasserfeder-Erlen-Sumpfwald) wurden langfristige Torfspeicherungsraten zwischen 130 und $2.000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ organischer Substanz nachgewiesen (Schäfer & Joosten 2005).

Natuschutzaspekte: Erlenwälder sind äußerst selten und hochgradig schutzwürdig, da sie Lebensraum für eine große Zahl seltener Pflanzen und Tierarten bieten. Aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes ist eine nach Wiedervernässung und Aufforstung mit Erlen bestockte Fläche gegenüber dem Fortbestand entwässerter genutzter oder ungenutzter Moorflächen weitaus wertvoller. Es kann davon ausgegangen werden, dass die meisten seltenen und geschützten Tierarten nach Wiedervernässung ebenso gut in Erlenforsten wie in natürlich entstandenen Feuchtwäldern leben können. Insbesondere für störungsempfindliche Arten wie Kranich, Schreiadler oder Schwarzstorch dürfte eine Vermehrung von Erlenwaldflächen in Moorniederungen förderlich sein, zumal eine Bewirtschaftung nicht in der Brutzeit stattfindet.

Treibhausgas-Emissionen: Bei den feuchten bis mäßig feuchten Standorten (Wasserstufen 3+ bis 2+) werden durch Torfmineralisation klimarelevante Treibhausgase emittiert. Die Emissionsraten liegen in etwa in der gleichen Größenordnung wie bei Grasland-Niedermoorstandorten. Allerdings ist in den Erlenwäldern die Kohlenstoffbindung als temporäre C-Senke zu berücksichtigen. Bei Standorten mit einem durchschnittlichen jährlichen Grundwasserstand tiefer als 20 cm unter Flur ist davon auszugehen, dass eine Aufforstung dort keinen nennenswerten Beitrag für den Klimaschutz erbringt.

Bei den halbnassen Standorten (Wasserstufe 4+) ist es möglich, den Torfkörper weitgehend zu erhalten. Diese Standorte zeichnen sich durch eine leicht positive Kohlenstoffbilanz aus. Hier wurden Kohlenstofffestlegungsraten im Torf von bis zu 2.300 kg

2.300 kg C ha⁻¹ a⁻¹ festgestellt. Gleichzeitig kann durch das aufwachsende Derbholz bis zu 2.264 kg C ha⁻¹ a⁻¹ temporär gebunden werden.

Nasse Standorte (Wasserstufe 5+) sind für den Moor- und Klimaschutz durchweg günstig zu beurteilen. Die Torfspeicherungsraten liegen zwischen 130 und 2.000 kg ha⁻¹ a⁻¹ organischer Substanz (entspricht etwa 65 bis 1.000 kg C ha⁻¹ a⁻¹). Auch hier kann zusätzlich Kohlenstoff in der aufwachsenden Holzbiomasse temporär festgelegt werden. Nach Ertragstafel Lockow (1994) beträgt der durchschnittliche Gesamtzuwachs in der dritten Ertragsklasse im Alter 50 etwa 6 fm ha⁻¹ a⁻¹. Bei einer die Dendromasse maximierenden Nutzungsstrategie liegt die temporäre C-Senke etwa bei 1.470 kg C ha⁻¹ a⁻¹.

Wirtschaftlichkeit: Tabelle 7 zeigt, dass die Erlenholzwirtschaft betriebswirtschaftlich rentabel ist, sofern die Förderung in die Kalkulation einbezogen wird. Seit 2007 hat sich diese allerdings verringert: Die Erstaufforstungsprämie wird nicht mehr für 20 Jahre, sondern nur noch für höchstens sechs Jahre gewährt. In der Modellkalkulation wird der Bodenerwartungswert für zwei verschiedene Varianten berechnet. Bei Variante 1 wird bei der Bestandesbegründung normales Vermehrungsgut verwendet. Außerdem werden eine Kosten minimierende waldbauliche Pflege, sowie ein wüchsiger Standort angenommen. Der Furnierholzanteil wird konservativ mit 10% geschätzt. Die erntekostenfreien Holzerlöse betragen bei einem Produktionszeitraum von 65 Jahren 12.960 EUR ha⁻¹. Bei Variante 2 wird bei der Pflanzung geprüftes Vermehrungsgut verwendet sowie beste waldbauliche Pflege und ein sehr wüchsiger Standort unterstellt. Bei dieser Variante wird von einem Furnierholzanteil mit 50% gerechnet. Bei einem Produktionszeitraum von 65 Jahren können erntekostenfreie Holzerlöse in Höhe von 23.200 EUR ha⁻¹ erreicht werden.

Tabelle 7: Betriebswirtschaftliche Rentabilität der Erlenholzproduktion

	Bodenerwartungswert	
	Zinssatz i = 3 % p.a.	Zinssatz i = 2 % p.a.
	EUR ha ⁻¹ a ⁻¹	
Variante 1	-133	-72
Variante 2	-81	6
Förderung (Ewige Rente)	158	108
Variante 1 (m. Förderung)	25	36
Variante 2 (m. Förderung)	77	114

Quelle: Eigene Berechnungen nach Schäfer & Joosten 2005

5.6 Anbau von Amerikanischer Heidelbeere (*Vaccinium corymbosum*) und Großfrüchtiger Moosbeere (Cranberry) (*Vaccinium macrocarpon*)

Wasserhaushalt: Der Cranberry Anbau erfordert ein höchstes Maß an Möglichkeiten, das Wasserregime der Flächen zu steuern (Rancourt 2009). In der Regel werden die Flächen mit hohen Deichen und Wasserregulationsvorrichtungen versehen, die im Laufe der Vegetationsperiode ein den jeweiligen Anforderungen angepasstes Wassermanagement ermöglichen. Eine konstante Wasserzufuhr zum Zwecke der Bewässerung, des Frostschutzes und teilweise für die Ausbringung von Düngern und Pestiziden über Sprengelanlagen ist notwendig. Zur Ernte werden die Flächen geflutet, was zum Abreißen der Beeren führt, und die aufschwimmenden Früchte werden mit dem Hubschrauber am Feldrand zusammengeschoben und manuell abgeschöpft. Flächen, die nicht geflutet werden können, werden als unprofitabel angesehen (University of Massachusetts 2008).

Bodenbildung/Mineralisierung: Durch die intensive Wasserstandsdynamik ist von hohen Torfmineralisierungsraten auszugehen. Insbesondere die Flutung kann zu Stoffausträgen durch Oberflächenabfluss führen (DeMoranville 2006, Howes & Teal 1995).

Naturschutzaspekte: Als naturschutzfachlich problematisch wird der Anbau der als Neophyt zu bezeichnenden Kultur-Heidelbeere betrachtet. So geht von zahlreichen Plantagen in Niedersachsen eine Verwilderung aus, die in Mooren und Kiefernforsten zu Vegetationsveränderungen führt (Kowarik 2003). Durch die Ausbildung geschlossener Strauchschichten oder durch breite Einzelexemplare kommt es zu Ausdunklungseffekten, die lokal moortypische, z.T. gefährdete Arten betreffen können (Schepker et al. 1997). Vergleichende Kartierungen aus 1994 und 2001 zeigen, dass die Verwilderungen in Niedersachsen eine räumliche Ausbreitung erfahren haben. Die Zunahme der Verwilderungsfläche an den untersuchten Standorten betrug im Durchschnitt aller untersuchten Flächen 44%. Die maximalen Abstände von Verwilderungen zu Plantagen waren z.T. deutlich erhöht. Bestehende Empfehlungen für Mindestabstände von 3 km zwischen Kulturplantagen und potenziell verwilderungsgerechten Biotopen werden schlussfolgernd als nicht ausreichend erachtet (Schepker 2001).

Treibhausgas-Emissionen: Aufgrund der erforderlichen hohen Wasserstandsdynamik, insbesondere Flutung zur Ernte der Cranberries, ist von sehr hohen Treibhausgas-Emissionen (v.a. CH₄) auszugehen. Nach Einschätzungen über GEST entsprechen die Emissionen denen einer überfluteten Ernte (Wasserstufe 6+) und können bis zu 85 t CO₂-eq./ha/a betragen (Couwenberg et al. 2008).

Wirtschaftlichkeit: Da Heidelbeeren und Cranberries als Dauerkulturen angebaut werden, erfordern sie hohe Anfangsinvestitionen. In einer Beispielrechnung (Görgens und Entrup 2000) wurde ermittelt, dass bei durchschnittlicher Bestandes- und Er-

tragsentwicklung einer Kulturheidelbeeranlage mit 2.500 Sträuchern/ha und Erträgen in Höhe von 70dt/ha erst nach 13 Jahren Gewinne erzielt werden. Dabei wurden die in Tabelle 8 aufgeführten Daten für die Anlage eine Heidelbeerplantage zu Grunde gelegt. Für die Ernte der Beeren sowie deren Sortierung, Verpackung und Lagerung wird mit Kosten in Höhe von 165 €/dt kalkuliert. Dem stehen Erlöse in der Größenordnung von 275 €/dt gegenüber (Görgens & Entrup 2000).

Tabelle 8: Kosten einer Heidelbeeranlage

Position	Kosten in €
Anlage	19.000
Frostschutzberegnung	5.000
Tropfbewässerung	3.000
Zaun	1.750
Bodenvorbereitung	2.100

Quelle: Görgens & Entrup (2000)

Je nach Lebensdauer der Anlage (20-25 Jahre) errechnen sich mittlere jährliche Renten zwischen 1580 und 2070 €/ha. Eine pessimistische Berechnungsvariante mit Erträgen von 50 dt/ha und einer Lebensdauer der Anlage von 20 Jahren kommt zu dem Ergebnis, dass unter diesen Bedingungen kein rentabler Heidelberanbau möglich ist. Grundvoraussetzung für die Wirtschaftlichkeit dieser Spezialkultur ist ein geeigneter Standort und entsprechendes Management (Görges & Entrup 2000).

5.7 Andere Nutzungen

Die Beurteilung von Bodenbildung/Mineralisierung, Treibhausgas-Emissionen und Naturschutzaspekten ist insbesondere von dem Wasserhaushalt des Standortes abhängig. Allein die Wirtschaftlichkeit kann davon ganz unabhängig auf verschiedenen weiteren Parametern beruhen (Subventionen, Produkterlösen etc.).

So ist eine auf entwässertem Niedermoor eingerichtete Kurzumtriebsplantage zur Gewinnung von Holzhackschnitzel zur thermischen Verwertung entsprechend der eingestellten mittleren Wasserstände einzuordnen. Pappel- und Weidenplantagen, die niedrige Wasserstände erfordern, könnten lediglich aus wirtschaftlicher Sicht interessant sein. Handelt es sich bei den verwendeten Pflanzenarten z.B. um Gehölze, die bei Wasserstufe 4+/5+ gute Erträge liefern (Grauweide, Erle), ist eine solche Kurzumtriebsplantage voraussichtlich aus Sicht des Klimaschutzes positiv zu bewerten. Zu möglichen Erträgen auf Moorstandorten verschiedener Wasserstufen liegen keine Untersuchungsergebnisse vor.

Selbst ohne Verwertungskonzepte für die Biomasse können im Rahmen von Naturschutzverträgen durchgeführte Pflegemaßnahmen auf naturschutzfachlich wertvollen Niedermoorflächen für den Bewirtschafter kostendeckend oder gewinnbringend sein.

6 Zusammenfassende Darstellung der Auswirkungen der Nutzungsformen

Die verschiedenen Bewirtschaftungsformen korrespondieren mit unterschiedlichen Optimalwasserständen. So ist eine Befahrung mit schwerem Gerät und üblicher Bearbeitung auf Wasserstände von mindestens 60 bis 70 cm unter Flur angewiesen. Müssen diese bereits im zeitigen Frühjahr erreicht sein, kann bei unzureichendem Wasserdargebot über Sommer der Wasserspiegel bis deutlich unter 120 cm unter Flur fallen. Sicherlich ergibt sich aufgrund unterschiedlicher Situationen auf verschiedenen Standorten eine größere Amplitude der mittleren Wasserspiegel. In Abbildung 3 wird z.B. für eine ackerbauliche Bewirtschaftung ebenso wie für die Intensive Saatgraslandwirtschaft ein Bereich von durchschnittlich -50 cm bis -140 cm unter Flur angenommen. Diese erforderlichen Wasserstände sind nach der Einstufung in Treibhausgas-Emissions-Standorttypen mit der Emission von mindestens 25 t CO₂-eq./ha/a verbunden.

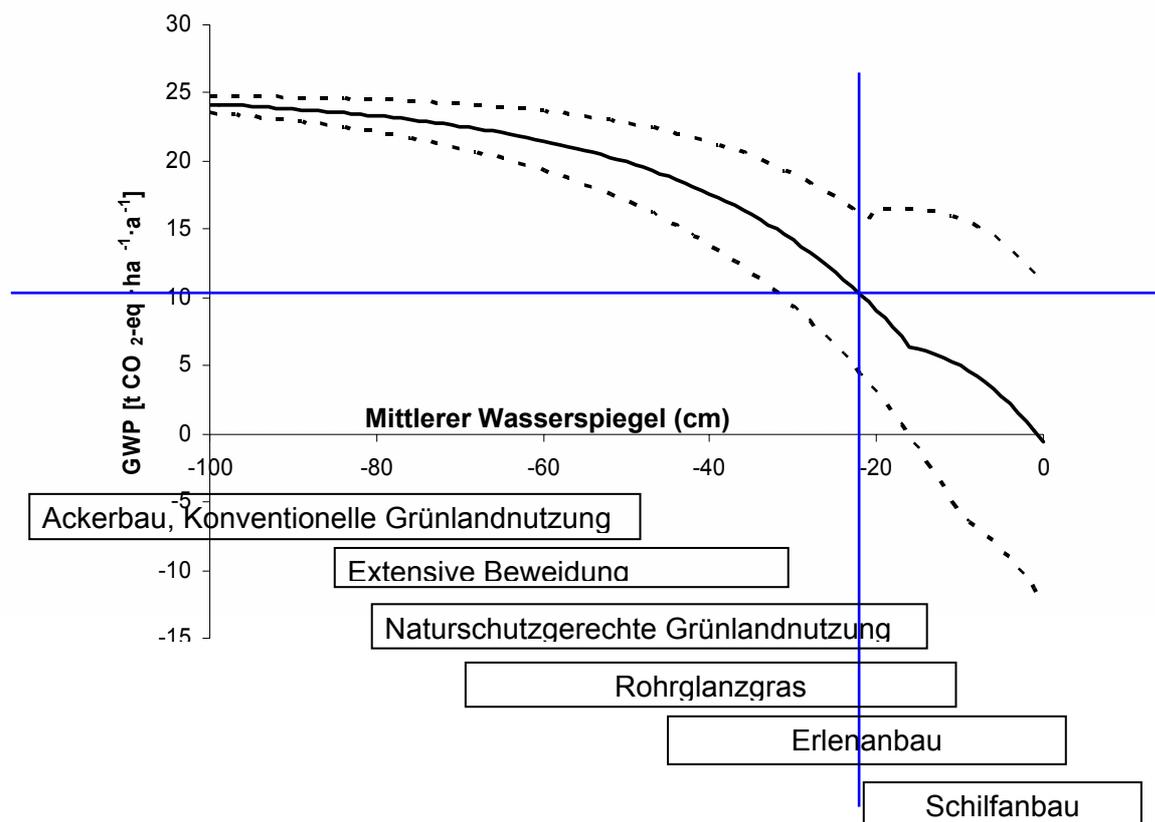


Abbildung 3: Treibhausgaspotenzial (GWP) pro Hektar Moorfläche, Summe aus Kohlenstoffdioxid und Methan, ohne N₂O, in Abhängigkeit vom mittleren Wasserspiegel und Zuordnung verschiedener Nutzungsformen (verändert nach Couwenberg et al 2008).

Eine extensive Beweidung kann ggf. bei mittleren Wasserständen von 30 cm unter Flur beginnen, wird aber auch bei deutlich tieferen mittleren Wasserständen von >80 cm durchgeführt. Die Emissionen können hier, je nach tatsächlich feststellbarem mitt-

leren Wasserstand, zwischen 15 und 25 t CO₂-eq./ha/a liegen. Nur mit den nasseren Formen der Rohrglanzgrasröhrichte und des Erlenanbaus sowie mit den meisten Formen der Schilfproduktion können im Vergleich zur intensiven Grünlandwirtschaft Entlastungen der Atmosphäre durch eine Reduktion der Treibhausgase von mindestens 15 t CO₂-eq./ha/a erreicht werden.

Anhand dieses Beispiels zur Einschätzung der Klimawirksamkeit wird deutlich, dass präzise Beurteilungen der Nutzungsformen nur möglich sind, wenn die genaueren Standorts- und Nutzungsbedingungen vor Ort bekannt sind. Die in vorliegender Studie getroffenen Einschätzungen bleiben deshalb auf einem allgemeineren Niveau, das lediglich eine fünfstufige Skala beinhaltet und eher die Relationen verdeutlicht, als auf konkrete Werte eingeht. Die Skala umfasst zwei Negativwerte (-- und -), einen Neutralwert (0) sowie zwei Positivwerte (++). Die betrachteten Nutzungsformen werden zunächst einzeln (Abb. 4 bis 9) und dann in einer Gesamtübersicht (Abbildung 10) hinsichtlich ihrer Wirkung auf die ausgewählten Parameter eingestuft.

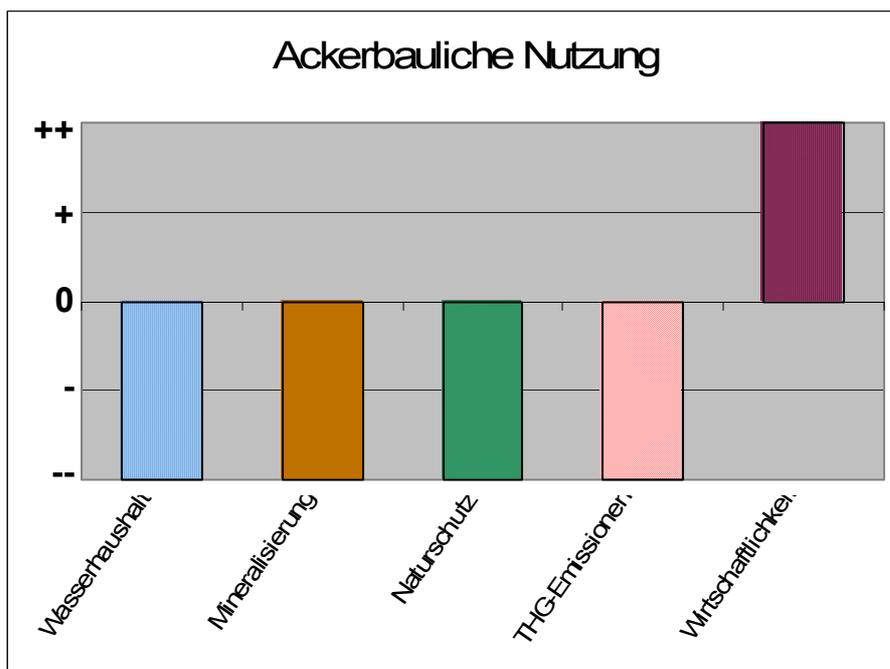


Abbildung 4: Relative Beurteilung der ackerbaulichen Nutzung anhand ausgewählter Parameter (++ sehr positiv, + positiv, 0 neutral, - negativ, -- extrem negativ)

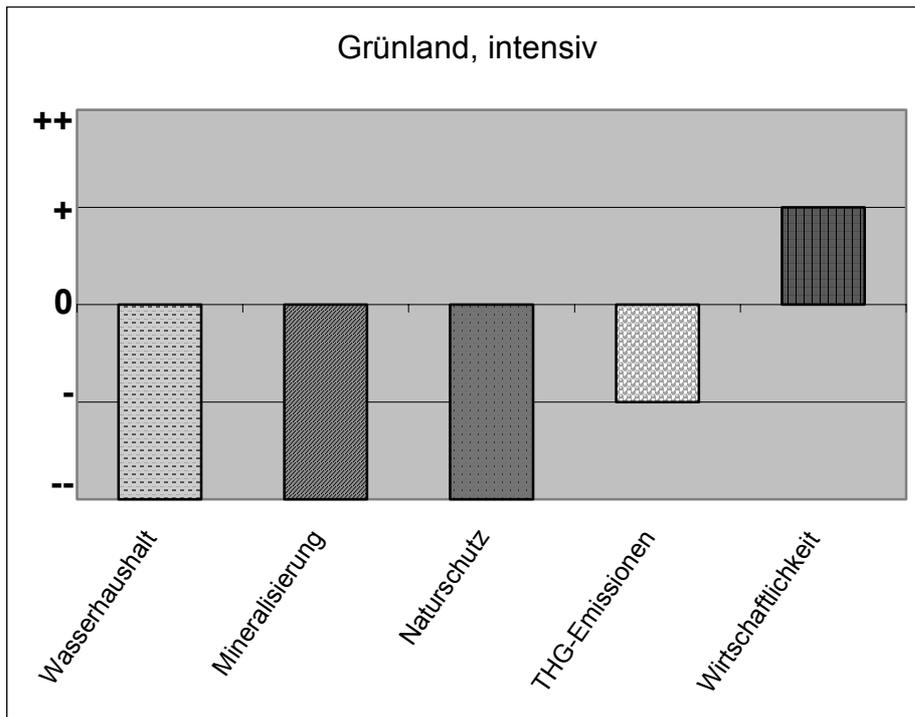


Abbildung 5: Relative Beurteilung intensiver Grünlandnutzung anhand ausgewählter Parameter (++ sehr positiv, + positiv, 0 neutral, - negativ, -- extrem negativ)

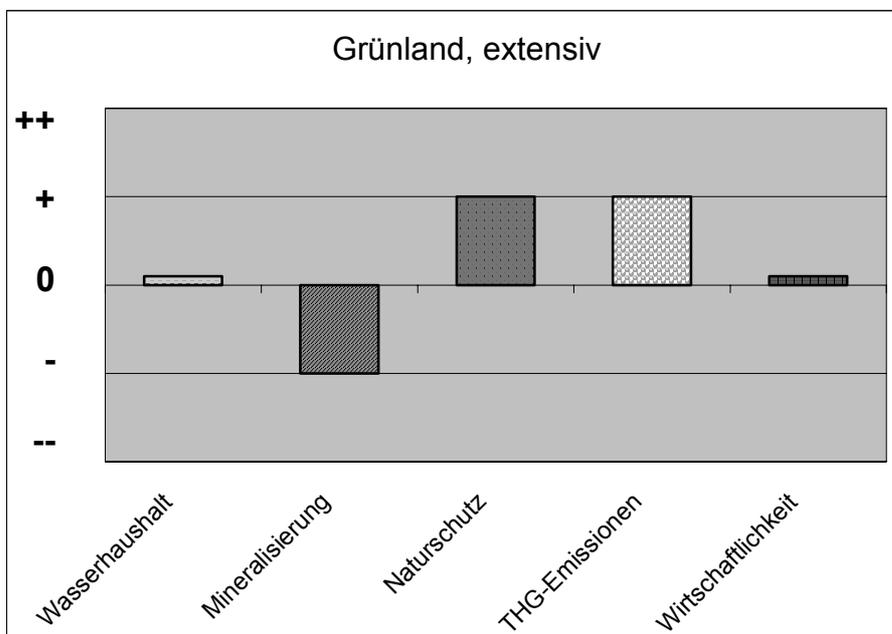


Abbildung 6: Relative Beurteilung extensiver Grünlandnutzung anhand ausgewählter Parameter (++ sehr positiv, + positiv, 0 neutral, - negativ, -- extrem negativ)

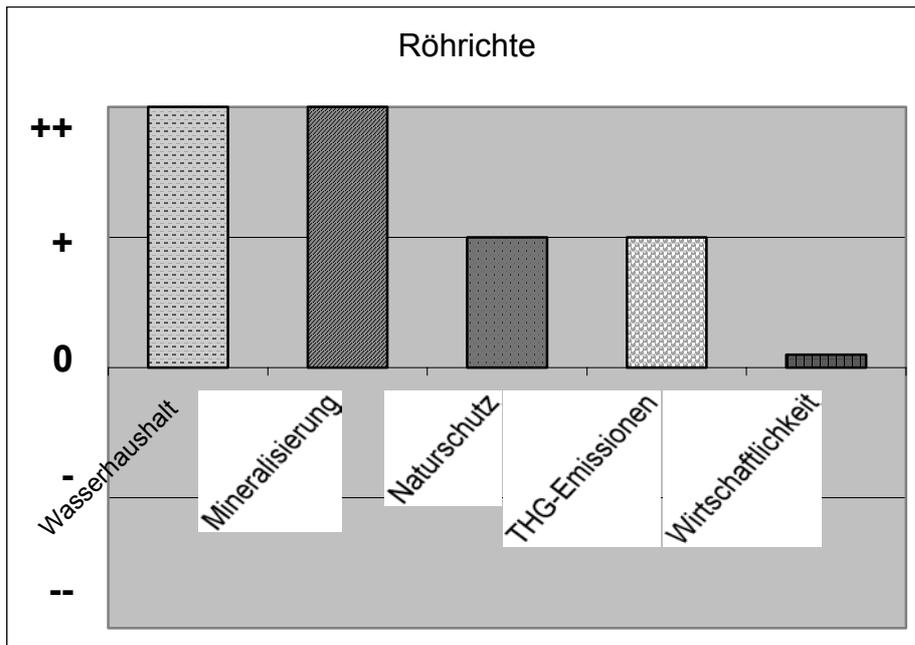


Abbildung 7: Relative Beurteilung von genutzten Röhrichten anhand ausgewählter Parameter (++ sehr positiv, + positiv, 0 neutral, - negativ, -- extrem negativ)

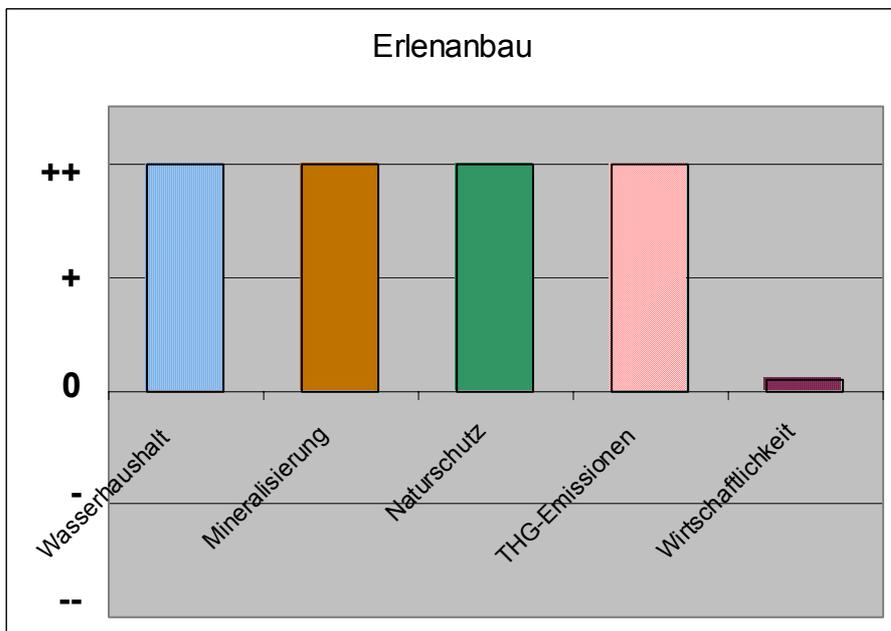


Abbildung 8: Relative Beurteilung von Erlenanbau anhand ausgewählter Parameter (++ sehr positiv, + positiv, 0 neutral, - negativ, -- extrem negativ)

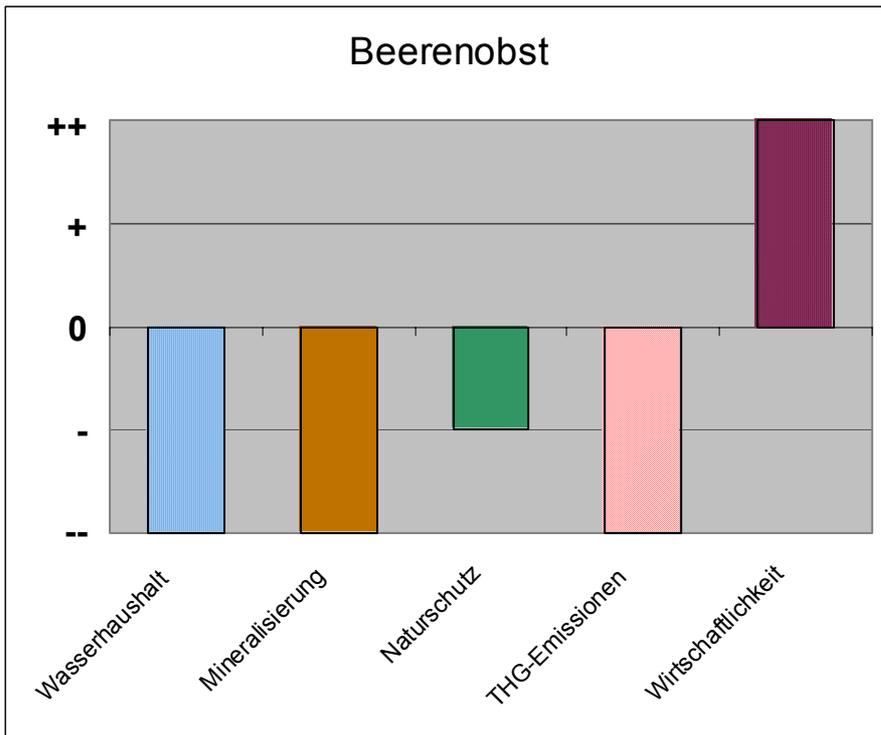


Abbildung 9: Relative Beurteilung des Anbaus von Kulturheidelbeeren und Cranberries anhand ausgewählter Parameter (++ sehr positiv, + positiv, 0 neutral, - negativ, -- extrem negativ)

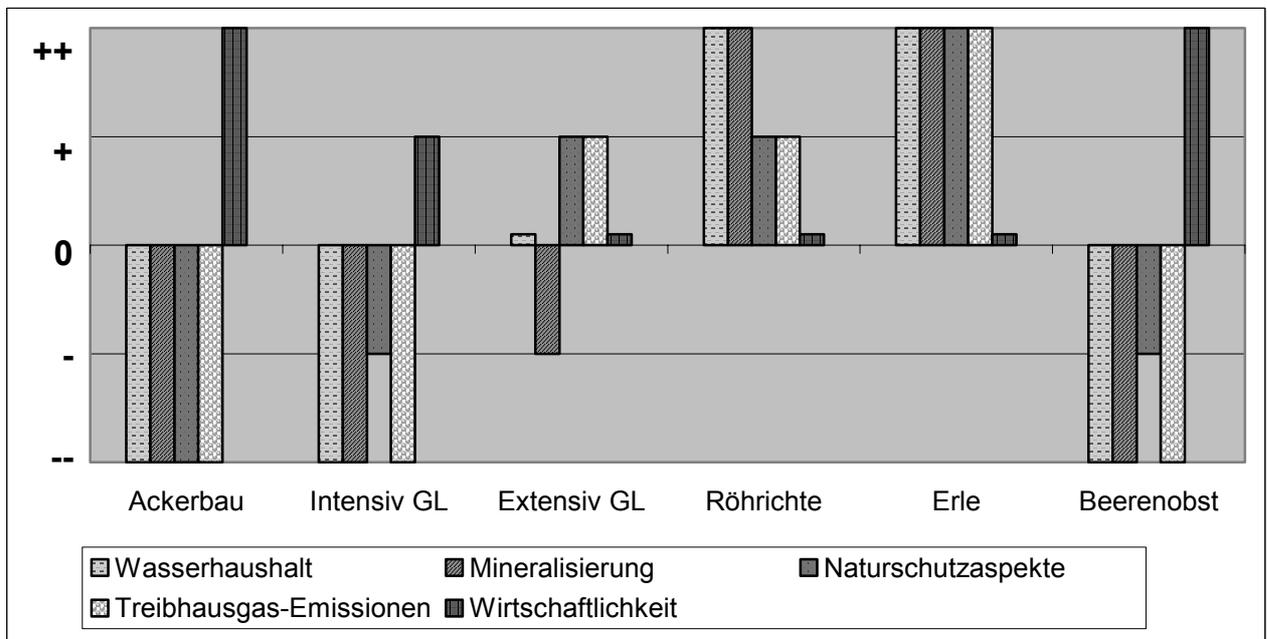


Abbildung 10: Beurteilung der Nutzungsvarianten auf Niedermoor anhand ausgewählter Parameter (++ sehr positiv, + positiv, 0 neutral, - negativ, -- extrem negativ)

Aus den Abbildungen wird ersichtlich, dass die Nutzungsformen, die aus betriebswirtschaftlicher Sicht am vorteilhaftesten zu beurteilen sind, nämlich die ackerbauliche Nutzung und die Erzeugung von Beerenobst (hier: Heidelbeeren und Cranberries) hinsichtlich der anderen (ökologischen) Parameter deutlich negativ zu bewerten sind. Bei der Grünlandnutzung zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen der intensiven und der extensiven Variante, wobei insbesondere letztere je nach Ausrichtung differenziert zu betrachten ist. Bei angehobenen Wasserständen muss die Beurteilung hinsichtlich des Wasserhaushaltes und der Mineralisierung positiver ausfallen, stärkere Entwässerung beeinflusst das Ergebnis entsprechend in die andere Richtung. Da die Darstellung der Wirtschaftlichkeit keine finanziellen Fördermöglichkeiten berücksichtigt, fällt die wirtschaftliche Beurteilung der extensiven Grünlandnutzung eher schwach aus. Unter Einbeziehung der Prämien für naturschutzgerechte Grünlandnutzung bzw. Ökolandbau, würde sich ein positiveres Bild ergeben.

Deutlich vorteilhaft schneiden die beiden Paludikulturen ab, vor allem der Anbau von Erlen zur Wertholzproduktion. Würden hier sämtliche Fördermöglichkeiten (z.B. Erstaufforstung) berücksichtigt, ergäbe sich auch wirtschaftlich gesehen ein noch besseres Bild. Für Röhrichte existieren bisher jedoch keinerlei Möglichkeiten, landwirtschaftliche Prämien zu gewähren, da solche Flächen nicht als landwirtschaftliche Nutzflächen anerkannt werden.

Die Beurteilung des Beerenobstanbaus fällt ähnlich aus wie die der ackerbaulichen Nutzung mit deutlich positiven Ergebnissen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, aber sehr negativen Umwelteinflüssen. Der Anbau von Beeren erfordert sehr spezielle Standortbedingungen, die in Mecklenburg-Vorpommern natürlicherweise nicht vorkommen. Die notwendigen Eingriffe in den Standort sind noch intensiver als bei Ackerkulturen auf Mooren. Aus diesem Grund sollte der Anbau von Cranberries und Heidelbeeren für Niedermoore nicht in Erwägung gezogen werden.

7 Datengrundlage und Vorüberlegungen zur Potenzialschätzung

7.1 Moorkataster

Als Grundlage für die flächenmäßige Einschätzung der Nutzungspotenziale der Niedermoore Mecklenburg-Vorpommerns dient vor allem das bestehende digitale Moorkataster des Landes, welches auf der Moorflächenkartierung durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie basiert. Es wurde im Zuge der Erarbeitung des Moorschutzkonzeptes in den 1990er Jahren bearbeitet und beruht auf einem vereinfachten Erfassungs- und Bewertungsschema für Moore, das sowohl vorhandene Unterlagen genutzt, als auch Daten im Gelände überprüft und neu erhoben hat. Wie aus Abbildung 11 ersichtlich wird, finden sich die größten zusammenhängenden Moorflächen in den Flusstälern im Osten und Nordosten des Landes.

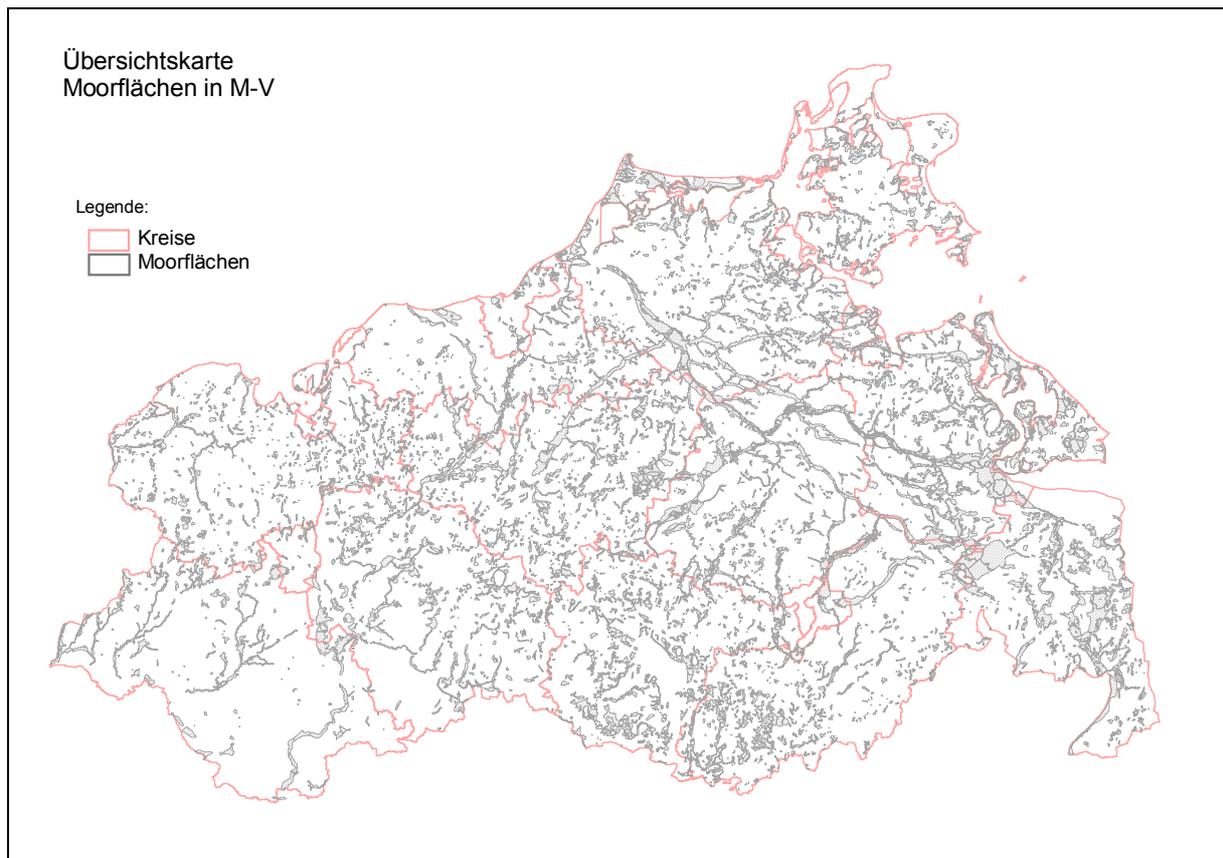


Abbildung 11: Verteilung der Moorflächen in Mecklenburg-Vorpommern (MLUV 2008)

Im Ergebnis der Moorübersichtskartierung zeigte sich, dass 62 % der Moore stark entwässert sind und über 98 % Degradationen des Torfes (Vererdungen und Vermulmungen) aufweisen. Lediglich der Entwässerungszustand der Moore in den Wäldern wurde als vergleichsweise günstig beurteilt, da hier 14 % der Waldmoore unentwässert und 56 % als mäßig entwässert eingestuft wurden.

Da im Rahmen der Erstellung des Moorkatasters nicht alle Flächen neu untersucht bzw. besichtigt wurden, ist v. a. bei der Bewertung der Torf-Degradation davon auszugehen, dass die Situation im Gelände negativer ist, d.h. der Anteil vermulmter Standorte deutlich höher liegt, als in der Übersichtserfassung ausgewiesen (Lenschow 2003).

Vor diesem Hintergrund können die Aussagen zu Nutzungspotenzialen nur näherungsweise erfolgen und bedürfen im Einzelfall einer Einschätzung vor Ort. Für die Etablierung von moorschonenden Paludikulturen kommen beispielsweise nur Standorte in Betracht, die über ein ausreichendes Wiedervernässungspotenzial verfügen. Als wesentliche Grundlage der Wiedervernässung ist u.a. die Mächtigkeit und Durchlässigkeit des torfigen Untergrundes zu nennen. Bei stark degradierten, vermulmten Standorten kann eine Wiedervernässung wegen gestörter Wasserleitfähigkeit durchaus scheitern. In diesem Fall ist eine ausreichende Wiedervernässung nur durch lang

anhaltenden Überstau möglich, was wiederum nur bei ausreichender Wasserversorgung oder bei einer mittleren Lage der Oberfläche unter Vorflutniveau zu erreichen ist.

7.2 Hydrologische Daten

Die Beurteilung des Wiedervernässungspotenzials bedarf vor allem der Information über die potenziellen Grundwasserstände. Hierfür ist es notwendig, das Wasserdargebot zu kennen und Möglichkeiten der Wasserzufuhr aus dem Einzugsgebiet einzuschätzen. Ausgehend von den hydroklimatischen Randbedingungen (mittlere Niederschläge, potenzielle Verdunstung) wurde für die Niedermoore Nordostdeutschlands in den 1990er Jahren eine klimatische Wasserbilanz erstellt. Im Zusammenhang mit den Einzugsgebietszuflüssen ergaben sich daraus großgebietliche Bilanzierungen, die allerdings mögliche Wassernutzungen durch andere Interessengruppen im Einzugsgebiet vernachlässigten. Im Ergebnis ließ sich für die östlichen Landesteile eine geringere Eignung zur Wiedervernässung festhalten (Dietrich 2003). Für die Beurteilung auf kleinerer Ebene sind weitere Wasserhaushaltsparameter des jeweiligen Niedermoorgebietes zu berücksichtigen, die im Wesentlichen von den Standortverhältnissen abhängen. Dies unterstreicht die bereits erwähnte eingeschränkte Aussagekraft zu den Nutzungspotenzialen auf Landesebene, die die exakten Möglichkeiten der Wiedervernässung auf regionaler Ebene und für einzelne Flächen nicht berücksichtigen kann. Hierfür müsste die vorhandene Karte der Isohypsen des Grundwasserstandes, welche den Ist-Zustand abbildet, in eine Karte der potenziellen Grundwasserstands-Isohypsen abgewandelt werden.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass mit der Entwässerung der Niedermoore für die landwirtschaftliche Nutzung in die ursprünglichen Fließwege oft so stark eingegriffen wurde, dass heute von deutlich veränderten Standortverhältnissen ausgegangen werden muss. Ein partieller Rückbau von Entwässerungsanlagen allein garantiert deshalb noch keinen Vernässungserfolg. Vielmehr sind bei jedem Vernässungsvorhaben detaillierte Vorbereitungen zur Entwicklung geeigneter Vernässungsstrategien notwendig (Dietrich et al. 2001).

7.3 Feldblockkataster

Als weitere Datengrundlage kann auf das digitale Feldblockkataster zurückgegriffen werden, welches für die Unterstützung der Antragstellung von Agrarfördermitteln und deren Kontrolle entwickelt wurde und seit 2005 zum Einsatz kommt. Es enthält die aus Luftbildern digitalisierten Feldblöcke, das sind zusammenhängende landwirtschaftlich nutzbare Flächen mit (relativ) dauerhaften Außengrenzen. Sie können von einem oder mehreren Erzeugern bewirtschaftet, mit einer oder mehreren Früchten bestellt oder stillgelegt werden. Grünland und Acker liegen in jedem Fall in getrennten Feldblöcken, welche zudem laufend aktualisiert werden.

Aus der Verschneidung des Feldblockkatasters mit dem Moorkataster wird die aktuelle Situation der Niedermoornutzung ersichtlich. Demnach befinden sich 140.000 ha Niedermoorfläche (rd. 50 %) in Grünlandnutzung, rd. 34.000 ha (12 %) werden ackerbaulich genutzt (vgl. Abbildung 12 und Abbildung 13).

Aus der Datenverschneidung lassen sich leider keine eindeutigen Aussagen über die weiter differenzierte Art der Nutzung (z.B. Umfang der naturschutzgerechten Grünlandnutzung) ableiten, da zwar für den Feldblock die Nutzungsarten vermerkt, diese aber nicht im Feldblock flächenmäßig abgegrenzt sind. Nur wenn dem Feldblock eine einheitliche Nutzungsart zugeordnet ist, kann diese mit Sicherheit auch der im Feldblock liegenden Moorfläche zugeordnet werden. Im Fall mehrerer Nutzungsarten innerhalb eines Feldblockes ist ungewiss, welche Nutzungsart für die Moorfläche zutrifft.

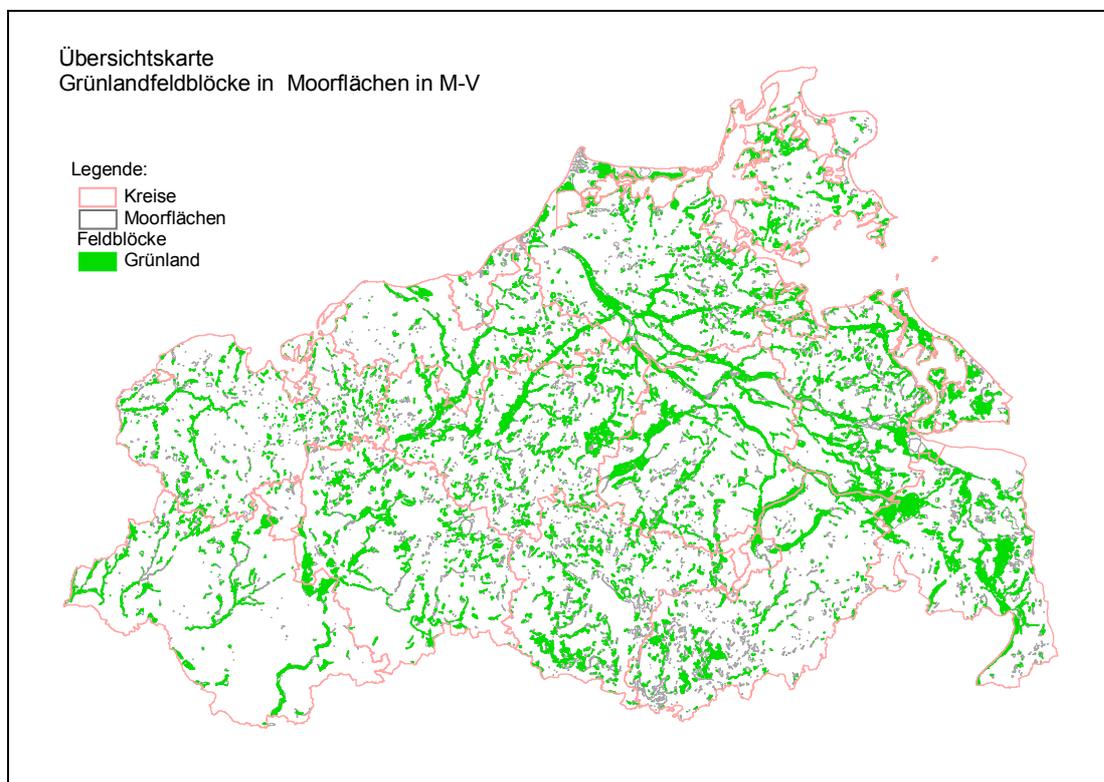


Abbildung 12: Verteilung der Grünlandnutzung auf Niedermoorflächen (MLUV 2008)

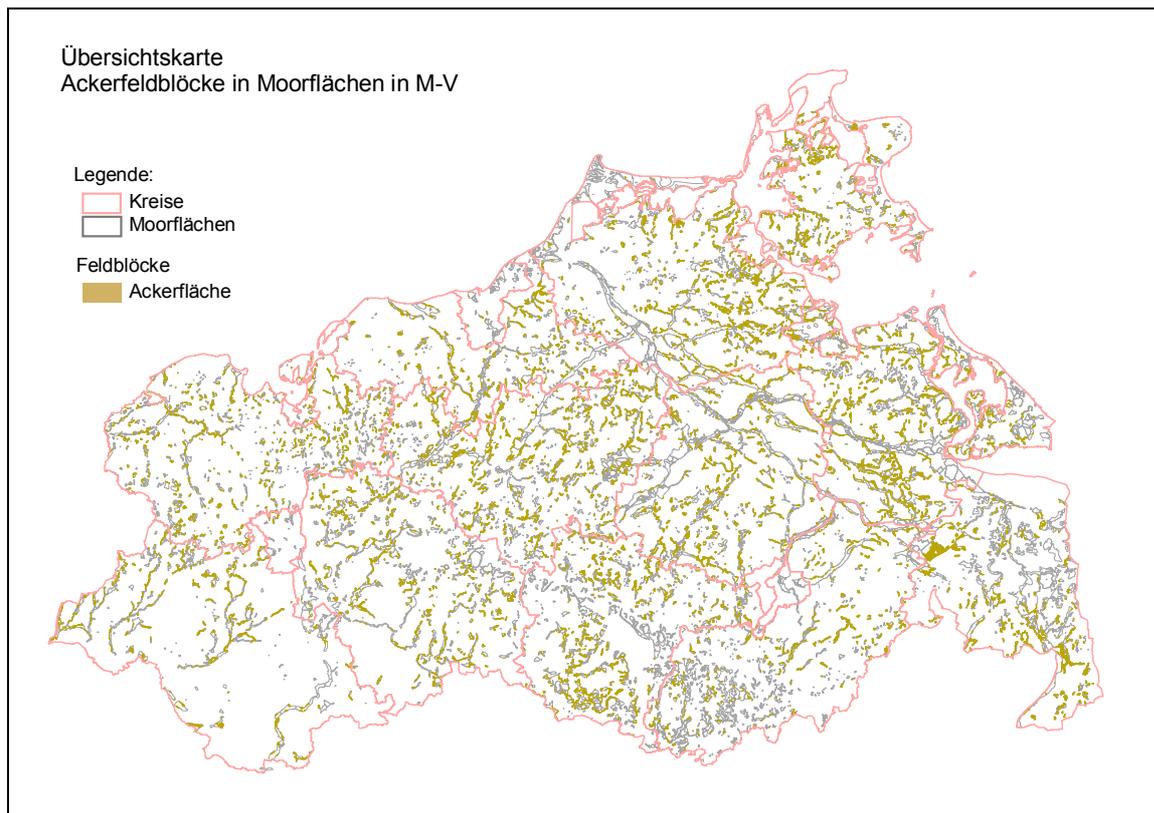


Abbildung 13: Verteilung der Ackernutzung auf Niedermoorflächen (MLUV 2008)

8 Anwendbarkeit und Potenziale der verschiedenen Nutzungsformen

Bisher existieren neben der Nutzungsaufgabe und der reinen Pflegenutzung auf dafür vorgesehenen Flächen vor allem solche landwirtschaftlichen Nutzungsformen auf Niedermoor, die in die herkömmlichen Betriebsstrukturen eingepasst sind. In der Regel nutzen viehhaltende Betriebe die Standorte zur Futtererzeugung auf intensive oder extensive Weise. Alternative Verfahren wie die Röhrichtnutzung oder der Erlenanbau existieren bisher nur auf Erprobungsstandorten bzw. in natürlichen Röhrichten oder langfristig aufgelassenen nassen Standorten (vorwiegend stoffliche Verwertung).

Um für Mecklenburg-Vorpommern Moorgebiete mit unterschiedlichen Entwicklungszielen auszuweisen und diesen verschiedene potenzielle Nutzungsvarianten zuzuordnen, wäre ein Verfahren denkbar, dass für einzelne Niedermoore entwickelt wurde (vgl. Kretschmer et al. 2001) und modifiziert auf Landesebene Anwendung finden müsste. Hierbei werden, ausgehend von einer naturräumlichen und nutzungsbedingten Einteilung in Teilflächen, diese einer Analyse und Bewertung nach verschiedenen Kriterien unterzogen. Anschließend erfolgt die Zuordnung von Eignungsklassen für verschiedene Parameter (Vernässbarkeit, Moorbodenschutz, Biotop- und Arten-

schutz, landwirtschaftliche Nutzung), aus der sich Zonen mit unterschiedlicher Vorrangbeurteilung ableiten lassen (vgl. Abbildung 14).

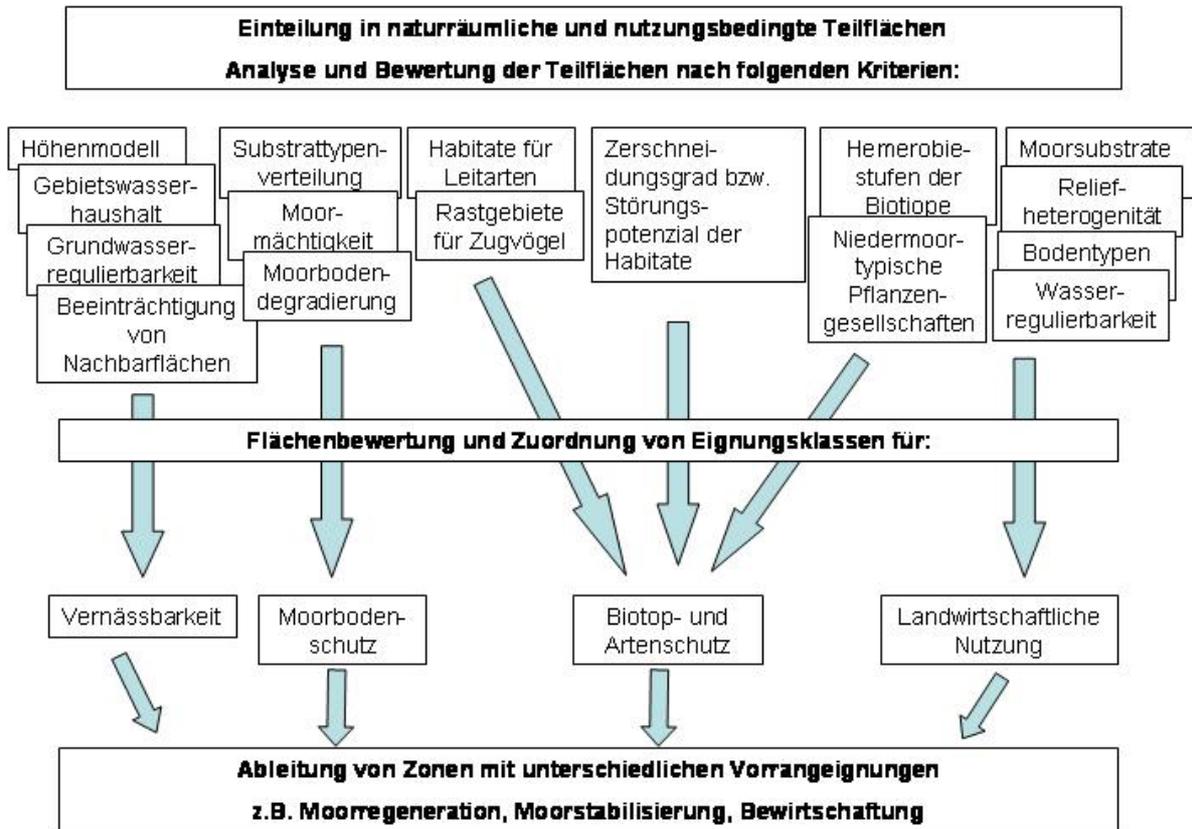


Abbildung 14: Entwicklung einer Moorflächenzonierung nach Kretschmer et al. 2001, verändert

Das Verfahren setzt allerdings umfangreiche vorhandene Daten voraus, die mit Hilfe eines geografischen Informationssystems verschnitten werden können.

Aktuell wird von einer Arbeitsgruppe an der Humboldt-Universität Berlin an einem Entscheidungs-Unterstützungs-System (Decision Support System, DSS) gearbeitet, das zunächst für eine Anwendung auf die Waldmoore in Brandenburg ausgerichtet ist (Zeit et al. 2008, Abbildung 15).

Dem DSS soll darüber hinaus auch die Funktion einer Informations- und Partizipationsplattform zukommen. Als potenzielle Anwender- und Zielgruppen des DSS werden sowohl die mit der Vorbereitung und Umsetzung von Waldmoor-Managementmaßnahmen betrauten Stellen in Umweltverwaltungen (Ministerien und Fachbehörden der Länder, untere Naturschutzbehörden etc.), Forstverwaltungen, Ingenieur- und Planungsbüros und Umweltverbänden als auch die privaten und kommunalen Waldeigentümer angesehen (Meier & Hasch 2007).

Auch nasse Erlenwälder können berücksichtigt werden. Eine Übertragung auf offene Niedermoore ist möglich. Allerdings müsste das DSS noch um weitere nasse Bewirtschaftungsvarianten erweitert werden.

Da die Datengrundlage für ein komplexes Entscheidungssystem zurzeit nicht ausreichend ist, werden im Folgenden einige grundlegende Aussagen zu den Nutzungsvarianten in Mecklenburg-Vorpommern getroffen.

8.1 Schutz und Pflege von Moorflächen

Anhand des Moorkatasters als Einschätzungsgrundlage für den ökologischen Zustand der Moorflächen lassen sich 8.100 ha nahezu intakte Moorflächen ausweisen, die uneingeschränkt dem gesetzlichen Biotopschutz unterliegen und zwischenzeitlich auch neu erfasst wurden. Für diese Flächen stehen weiterhin Schutz und Erhalt an oberster Stelle. Gleiches gilt für die 19.000 ha nicht oder nur schwach entwässerter waldbestockter Moore, die ebenfalls über § 20 LNatSchG geschützt sind.

8.2 Ackerbauliche und intensive Grünlandnutzung

Grundsätzlich ist eine intensive Nutzung auf Moorböden nicht nachhaltig, da die hierfür notwendige Grundwasserabsenkung zu Torfabbau führt und damit den Moorböden zerstört. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Belüftung des Bodens aufgrund der Bodenbearbeitung im Rahmen ackerbaulicher Nutzung sowie bei einer Grünland-Narbenerneuerung. Lediglich pfluglose Bodenbearbeitung bzw. umbruchlose Direktsaat von Grünland kann letzteren Effekt leicht mindern. Nach gesetzlichen Regelungen (§ 17 BBodSchG, § 5 BNatSchG) entspricht eine intensive Nutzung auf Moorstandorten nicht der guten fachlichen Praxis, da sie weder standortangepasst ist, noch die Bodenstruktur und den standorttypischen Humusgehalt erhält.

Die Beurteilung im Einzelfall sollte jedoch nicht anhand des Moorkatasters erfolgen, da davon auszugehen ist, dass an vielen Standorten aufgrund der langjährigen intensiven Nutzung die Degradation und Torfzehrung bereits so weit fortgeschritten sind, dass die Böden gar nicht mehr als Moorböden anzusprechen sind. Dies trifft vor allem auf die flachgründigen Moore zu, deren Verluste sich in relativ kurzen Zeiträumen vollziehen können, da unter Ackernutzung mittlere Torfabbauwerte von 2 cm pro Jahr angegeben werden.

Da die intensive Nutzung von Niedermooren noch in erheblichem Umfang stattfindet, sind kurzfristige Lösungen des Problems sehr schwierig. Die Veredlung des auf diesen Standorten angebauten Futters ist wirtschaftlich gegenüber anderen Nutzungsvarianten vorteilhafter, zumal die Flächen und deren Erträge meist in betriebliche Gesamtkonzepte eingebettet sind. Selbst eine Ausweitung des Angebotes zur naturschutzgerechten Grünlandnutzung hätte kaum zur Folge, dass nennenswerte Flächenanteile auf extensive Nutzung umgestellt würden. Naturräumliches Potenzial für die Umstellung auf moorschonende Bewirtschaftung ist stellenweise sicherlich gegeben, die Umsetzung dürfte aber an den unter Kap. 8.4.2 genannten Gründen scheitern.

8.3 Extensive Nutzung

Die extensive Nutzung kann nicht per se als nachhaltig bezeichnet werden, da auch sie Varianten beinhaltet, die mit tiefer Entwässerung einhergehen und damit zum Verlust der Moorböden beitragen. Rund 13.000 ha Moorgrünland und 2.500 ha Salzgrasland waren 2006 in den jeweiligen Teil-Programmen zur naturschutzgerechten Grünlandnutzung (Agrarbericht 2007) gebunden. Bei diesen sind höhere Zielwasserstände vertraglich vereinbart, um den Torfabbau zumindest zu vermindern. In der Praxis zeigt sich jedoch häufig das Problem, dass für den Zeitraum der Nutzung in Form von Mahd oder Beweidung der Wasserstand abgesenkt wird, aber nach dieser Phase die für die Moorschonung erforderliche Zuführung von Wasser aus dem natürlichen Dargebot des Einzugsgebietes nicht möglich ist. Das Ziel des Moorschutzes wird dadurch nicht erreicht.

Aus Sicht des Moorschutzes sind die Kriterien, nach denen die Programmteilnahme ermöglicht wird (Zugehörigkeit zu internationalen und nationalen Schutzgebieten, besondere Biotop- und Artenausstattung) nicht ausreichend. Vielmehr müssten zusätzlich die Möglichkeiten des Wasserrückhaltes berücksichtigt werden.

8.4 Moorschonende Nutzung

Die dargestellten moorschonenden Nutzungsformen mit Röhrichten oder Erlen sind theoretisch auf umfangreichen, wiedervernässbaren Moorstandorten denkbar. Vor allem ein Teil der im alten Moorschutzkonzept erwähnten 37.000 ha überflutunggefährdeten Moorfläche, für die größtenteils keine natürliche Vorflut besteht, käme für Röhrichte in Frage, die ihr Produktivitätsoptimum im nassen Bereich haben. Daneben kommen als Sofortmaßnahme die zurzeit aufgelassenen Moorareale infrage, die ausreichend wiedervernässbar sind. Hier liegen keine Nutzungskonkurrenzen vor, nach Wiedervernässung könnten ggf. Direktzahlungsansprüche auf diese Flächen übertragen werden.

Die Flächenauswahl für eine Erlenholzproduktion ist eingeschränkter, da die Standortwahl höhere Ansprüche an die Randbedingungen stellt. So sind lang anhaltende und hohe Überflutungen ungünstig für das Erlenwachstum. Als optimal werden Ge-

biote mit Quellzuflüssen und durchsickerndem, bewegten Wasser mit basen- und nährstoffreichen Standorten angesehen (Schäfer & Joosten 2005). Genauere Gebietsanalysen, aus denen sich auch die erforderlichen und möglichen Vernässungsstrategien ergeben, sind deshalb für die Flächenauswahl notwendig.

Aus dem forstpolitischen Ziel der Erhöhung des Waldanteiles, ergibt sich unter Beibehaltung des heutigen Baumartenanteils von 7% Erle ein Mehrungsbedarf von rd. 20.000 ha Erlenwald. Die in der landesweiten Waldmehrungskarte (Kopp 2001) ausgewiesenen Bereiche sind allerdings teilweise nicht in Übereinstimmung mit naturschutzfachlichen Anforderungen zu bringen. Nach naturschutzfachlicher Genehmigungspraxis würden großflächige Aufforstungen (> 2-4 h) auf Niedermoorflächen nicht genehmigt. Kleinflächige Aufforstungen wären aber auf flachgründigen Niedermoororten (<1,2 m Moormächtigkeit) genehmigungsfähig, das betrifft rd. 46.000 ha (Schäfer und Joosten 2005).

8.4.1 Erstellung von Prüfflächenkarten für den Erlen- und Schilfanbau

Mit Hilfe der zur Verfügung stehenden digitalen Daten (vgl. Tabelle 9) wurde der Umfang der potenziellen Eignungsflächen für den Anbau von Erlen bzw. Schilf bestimmt.

Tabelle 9: Verwendete digitale Datengrundlage

Name Datenquelle	Name shape-Datei	Bemerkung
Moorübersichtskartierung	moor_uek.shp	
Geschützte Biotope	bk.shp	durch LUNG erstellt
Überflutungsgefährdete Flächen	ueberflutung.shp	durch Selektion der Datei Polder95.shp
Acker auf Niedermoor	niedermoor_acker_02.shp	durch LUNG erstellt
Gründland auf Niedermoor	niedermoor_grünland.shp	durch LUNG erstellt
Forst auf Niedermoor	niedermoor_forst.shp	durch LUNG erstellt
Naturschutzgebiete	nsg07_f.shp	
Nationalparke	nlpz03_f.shp	
FFH-Gebiete	ffhmv08f.shp	
Vogelschutzgebiete	spamv08f.shp	
Naturschutzgroßprojekte	ngp_proj.shp	
Life-Projektgebiete	life.shp	
Moorschutzprogramm Förderrichtlinie Moorschutz	ms_rl_08	

Im Einzelnen erfolgte zunächst die Verschneidung aller digitalen Daten mit der Moorübersichtskarte (moor_uek.shp), um eine einheitliche Auswertegeometrie zu schaffen. Anschließend wurden alle digitalen Datenquellen zusammengefügt und eine Auswertedatei erstellt. Diese enthält alle relevanten Attribute der einzelnen Datenquellen und diente als Grundlage bei den Abfragen. Den Attributen wurde eine

Bewertung hinsichtlich der Eignung für Erlen- bzw. Schilfanbau zugeordnet. So wurden z.B. Naturschutzgebiete, Nationalparke und geschützte Biotope als grundsätzlich ungeeignete Flächen für Erlen- oder Schilfanbau eingestuft. Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete) sowie Projektgebiete (Gebiete mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung (Naturschutzgroßprojekte), LIFE-Projektgebiete, Gebiete aus dem Moorschutzprogramm) wurden zunächst als geeignet betrachtet, in den Ergebnissen aber separat ausgewiesen. So wurde verfahren, da die Bestimmungen dieser Gebiete im Einzelfall eine Nutzung ausschließen können, dies aber nicht grundsätzlich angenommen werden kann.

Im Ergebnis der Auswahlabfragen wurden sogenannte Prüfflächenkarten erstellt, deren Bezeichnung darauf hinweist, dass sie keine endgültigen Aussagen zur Eignung der Flächen beinhalten. Dies liegt in der Datenbasis begründet, die die aktuellen und potenziellen Wasserverhältnisse nicht hinreichend genau wiedergibt. Die Prüfflächenkarten stellen lediglich den Rahmen dar, innerhalb dessen die tatsächlich geeigneten Flächen liegen. Wegen ihrer geringen Aussageschärfe sind die Karten nicht flächenscharf, sondern als Rasterkarten dargestellt.

Nach Maßgabe der Auswahlabfrage zur **Erlen-Prüfflächenkarte** ergibt sich eine Prüfflächenkulisse von rd. 122.500 ha (Tabelle 10). Unter Berücksichtigung von potenziellen Einschränkungen auf Projektgebieten, die hierin insgesamt rd. 2000 ha umfassen, sowie Natura 2000 Gebieten (rd. 45.000 ha), beschränkt sich die Gebietskulisse auf eine Fläche von rd. 76.000 ha. Die tatsächlich geeigneten Flächen für den umweltverträglichen Erlenanbau können allerdings nur durch vertiefte Untersuchungen vor Ort ermittelt werden.

Tabelle 10: Prüfflächenkulisse Erlenanbau in Mecklenburg-Vorpommern

Gruppe	Flächen [ha]
ohne Einschränkungen durch Schutzgebiete oder Projektgebiete	75.716
mit Einschränkungen durch Natura 2000 Gebiete (inkl. Überschneidung mit Projektgebieten)	44.744
sonstige Flächen mit Einschränkungen durch Projektgebiete	2.066
Gesamtsumme	122.526

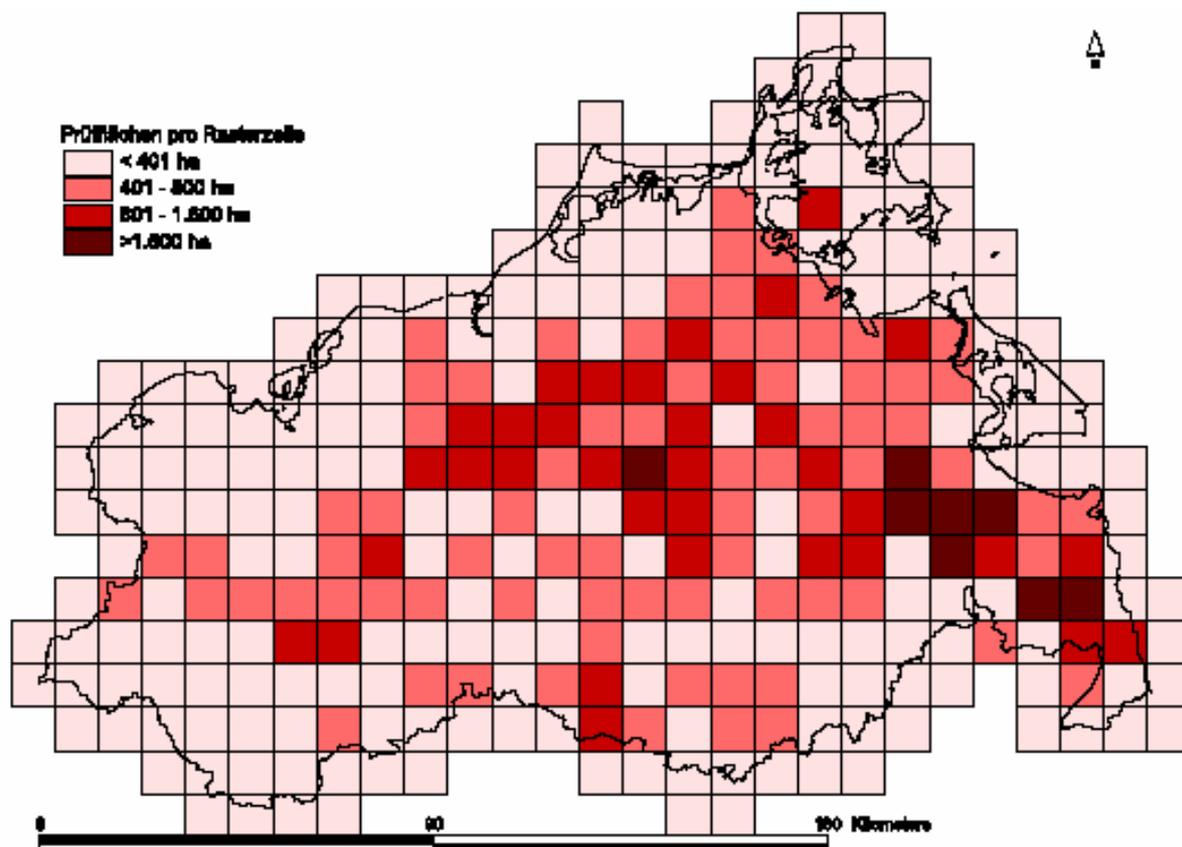


Abbildung 16: Rasterflächenkarte Erlenanbau auf Niedermoor in MV

Die Gebietskulisse für den Schilfanbau ist etwas größer und umfasst insgesamt rd. 152.000 ha (Tabelle 11). Nach den aufgestellten Entscheidungskriterien ist der Schilfanbau grundsätzlich auf allen Flächen möglich, die auch für den Erlenanbau geeignet sind. Zusätzlich kommen noch rd. 30.000 ha für Schilfanbau in Frage, auf denen Erlenanbau nicht möglich ist.

Für rd. 90.000 ha existieren keine Einschränkungen durch Natura 2000 Gebiete (60.000 ha) bzw. Projektgebiete (2.800 ha).

Tabelle 11: Prüfflächenkulisse Schilfanbau in Mecklenburg-Vorpommern

Gruppe	Flächen [ha]
ohne Einschränkungen durch Schutzgebiete oder Projektgebiete	89.724
mit Einschränkungen durch Natura 2000 Gebiete (inkl. Überschneidung mit Projektgebieten)	59.058
sonstige Flächen mit Einschränkungen durch Projektgebiete	2.776
Gesamtsumme	151.558

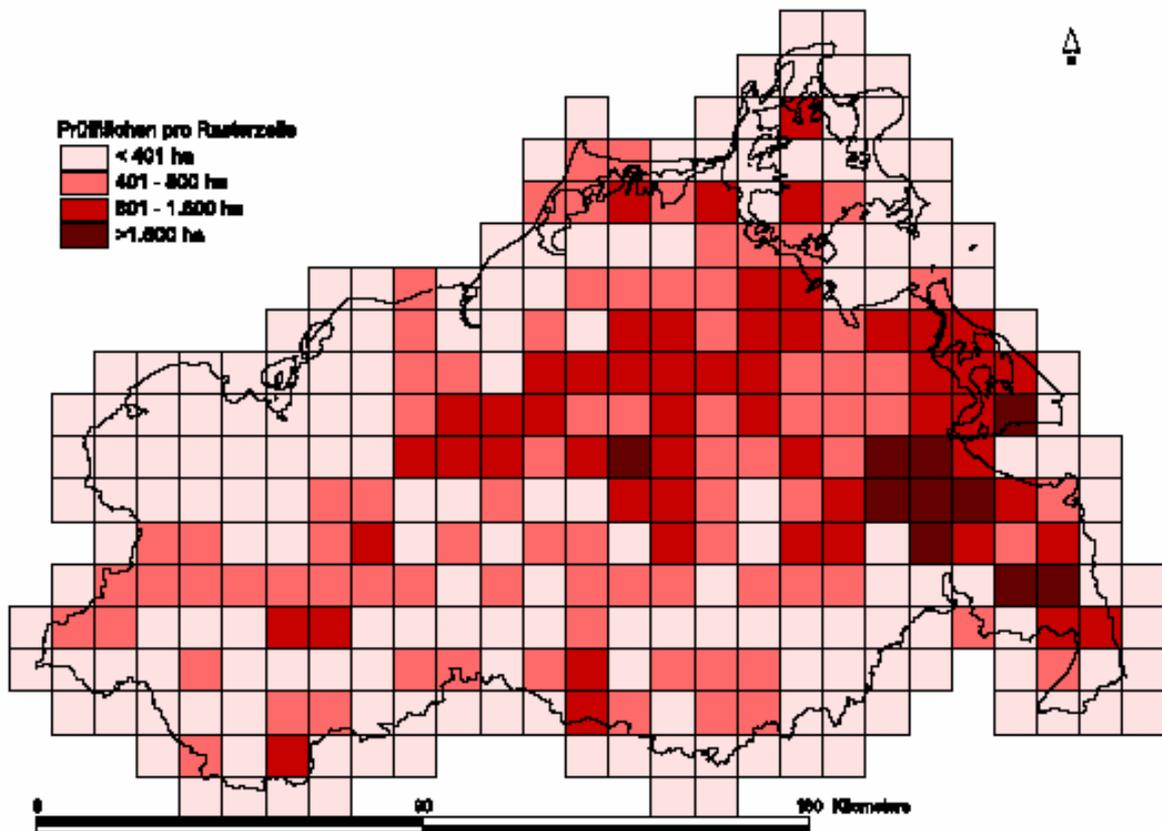


Abbildung 17: Rasterflächenkarte Schilfanbau auf Niedermoorflächen in MV

Da die geschützten Biotop, darunter u.a. Schilfröhrichte, von vornherein als ungeeignete Flächen betrachtet wurden, sind diese nicht in der Prüfflächenkulisse enthalten. Dabei ist zu erwähnen, dass der Flächenanteil von Schilfröhrichten (Biotopcodes VRL und VRP) an den geschützten Biotopen insgesamt ca. 5.300 ha umfasst, allerdings wurden hierbei auch vergesellschaftete Biotoptypen aufsummiert. Reine Schilfröhrichte (mit einem Flächenanteil von >80% am Gesamthabitat) treten nur auf 716 ha auf. Aus Abbildung 18 kann die Größe der Schilfröhrichtbestände in Abhängigkeit des Schilfröhrichtanteils an den Gesamtbiotopen entnommen werden.

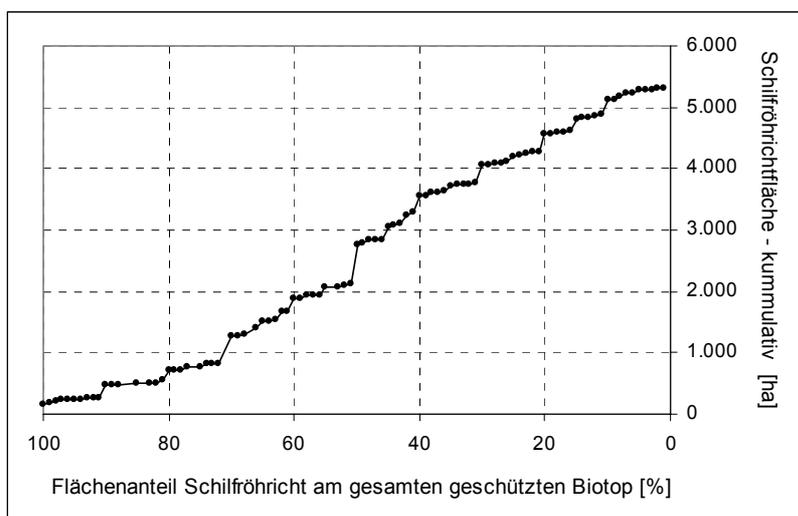


Abbildung 18: Schilfröhrichte auf Moorstandorten in MV

8.4.2 Perspektiven der Paludikulturen

Die Gründe für die bisher überwiegend zu Forschungszwecken umgesetzten moorschonenden Nutzungsformen sind vielfältig und sollen an dieser Stelle erwähnt werden:

- Die alternativen, moorschonenden Verfahren gehen mit einem hohen Grundwasserstand einher, der meist nur durch Rückbaumaßnahmen alter Entwässerungsanlagen und ggf. Schaffung von Bewässerungsmöglichkeiten realisiert werden kann. Dies bedeutet relativ irreversible Veränderungen einer Fläche, welche zukünftige Nutzungsoptionen einschränken.
- Die Nutzung zur Erlenholzproduktion setzt nicht nur Vernässungsmaßnahmen voraus, sondern bedeutet die Umwandlung landwirtschaftlicher Nutzfläche in Wald. Auch diese Veränderung ist relativ unumkehrbar (vgl. § 15 LwaldG).
- Die Umwidmung von Grünland in eine nasse Kurzumtriebsplantage (Wasserstufe 4+/5+) zur umweltverträglichen Produktion von Erlen- oder Weiden-Holzhackschnitzeln wurde bisher nicht geprüft. Sie würde zumindest den landwirtschaftlichen Charakter der Fläche erhalten, was darüber hinaus auch die Direktzahlungsansprüche erhielte.

Allerdings müssen auch Bedenken gegenüber einer alternativen, moorschonenden Bewirtschaftung der Moore aus verschiedenen Gründen ernst genommen werden:

- Gegenüber der bisherigen Praxis zur Wiedervernässung, bei der den Eigentümern die Flächen abgekauft wurden, muss dies bei den alternativen Nutzungsformen nicht erfolgen. Der Flächeneigentümer muss also mit der Vernässungsmaßnahme einverstanden sein; dies kann aufgrund der damit einhergehenden starken Flächenveränderung nicht in jedem Fall vorausgesetzt werden.
- Ist der Eigentümer gleichzeitig der Nutzer, wird er einwilligen, wenn ihm das Nutzungskonzept langfristig erfolgversprechend erscheint. Bisher sind aber die herkömmlichen Nutzungsvarianten z.T. deutlich rentabler. Vor dem Hintergrund sich laufend ändernder agrarpolitischer Rahmenbedingungen ist zögerliches Handeln seitens der Nutzer verständlich, zumal im Rahmen einer Nutzungsumstellung umfangreiche Investitionen in angepasste Landtechnik erforderlich werden können.
- Ist der Flächeneigentümer privater Verpächter, ist eine Einwilligung zur Vernässung relativ unwahrscheinlich, da der Verpächter in der Wahl zukünftiger Pächter aufgrund begrenzter Nutzungsvarianten nach Wiedervernässung eingeschränkt ist. Auch die Einkünfte aus dem Verkauf einer solchen Fläche dürften geringer ausfallen als bei entwässerten Flächen.

- Die agrarpolitischen Rahmenbedingungen schreiben vor, dass landwirtschaftliche Prämien lediglich für landwirtschaftliche Nutzflächen gewährt werden dürfen. Bisher wurden dauerhaft vernässte Flächen nicht als landwirtschaftliche Nutzflächen anerkannt, weil sie dann als nicht bewirtschaftbar gelten. Daher konnten weder die Flächenprämien für Acker- oder Grünland aus dem Bereich der Direktzahlungen noch Prämien für Agrarumweltmaßnahmen als Anreiz für entsprechend angepasste Nutzungsformen einkalkuliert werden. Dies ist gegenüber den Nutzungsformen auf entwässerten Niedermoorflächen ein finanzieller Nachteil. Artikel 34 der neuen EU-Verordnung zu Direktzahlungen (VO (EG) 73/2009) könnte bei dieser Problematik allerdings zukünftig Abhilfe schaffen.
- Auch wenn die auf entwässerten Niedermooren produzierte Biomasse weder innerbetrieblich noch anderweitig verwertet werden kann, machen die mit geringen Auflagen generierbaren Direktzahlungen eine Aufrechterhaltung der Bewirtschaftung gegenüber einer Umstellung auf nasse Nutzungsalternative attraktiver (→ perverse Anreize).
- Bisher existieren neben dem Erlös für die produzierte Biomasse (Schilf/Holz) keine zusätzlichen Einnahmemöglichkeiten aus den moorschonenden Nutzungsverfahren (z.B. Honorierung des Torferhaltes, Honorierung der CO₂-Speicherung bzw. Vermeidung von CO₂-Emissionen, Verminderung der Stoffausträge, Wasserretention), die Anreiz bieten könnten, die herkömmliche landwirtschaftliche Nutzung auf diesen Standorten aufzugeben.

Dass es, wie hier dargestellt, Gründe dafür gibt, dass eine Umorientierung der Bewirtschaftung von Mooren auf nassere Nutzungsalternativen für den Landwirtschaftsbetrieb unattraktiv erscheint, ist auf die ungünstigen Rahmenbedingungen für die nasse Bewirtschaftung in Mecklenburg-Vorpommern zurück zu führen.

Für eine großflächige Umsetzung einer standortgerechten Paludikultur - z.B. durch die Produktion von Schilf oder Erlenholz als stofflich oder energetisch verwertbare Rohstoffe sind verschiedene Entwicklungen in Angriff zu nehmen. Dazu gehören u. a.

- der Aufbau eines Moornutzungs-Beratungsnetzwerkes mit dem Ziel einer Reduktion von Treibhausgasen (entsprechend der Energieberatung im Bereich Eigenheimsanierung). Hierzu wird eine Kooperation der landwirtschaftlichen Beratung mit Naturschutzverbänden angeregt.
- Anpassung der „Rohrmahdrichtline“ für Röhrichte, die sich auf zum Zwecke der Paludikultur wiedervernässten Standorten neu entwickelt haben
- die Ausrichtung der Investitionsförderung an der Umstellung auf standortgerechte Nutzungsformen,
 - Förderung der Umstellung auf standortangepasste Landtechnik

- Förderung des Aufbaus von Verwertungslinien für dezentrale energetische Verwertung von Biomasse aus Paludikultur
- die Beibehaltung von EU-Direktzahlungsansprüchen für wiedervernässte Niedermoore und
- die Entwicklung von erfolgsorientierten Konzepten für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Niedermooren im Rahmen der Agrarumweltprogramme

Mit den hier vorgeschlagenen Anregungen können Landwirte Niedermoore nachhaltig bewirtschaften und die Paludikultur als wirtschaftlich tragfähige Produktionsverfahren in ihren betrieblichen Konzepten verankern. Dadurch können kurzfristig beträchtliche Treibhausgasemissionen vergleichsweise kostengünstig vermieden werden.

Es bleibt festzuhalten, dass ein deutlicher Beitrag zur Reduzierung der negativen Klimawirkungen von entwässerten Mooren durch eine Wiedervernässung der Moore mit anschließender nasser Bewirtschaftung („Paludikultur“) oder Naturentwicklung ohne Bewirtschaftung geleistet werden kann. Aus naturschutzfachlicher Sicht entstehen eindrucksvolle, neue Lebensräume für viele Tier- und Pflanzenarten mit hohem Naturschutzwert. Darüberhinaus können beachtliche Biomasseerträge erzielt werden. Eine Aufwertung ist in jedem Fall gegenüber der intensiven Grünlandwirtschaft oder dem Ackerbau auf entwässerten Mooren erreicht.

9 Literatur

- Behrendt, A., Schalitz, G., Müller, L., Mundel, G., & Hölzel, D. (1994): Kohlenstoff- und Stickstoffumsatz in Niedermoorböden und ihre Ermittlung über Lysimeterversuche. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 35: 200-208.
- Blankenburg, J. (1995): Wasserhaushalt von Niedermooren und hydrologisches Management. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 36: 102-106.
- Briemle, G., Eickhoff, D. & R. Wolf (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Veröff. Naturschutz und Landschaftspf. Baden-Württ., Beih. 60: 1-160.
- Briemle, G., Eckert, G. & Nußbaum, H. (2000): Wiesen und Weiden. In: Konold, W., Böcker, R. & Hampicke U. (Hrsg.): *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege*, Kap. XI-2.8, 2. Erg.Lfg. 7/2000. landsberg am Lech (Ecomed)
- Couwenberg, J., Augustin, J., Michaelis, D., Wichtmann, W. & Joosten, H. (2008): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Studie im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern. Greifswald.
- DeMoranville, C.J. (2006): Cranberry Best Management Practice. Adopting and Conservation Farm Planning in Massachusetts. *HortTechnology* 16 (3): 393-397.
- Dietrich, O. (2003): Hydrologische Gebietsanalysen zur Vernässbarkeit der Niedermoore Nordostdeutschlands. In: LUNG (Hrsg.): *Stoffausträge aus wiedervernässten Niedermooren*, Schriftenreihe, Heft 2: 82-91.
- Dietrich, O., Blakenburg, J., Dannowski, R. & Hennings, H.H. (2001): Vernässungsstrategien für verschiedene Standortverhältnisse. In: Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.): *Ökosystemmanagement für Niedermoore*. Stuttgart (Ulmer): 53-73.
- Ebert, G. (2005): *Anbau von Heidelbeeren und Cranberries*. Stuttgart (Ulmer).
- Eggelsmann, R. (1990): Wasserregelung im Moor. In: Göttlich, K.H. (Hrsg.): *Moor- und Torfkunde*, 3. Auflage: 374-384.
- Elsässer, M. & Briemle, G. (1996): Zur Funktion der Grasnarbe. Alpenländisches Expertenforum „Erhaltung und Förderung der Grasnarbe“. BAL Gumpenstein (Selbstverlag).
- Faustmann, M. (1849): Berechnung des Werthes, welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 25: 441-455.
- Fuchs, S. & Saacke, B. (2006): Arable fields as habitat for flora and fauna. In: Flade, M., Plachter, H., Schmidt, R. & Werner, A.: *Nature Conservation in Agricultural Ecosystems*. Wiebelsheim (Quelle & Meyer): 248-296.
- Görgens, M. & Entrup, A.-P. (2000): Kalkulationen zum Heidelbeeranbau. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* 55: 361-367.
- Hampicke, U., Litterski, B. & Wichtmann, W. (2007): Anbau der heimischen Faserpflanzen Flachs und Hanf im Blickfeld von Agrar- und Naturschutzökonomie. In: Biehler, H.,

- Hampicke, U., Richter, U. & Weise, P. Hrsg.) (2007): Regionale Wertschöpfungssysteme von Flachs und Hanf. Marburg (Metropolis): 75 -133.
- Harter, A. & Luthardt, V. (1997): Revitalisierungsversuche in zwei degradierten Niedermoorböden in Brandenburg – eine Fallstudie zur Reaktion von Boden und Vegetation auf Wiedervernässung. *Telma* 27: 147-169.
- Hilbig, W. (2005): Möglichkeiten zur Erhaltung bestandsgefährdeter Ackerwildpflanzen und ihrer Pflanzengesellschaften durch extensive Ackernutzung. In: Hampicke, H., Litterski, B. & Wichtmann W. (Hrsg.): Ackerlandschaften. Nachhaltigkeit und Naturschutz auf ertragsschwachen Standorten. Berlin, Heidwelberg (Springer):173-190.
- Höper, H. (2007):Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. *Telma* 37: 85-116.
- Howes, B.L. & Teal, J.M. (1995): Nutrient Balance of a Massachusetts Cranberry Bog and Relationships to Coastal Eutrophication. *Environ. Sci. Technol.*, 29: 960-974.
- Jeroch, H., Drochner, W. & Simon, O. (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Auflage, Stuttgart (Ulmer).
- Kamp, T., Wild, U., & Munch, J.C. (1999): Wiedervernässte Niedermoore in Süddeutschland – Quelle oder Senke für klimarelevante Spurengase. *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges.* 91: 683-641.
- Koerselmann, W. & Verhoeven, J.T.A. (1992): Nutrient dynamics in mires of various trophic status. In: Verhoeven, J.T.A. (ed.): Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation. Dordrecht (Kluwer Academic Publisher): 397-432.
- Kopp, D. (2001): Naturraumbezogene Richtgrößen der Zielbewaldung für die Planung der Waldmehrung in M.-V. *Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern*, 3: 52-76.
- Koppisch, D., Roth, S., Knapp, M., Blankenburg, J. & Eschner, D. (2001): Einfluss von Vernässung und Bewirtschaftung auf pflanzenverfügbare Nährstoffe. In: Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.): Ökosystemmanagement für Niedermoore. Stuttgart (Ulmer): 92-104.
- Koska, I. (2006): Peatlands as habitats. In: Flade, M., Plachter, H. Schmidt, R. & Werner, A. (eds.): Nature Conservation in Agricultural ecosystems. Wiebelsheim (Quelle & Meyer): 350-353
- Koska, I., Succow, M. & Clausnitzer, U. (2001): Vegetation als Komponente landschaftsökologischer Naturraumkennzeichnung. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. Auflage, Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung): 112-128.
- Kowarik, I. (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Stuttgart (Ulmer).
- Kowatsch, A. (2007): Moorschutzkonzepte und –programme in Deutschland. Ein historischer und aktueller Überblick. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 39 (7): 197-204.

- Kratz, R., Belting, S., Fischer, M., Gasse, M., Hielscher, K., Huk, T., Sandkühre, K. & Suhling, F. (2001): Management für Tierarten im Niedermoorgrünland. In: Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.): Ökosystemmanagement für Niedermoore. Stuttgart (Ulmer): 154-176.
- Kretschmer, H., Pfeffer, H., Hielscher, K. & Zeitz, J. (2001): Ableitung eines ökologischen Entwicklungskonzeptes. In: Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.): Ökosystemmanagement für Niedermoore. Stuttgart (Ulmer): 223-241.
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (2006): Richtwerte-Deckungsbeiträge Tierhaltung.
<http://lfamv.de/index.php?/content/view/full/1661>
- Lehmann, E. & Ziesemer, A. (2008) Ökonomische Bewertung des Silomaisanbaus unter besonderer Berücksichtigung der bioenergetischen Verwertung. In: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA): Ökonomische Betrachtungen zur Situation der Landwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern, Beiträge der Betriebswirtschaft. Mitteilungen der LFA Heft 40: 39-47.
- Lenschow, U. (2003): Moore und Moorschutz in Mecklenburg-Vorpommern. Statistische Monatshefte des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern, Heft 1/2: 7-10.
- Lockow, K.-W. (1994): Ertragstafel für die Roterle (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) in Mecklenburg-Vorpommern. Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde, Abteilung Waldwachstum. Eberswalde.
- Meier, R. & Hasch, B. (2007): DSS-WAMOS: Eine „Decision Support System“-gestützte Managementstrategie für Waldmoore. Brandenburgische Forstnachrichten, Ausgabe 129, 16. Jhg. Mai/Juni 2007: 5-6.
- OAMV (Ornithologische Arbeitsgemeinschaft Mecklenburg-Vorpommern, Hrsg.) (2001): Schilfrohr, geschützter Biotop und wertvoller Rohstoff. Pckrandt Formulare und Werbe-druck, Rostock.
- Oppermann, R. & Gujer, H.U. (2003): Artenreiches Grünland bewerten und fördern – MEKA und ÖQV in der Praxis. Stuttgart (Ulmer).
- Ostendorp, W. (1993): Schilf als Lebensraum. Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspf. Bad-Württ. 68: 173-280.
- Petersen, A. (1952): Die neue Rostocker Grünlandschätzung. Berlin (Akademie Verlag).
- Pfadenhauer, J. et al. (2001): Rohrkolbenanbau in Niedermooren - Integration von Rohstoffgewinnung, Wasserreinigung und Moorschutz zu einem nachhaltigen Nutzungskonzept. Abschlussbericht zum DBU-Projekt Nr. 10628, Technische Universität München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie.
- Pfadenhauer, J. et al. (2004): Bewertung der Renaturierungs- und Managementverfahren. In: Pfadenhauer, J. & Heinz, S.: Renaturierung von niedermoor-typischen Lebensräumen. 10 Jahre Niedermoormanagement im Donaumoos. Naturschutz und Biologische Vielfalt 9: 275-280.
- Planung & Ökologie (2003): Untersuchungen zur Pflanzenartenvielfalt in ausgewählten Vertragsflächen des Agrarumweltprogramms „Naturschutzgerechte Grünlandnutzung“ in

- Mecklenburg-Vorpommern. Studie im Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.
- Rancourt, G.T. (2009): The Cranberry. In: Peat Ecology Research Group: Production of Berries in Peatlands. Guide produced under the supervision of Line Rochefort and Line Lapointe. Université Laval, Quebec: 93-103.
- Roloff, A. & Pietzarka (2003): Interessantes zur Biologie und Ökologie der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.). Forst und Holz 58 (9): 243-245.
- Roth, S., Koppisch, D., Wichtmann, W. & Zeitz, J. (2001): Moorschonende Grünlandnutzung – Erste Erfahrungen auf nordostdeutschen Niedermooren. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. Auflage, Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung): 472-480.
- Schäfer, A. (2005): Umweltverträgliche Erlenwirtschaft auf wieder vernässten Niedermoorstandorten. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 39 (4): 165-171.
- Schäfer, A. & Joosten, H. (2005): Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermooren. ALNUS-Leitfaden. DUENE e.V., Greifswald.
- Schätzl, R., Schmitt, F., Wild, U. & Hoffmann, H. (2006): Gewässerschutz und Landnutzung durch Rohrkolbenbestände. Wasserwirtschaft 11: 24-27.
- Scheel, R. (1937): Anbau von Flachs und Hanf. Deutsches Forschungsinstitut für Bastfasern, Sorau.
- Scheffer, B. (2002): Nährstoffe im Boden und Gewässerbelastung in Norddeutschland. Arbeitshefte Boden 3: 76-94.
- Scheffer, F. & Schachtschabel, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Auflage, Heidelberg u.a. (Spektrum, Akad. Verl.).
- Schepker, H., Kowarik, I. & Garve, E. (1997): Verwilderungen nordamerikanischer Kultur-Heidelbeeren in Niedersachsen und deren Einschätzung aus Naturschutzsicht. Natur und Landschaft 72 (7/8): 346-351.
- Schepker, H. (2001): Verwilderung nordamerikanischer Kultur-Heidelbeeren in Niedersachsen aus Sicht des Naturschutzes (Ergänzungsuntersuchung). Studie im Auftrag des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie (NLÖ), Abt. 2 Naturschutz. Hannover.
- Schlichting, A., Leinweber, P., Meissner, R. & Altermann, M. (2002): Sequentially extracted phosphorus fractions in peat-derived soils. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 165: 290-298.
- Scholz, A. & Hennings, H. (1995): Grenzen der Beweidbarkeit bei der Wiedervernässung von Niedermooren. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 36: 162-164.
- Schwärzel, K. (2000): Dynamik des Wasserhaushaltes in Niedermoorböden. Dissertation, TU Berlin, Fachbereich Umwelt und Gesellschaft.
- Stegmann, H. & Zeitz, J. (2001): Bodenbildende Prozesse entwässerter Moore. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. Auflage, Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung):

- Tanneberger, F., Bellebaum, J., Fartmann, T., Haferland, H.-J., Helmecke, A., Jehle, P., Just, P. & Sadlik, J. (2008): Rapid deterioration of Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* habitats at the western margin of the breeding range. – J. Ornithol. 149: 105-115.
- Tanneberger, F., Tegetmeyer, C., Dylawski, M., Flade, M. & Joosten, H. (im Druck): Slender, sparse, species-rich – winter cut reed as a new and alternative breeding habitat for the globally threatened Aquatic Warbler. Biodiversity and Conservation. DOI 10.1007/s10531-008-9495-0
- Timmermann, T., Joosten, H. & Succow, M.: (2009): Restaurierung von Mooren. In: Zerbe, S. & Wiegand, G. (Hrsg.): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Heidelberg (Spektrum): 55-93.
- Timmermann, T. (2003): Nutzungsmöglichkeiten der Röhrichte und Riede nährstoffreicher Moore Mecklenburg-Vorpommerns. In: Timmermann et al.: Alternative Nutzungsformen für Moorstandorte in Mecklenburg-Vorpommern. Greifswalder Geographische Arbeiten 31: 31- 42.
- Titze, E. (1992): Grundsätze der landwirtschaftlichen Moornutzung aus ökologischer und hydrologischer Sicht. Unveröff. Manuskript, Universität Rostock.
- Titze, A. (2006): Futterproduktion: Ohne Kalidüngung geht nichts auf dem Niedermoorgrünland. LMS-aktuell 1/2006: 24-32.
- Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (2000): Evaluierung des Agrarumweltprogramms „Naturschutzgerechte Grünlandnutzung“ 1992-2000 in Mecklenburg-Vorpommern VO(EWG) Nr. 2078/92 und VO(EG) Nr. 746/96, Schwerin.
- University of Massachusetts (2008): Best Management Practices Guide for Massachusetts Cranberry Production. <http://www.umass.edu/cranberry/services/bmp/>
- Viehweg, K. & Rosenkranz, O. (Hrsg.) (1955): Handbuch des Genossenschaftsbauerns. Band II Pflanzliche Produktion, Erster Teil, 2. Auflage, Berlin (Deutscher Bauernverlag).
- Vogel, T. (2002): Nutzung und Schutz von Niedermooeren: empirische Untersuchung und ökonomische Bewertung für Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, Osnabrück (Der Andere Verlag).
- Voigtländer, G. & Jakob, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Stuttgart (Ulmer).
- Wichtmann, W. (1999a): Schilfanbau als Alternative zur Nutzungsauffassung von Niedermooeren. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 38 (2-4): 97-110.
- Wichtmann, W. (1999b): Nutzung von Schilf (*Phragmites australis*). Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 38 (2-4): 217-232.
- Wichtmann, W. & Joosten, H. (2007): Paludiculture: peat formation and renewable resources from rewetted peatlands. IMCG-Newsletter, issue 2007/3: 24-28.
- Wichtmann, W. & Koppisch, D. (1998): Nutzungsalternativen für Niedermooere am Beispiel Nordostdeutschlands, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 39 (4): 162-168.

- Wichtmann, W. & Schäfer, A. (2004): Nutzung von Niederungsstandorten in Norddeutschland. *Wasserwirtschaft* 5: 19-22.
- Wichtmann, W. & Schäfer, A. (2005): Energiegewinnung von ertragsschwachen Ackerstandorten und Niedermooren. *Natur und Landschaft* 80 (9/10): 421-425.
- Wichtmann, W. & Succow, M. (2001): Nachwachsende Rohstoffe. In: Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.): *Ökosystemmanagement für Niedermoore*. Stuttgart (Ulmer): 177-184.
- Wild, U., Kamp, T., Lenz, A., Heinz, S. & Pfadenhauer, J. (2001): Cultivation of *Typha* spp. in constructed wetlands for peatland restoration. *Ecological Engineering* 17 (1): 49-54.
- Wild, U., Lenz, A., Kamp, T., Heinz, S. & Pfadenhauer, J. (2002): Vegetation development, nutrient removal and trace gas fluxes in constructed *Typha* wetlands. In: Mander, Ü. & Jenssen, P. (eds.): *Natural Wetlands for Wastewater Treatment in Cold Climates*. Advances in Ecological Sciences 12, Southampton (WIT Press): 101-126.
- Wojahn, E. & Schmidt, W. (1987): Ergebnisse und Probleme der landwirtschaftlichen Moornutzung in der DDR. Int. Symposium zum Thema „Bodenentwicklung auf Niedermoor und Konsequenzen für die landwirtschaftliche Nutzung“ Bd. 1: 3-47.
- Zak, D., Gelbrecht, J., Wagner, C. & Steinberg, C.E.W. (2008): Evaluation of phosphorus mobilization potential in rewetted fens by an improved sequential chemical extraction procedure. *European Journal of Soil Science* 59: 1191-1201.
- Zeitz, J., Hasch, B., Luthardt, V., Meier, R. & Lotsch, H. (2008): DSS-WAMOS, A Decision Support System for Management of Mires in the Forest. Humboldt Universität zu Berlin, Faculty of Agriculture and Horticulture & University of Applied Science Eberswalde, Department of Landscape Use and Nature Conservation. Vortrag auf der Jahrestagung der IPS in Tullamore, Irland.