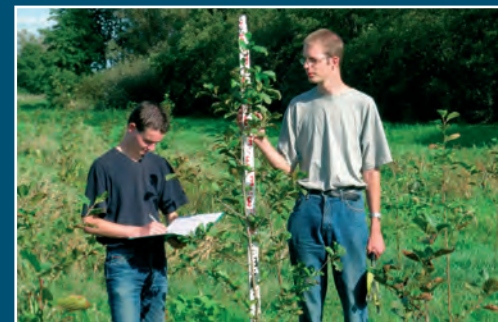


Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermooren



**Erlenaufforstung auf wiedervernässten
Niedermooren**

Impressum

Bearbeitung:

Universität Greifswald
Institut für Botanik und Landschaftsökologie
Soldmannstraße 15, 17489 Greifswald
<https://botanik.uni-greifswald.de/>
Partner im Greifswald Moor Centrum

Landesforst Mecklenburg-Vorpommern,
Anstalt des öffentlichen Rechts,
Fritz-Reuter-Platz 9, 17139 Malchin
<http://www.wald-mv.de>

Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde
(DUENE) e.V.
Soldmannstraße 15, 17489 Greifswald
<http://www.duene-greifswald.de/>
Partner im Greifswald Moor Centrum

BearbeiterInnen:

Dr. Alexandra Barthelmes (Universität Greifswald)
Prof. Dr. Hans Joosten (Universität Greifswald)
Dipl.-Biol. Andreas Kaffke (Universität Greifswald)
Dipl.-Biol. Ingo Koska (Greifswald)
Dipl.-Oec. Achim Schäfer (DUENE e.V. Greifswald)
Dipl.-Forstw. Jörg Schröder (LFG M-V Schwerin)
Prof. Dr. Michael Succow (Universität Greifswald)

Redaktion:

Achim Schäfer & Hans Joosten



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

© Greifswald 2005



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Auflagenhöhe: 1.000 Stück, 3. unveränderte Auflage 1.000 Stück,
finanziert durch die Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums
für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Satz und Druck:

Druckhaus Panzig, Studentenberg 1a, 17489 Greifswald
www.druckhaus-panzig.de

Gedruckt auf: 100% Recyclingpapier

Vorwort zur 3. unveränderten Auflage 2019

Der ALNUS-Leitfaden wird nun in der 3. Auflage gedruckt und ist nach 14 Jahren immer noch aktuell und die Nachfrage bleibt bestehen! Seit der ersten Fassung in 2005 haben sich die Notwendigkeit und der Wissensstand zu Paludikultur auf wiedervernässten Mooren immens vergrößert (vgl. Wichtmann, Schröder & Joosten (Hrsg.) 2016 „Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore“). Paludikultur, d.h. Land- und Forstwirtschaft auf nassen Moorstandorten, ist mittlerweile ein international etablierter Fachbegriff.

Die Umsetzung in Deutschland oder anderen europäischen Ländern bleibt noch immer hinter den großen Herausforderungen zurück, obwohl der Klimaschutz in Deutschland mittlerweile hoch in den politischen Zielstellungen und im Bewusstsein der Menschen angekommen ist. Die entwässerten Moore emittieren in Deutschland fast 5 % der gesamten anthropogenen Treibhausgasemissionen. Moorschutz und Paludikultur sind somit zum Erreichen der Pariser Klimaziele unumgänglich. Das Land Mecklenburg-Vorpommern hat sich mit der Erarbeitung einer Fachstrategie Paludikultur (Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, 2017) intensiv und strategisch mit klimaschonenden Landnutzungskonzepten auseinandergesetzt. Die erarbeiteten Vorgaben helfen den Genehmigungsaufwand vor der Etablierung neuer Kulturen einzuschätzen und beugen Konflikten zwischen Land- und Forstwirtschaft und Naturschutz vor.

Im vorliegenden Heft wird vor allem die Wertholzproduktion im Hochwaldbetrieb beschrieben. Aber auch die Produktion von Energieholz im Niederwaldbetrieb ist eine Alternative auf wiedervernässtem Niedermoorgrünland. Zur Bewirtschaftung der Erle liegen inzwischen umfangreiche wissenschaftliche Erkenntnisse und praktische Erfahrungen vor. Seit dem DBU „Alnus“ Projekt wurden bodenschonende Holzrückverfahren auf nicht befahrbaren Nassestandorten untersucht (Röhe & Schröder 2010). Die erprobte Seilkrantechnologie erwies sich als geeignet und sehr bodenschonend, jedoch vergleichsweise kostenintensiv. Praxistests verschiedener weiterer bodenschonender Verfahren zur Holzernte auf Basis von Raupentechnologie werden von Sündermann et al. (2013) und Sünderman & Röhe (2015) dargestellt. Mehr Informationen dazu finden Sie in der Fachstrategie Paludikultur.

Diese neue Auflage wurde durch das Projekt „**MoorDialog**“ finanziert. Die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit fördert das Projekt von 2016-2019 mit dem Ziel, Klimaschutz durch Moorschutz und Paludikultur in Deutschland anzustoßen. Es entstand die Infoplattform www.moorwissen.de welche für weitere Informationen bezüglich Moor- und Klimaschutz herangezogen werden kann.

Greifswald, Frühjahr 2019



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM

MOORDIALOG

Vorwort

Der vorliegende Leitfaden informiert Sie über die wichtigsten praxisrelevanten Ergebnisse des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsvorhabens „*Renaturierung von Niedermooren durch Schwarzerlenbestockung*“. Ziel des ALNUS-Projektes war es, Bedingungen für die umweltverträgliche Erzeugung von Erlenwertholz auf wiedervernässten Niedermoorstandorten zu erforschen.

Die Untersuchungen wurden im Sommer 2002 aufgenommen und im Herbst 2005 abgeschlossen. Dem Projekt ging eine halbjährige Vorphase (PROTO-ALNUS) voraus, welche ebenfalls von der DBU gefördert wurde. Hier wurden erste Untersuchungen zur Flächenauswahl und Praxisrelevanz, zu Standortpotenzial, Erlenkernfäule, ertragskundlichen und forstökonomischen Aspekten des Erlenanbaus sowie zur Bilanzierung des Wasserverbrauchs der Erle im Vergleich zu aktuellen und alternativen Landnutzungen durchgeführt. In der anschließenden dreijährigen Hauptphase des ALNUS-Projektes wurden die Untersuchungen zu den ökologischen und ökonomischen Bedingungen des Erlenanbaus vertiefend fortgeführt. Insbesondere wurde der Frage nachgegangen, auf welchen Standorten gute Holzerträge bei gleichzeitig geringer Stofffreisetzung (Torfmineralisierung) erreicht werden, und somit Erlenholzproduktion und Moorerhalt nicht im Widerspruch zueinander stehen.

Die Einrichtung einer Pilotfläche im Trebeltal bei Brudersdorf (Landkreis Demmin) unterstreicht die praxisorientierte Konzeption des Projektes. Aufforstungswillige Landwirte können hier vor Ort die erfolgreiche Umsetzung einer alternativen Landnutzungsform auf Nassstandorten in Augenschein nehmen. Im Verbund mit weiteren Wiedervernässungsvorhaben in diesem Naturraum ist die ALNUS-Pilotfläche perspektivisch als Bestandteil einer das vielfältige Mosaik alternativer Landnutzungsformen aufzeigenden Beispielregion zu sehen.

Zentrale Fragestellungen des Projektes zur Integration waldbaulicher, ökologischer und ökonomischer Anforderungen wurden auf Grundlage eines 85 Erlenbestände umfassenden Untersuchungsflächennetzes bearbeitet. Die ausgewählten Wälder im mittleren und östlichen Mecklenburg-Vorpommern decken die ganze Bandbreite der Standortverhältnisse auf Niedermooren im nordostdeutschen Tiefland ab. Für einen repräsentativen Talmoorausschnitt im Trebeltal wurden überdies exemplarisch hydrologische Eignungskarten angefertigt.

Einbezogen in das Forschungsvorhaben waren neben dem Institut für Botanik und Landschaftsökologie der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald das Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE e.V.) in Greifswald, die Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, Anstalt des öffentlichen Rechts, sowie das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) in Müncheberg mit dem Institut für Landschaftswasserhaushalt und dem Institut für Primärproduktion und Mikrobielle Ökologie.

Die Ergebnisse, die Ihnen im nachfolgenden dargelegt werden, können direkt in der Praxis umgesetzt werden. Wir wünschen uns, dass dieser Leitfaden für die Niederungsstandorte, auf denen die Weiterführung der herkömmlichen Gründlandnutzung immer fragwürdiger wird, eine Option für die dringend gebrauchten zukunftsfähigen und dauerhaft umweltverträglichen Formen der Landnutzung eröffnet.

Greifswald, im Herbst 2005

Inhalt	Seite
1 Einleitung	1
2 Warum die Erle?	3
2.1 Ökologie	3
2.2 Wälder auf Moorböden	4
2.3 Erlenholz	8
2.4 Fazit: Darum die Erle!	9
3 Umweltverträgliche Moornutzung durch Erlenbewirtschaftung	11
3.1 Torfschonender Erlenanbau	11
3.2 Forstwirtschaftliche Perspektiven	12
3.3 Ökonomische Analyse	16
3.3.1 Aktuelle Kosten und Erlöse	16
3.3.2 Volkswirtschaftliche Rentabilität	17
3.3.3 Betriebswirtschaftliche Rentabilität	19
3.3.4 Alternative Nutzungsoptionen	20
3.4 Ökologische Leistungen	22
3.4.1 Integrativer Moorschutz	22
3.4.2 Klimaschutz	23
3.4.3 Lebensraumschutz	27
3.4.4 Monetärer Wert und Honorierung ökologischer Leistungen	30
3.5 Fazit	33
4 Praktische Umsetzung	35
4.1 Eignungsprüfung von Flächen	35
4.2 Vernässung zu trockener Flächen	40
4.3 Bestandesbegründung	42
4.4 Bewirtschaftung	46
4.5 Erfolgskontrolle	48
5 Planerische Rahmenbedingungen	49
5.1 Landesplanung	49
5.2 Antragsverfahren „Erstaufforstung“	49
5.3 Aktuelle Genehmigungspraxis	50
6 Empfehlungen	51
6.1 Aktuelle Sichtweisen zum Thema Wald auf Niedermoorböden	51
6.2 Genehmigungspraxis	52
6.3 Wirtschaftspolitische Steuerungsinstrumente	52
7 Ausblick	55
Literatur	57
Anhang	65

1 Einleitung

Die Landnutzung in den Ländern der Europäischen Union befindet sich in einer permanenten Umstrukturierung. Das führt zu einer hochintensiven Produktion auf den Gunststandorten und zu Nutzungsaufgabe auf unrentablen Grenzertragsstandorten. Zu letzteren zählen zunehmend auch die 820.000 ha Niedermoore in Norddeutschland. Die herkömmliche, auf tief greifende Entwässerung basierende Nutzung wird immer kostenaufwändiger und entspricht mit ihrer Torf aufzehrenden und damit in hohem Maße Kohlendioxid freisetzenden Wirtschaftsweise nicht den Erfordernissen einer dauerhaft-umweltgerechten Landnutzung. Ein Brachfallen der Flächen ohne Rückbau der Entwässerungsanlagen löst diese Probleme nicht, da die Umweltbelastung weiterhin fortbesteht.

Umweltverträgliche Nutzungsformen auf wiedervernässten Niedermooren gewinnen zunehmend an Bedeutung. Derartige Lebensräume sind hochproduktiv, da ihnen sowohl ausreichend Wasser als auch Nährstoffe zur Verfügung stehen. Hinzu kommt, dass nasse Moorvegetation mit ihrem Torfwachstum beziehungsweise dem Erhalt der einst gebildeten Torfe einen wichtigen Beitrag für den Klimaschutz leistet.

Eine solche Nutzung kann die Produktion von wertvollem Holz der Schwarzerle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.) sein (Abb. 1). Mit einer zusätzlichen Anbaufläche von 20.000 ha könnte die Atmosphäre jährlich um 600.000 Tonnen CO₂ entlastet werden. Außerdem werden Lebensräume für hochgradig gefährdete Pflanzen und Tiere geschaffen. Damit liegen schon drei wichtige Gründe für die Erlenproduktion auf wiedervernässten Niedermoorstandorten auf der Hand:

1. Erzeugung von hochwertigen und geschätzten Holzprodukten (Nachhaltigkeit)
2. Entzug von Treibhausgasen aus der Atmosphäre (Klimaschutz)
3. Schaffung von Lebensräumen für gefährdete Pflanzen und Tiere (Biodiversität)

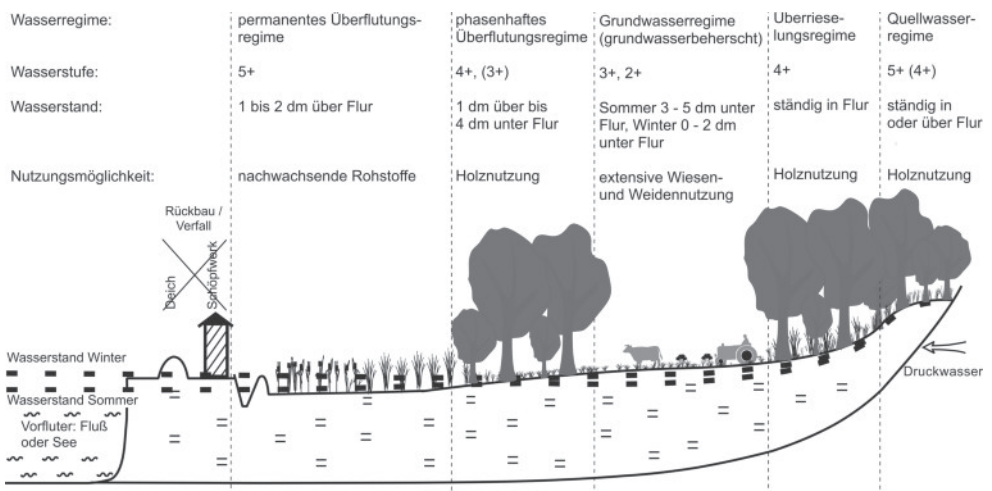


Abb. 1: Nutzungsalternativen wiedervernässter Niedermoorstandorte

Quelle: verändert nach SUCCOW & RUNZE 2001 S. 506.

In diesem Leitfaden erfahren Sie, wie eine umweltverträgliche Erlenholzproduktion erfolgen kann, welchen Beitrag dies für die gesellschaftliche Wohlfahrt leistet und wie dies umgesetzt werden kann.

Der Leitfaden richtet sich zunächst an Landwirte und Eigentümer, die für Niedermoorflächen ökonomisch tragfähige Nutzungsalternativen suchen. Der Leitfaden will auch die politischen Entscheidungsträger über kostengünstige und umweltverträgliche Nutzungsalternativen informieren und gibt eine Übersicht zu innovativen marktwirtschaftlichen Steuerungsinstrumenten.

Im nachfolgenden Kapitel erfahren Sie, warum der Anbau der Erle auf nassen Moorstandorten für den Umweltschutz, die Land- und Forstwirtschaft und den Naturschutz Vorteile bringt. Danach beantworten wir auf der Grundlage umfangreicher Untersuchungen die Frage, wie nass die Standorte für einen umweltverträglichen Erlenanbau sein müssen und welche Holzträge bei guter Pflege erwartet werden können. Anschließend erfolgt eine volks- und betriebswirtschaftliche Analyse der Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermooren. Dabei werden auch die mit der Wiedervernässung und dem Erlenanbau verbundenen ökologischen Leistungen für die Gesellschaft berücksichtigt.

Für die praktische Umsetzung werden folgende Fragen beantwortet: Welche Flächen sind geeignet, wie findet man diese und wie richtet man sie hydrologisch ein? Auch für die mit der Umsetzung betrauten Fachbehörden werden wichtige Handreichungen gegeben. Die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen erfordern eine Anpassung sowohl bei der Formulierung der planerischen Rahmenbedingungen als auch bei der Genehmigungspraxis. Der Leitfaden nimmt hier vorrangig Bezug zur Situation in Mecklenburg-Vorpommern. Trotz einiger Unterschiede in der Durchführung gelten die Kernaussagen aber auch für andere Bundesländer und andere Länder Zentral-Europas, wo großflächig ähnliche Bedingungen vorherrschen (z.B. Polen, Weißrussland, Baltikum).

Eine gezielte Erlenaufforstung auf degradierten Standorten erfordert für die Landwirtschaft die Bereitschaft, neue Wege einzuschlagen. Unsere Moorstandorte können nachhaltig genutzt werden. Wir wollen ihnen zeigen, wie Sie dies machen können. Wir sind davon überzeugt, dass mit einer forstwirtschaftlichen Folgenutzung von degradierten Moorstandorten nach Wiedervernässung eine ökologisch und ökonomisch tragfähige Alternative gegeben ist. Außerdem erfahren Sie, wie der wirtschaftliche Erfolg sichergestellt und auf unkomplizierte Weise mittels eines speziell dazu entwickelten Systems von Indikatoren überprüft werden kann.

Den politischen Entscheidungsträgern möchten wir Wege für die politische Umsetzung einer umweltverträglichen Erlenwirtschaft aufzeigen. Im Rahmen von bevorstehenden agrar- und klimapolitischen Verhandlungen können Sie hier Vorschläge für eine nachhaltige Nutzung der Niedermoore einbringen. Der Leitfaden liefert Ihnen dafür die notwendigen Grundlagen.

2 Warum die Erle?

2.1 Ökologie

Die Erle ist aufgrund ihrer besonderen Anpassungen besser als alle anderen heimischen Baumarten in der Lage, auf dauerhaft nassen, sogar ständig flach überstauten Standorten zu wachsen (McVEAN 1955, 1956, 1959, BARTELS 1993, ESCHENBACH 1995, KÄTZEL 2003). Sie kann Luft an der Stammbasis aufnehmen und in luftführenden Geweben in die Wurzeln leiten, wodurch sie trotz hoher Nässe ausgedehnt und tief wurzeln kann. Diese Fähigkeit macht sie allerdings empfindlich gegenüber lang anhaltenden, hohen Überflutungen der Stammbasis, vor allem wenn diese in der Vegetationsperiode auftreten. Schwächere Überflutungen überlebt sie durch die rasche Erneuerung des oberflächennahen Wurzelwerks mittels hoch angesetzter Adventivwurzeln (s. Kasten). Die natürlichen Vorkommen liegen vornehmlich in flachgründigen Quell- und Versumpfungsmooren, an Rändern von tiefgründigen Durchströmungs- und Verlandungsmooren, am Rande beziehungsweise in erhöhten Bereichen von Überflutungsmooren sowie an Fließgewässerufeln und auf grundwassergeprägten Sanden beziehungsweise Anmoorböden (SUCCOW 1976). Generell hat die Erle gute Wuchsleistungen auf Standorten mit bewegtem Bodenwasser. Auf Standorten mit extremer Wasserstandsdynamik, wie z.B. in Stromauen (Elbe, Oder), ist sie schlechtwüchsig oder fällt ganz aus. Die Bedingungen kleiner Flusstäler mit mäßiger Höhe der Winter-Frühjahrs-Überflutungen erträgt sie gut (ELLENBERG 1996).

BESONDERE ANPASSUNGEN DER ERLE

Zwei Wurzeltypen:

Horizontalwurzeln bilden den Großteil der Wurzelmasse. Sie verlaufen in sauerstoffreichen oberflächennahen Schichten und dienen der Nährstoffaufnahme.

Senkerwurzeln dringen in sauerstofffreie Tiefen vor. Sie verankern den Baum im Boden und sorgen auch während Trockenphasen für ausreichend Wassernachlieferung.

Luftführendes Wurzelgewebe:

Die Luft (Sauerstoff) tritt durch Öffnungen (Lenticellen) an der unteren Stammbasis in den Baum ein und wird über das luftführende Gewebe (Aerenchym) bis in die Senkerwurzeln transportiert.

Adventivwurzeln:

Adventivwurzeln entstehen meist im Zusammenhang mit Überflutungen und ermöglichen der Erle, mäßige Überflutungshöhen zu tolerieren. Sie sprossen im Bereich der Stammbasis aus der Rinde hervor, können innerhalb weniger Tage mehrere Zentimeter wachsen, verzweigen sich reich und verlaufen nahe der Wasser- oder Bodenoberfläche.

Zusammenleben mit Luftstickstoff aufnehmenden Bakterien:

Dieses führt zu einem hohen Angebot von Stickstoff für die Erle auch auf nährstoffärmeren Standorten. Diese Standorte werden durch die Erlen-Bewaldung mit Stickstoff angereichert. Die Luftstickstoff aufnehmenden Bakterien leben in den Erlenwurzeln.



Foto 1: Erle mit Adventivwurzeln im Überflutungsbereich der Stammbasis (Foto: J. Schröder).

Die Erle hat einen hohen Nährstoffbedarf, kann sich aber selbst mit Stickstoff versorgen (siehe Kasten, KÄTZEL 2003). Sie ist nur mäßig tolerant gegenüber Versauerung und verträgt kein Salz. Ihr hoher Lichtbedarf ist vor allem für Keimung und Jugendentwicklung entscheidend. Auch im Baumbestand ist sie für gutes Wachstum auf viel Licht angewiesen. Erlen produzieren sehr früh – im Freiland bereits in einem Alter von unter 10 Jahren (ROLOFF & PIETZARKA 2003) – viele Samen, die auf offenen, gut belichteten und ausreichend feuchten Böden ausgesprochen gut keimen. Unter solchen Bedingungen können sich geschlossene Naturverjüngungen entwickeln.

Bei guter Nährstoffversorgung wachsen die jungen Bäume rasch, und die Pionierbaumart Erle kann sich wegen der Schnellwüchsigkeit in der Jugendphase am Anfang einer Waldentwicklung gegenüber anderen Baumarten gut behaupten. Bei geringerer Bodennässe und natürlicher Konkurrenzentfaltung verschaffen ihr jedoch ihre relativ geringe Höhe sowie ihr hoher Wasser- und Lichtbedarf langfristig Nachteile gegenüber anderen höherwüchsigen Baumarten, die auch auf grundwasserfernen Böden gedeihen (HOFMANN 2003).

2.2 Wälder auf Moorböden

Naturbelassene nasse Moore können sowohl baumfrei als auch bewaldet sein. Sehr schwammige, weiche Moorböden sowie schwimmende Schwinggrasen verlandender Standgewässer, wie sie früher häufig auf vielen großflächigen und tiefgründigen Mooren auftraten, sind baumfrei. Vereinzelt Vorkommen von jungen oder krüppeligen Gehölzen ist allerdings auch in solchen Mooren möglich. Flachgründige Moore und Moorränder waren dagegen ursprünglich zumeist von Bruchwäldern bestanden. Es gab jedoch auch hierzulande nachweislich tiefgründige, ständig bewaldete Moore in Klein- und Quellmooren und sogar in ausgedehnten Niederungen (SUCCOW 1988, BARTHELMES 2000, SUCCOW et al. 2001a, ALNUS-FORSCHUNG 2005).

Angepasste Gehölzarten wie die Erle können diese nassen Moorbedingungen sehr gut vertragen (Tab. 1). Sie können lediglich nicht unter Wasser keimen, sondern müssen Gelegenheit bekommen, Stamm und Blattwerk über das Wasser zu erheben und das Wurzelsystem auf die Nässe einzustellen. Ein Gehölzaufwuchs wird erst unterbunden, wenn das Wasser ständig mehr als knöcheltief über dem Boden steht und zugleich keine emporgehobenen Bülden vorhanden sind, auf denen sie ihr Jugendwachstum durchleben können. Waldbildung wird zudem unmöglich, wenn die Moorböden nicht standfest genug sind. Das ist der Fall, wenn die Bäume den festen Untergrund mit ihren Wurzeln nicht mehr erreichen können beziehungsweise die Torfe sehr locker oder strukturlos sind (MCVEAN 1956).

Tab. 1: Wasserstände in natürlichen Erlen-Sumpfwäldern

	Winter-Frühjahr 2004	Sommer-Herbst 2004
mittlere Wasserstände	+33 bis +1 cm	+12 bis -6 cm
Höchst- und Tiefstwerte	+35 cm bis -47 cm	+26 cm bis -37 cm

Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005, vgl Anhang A 2.

Wasserfeder-, Walzenseggen- und Berlen-Schaumkraut-Erlen-Sumpfwälder (vgl. Anhang A 2; Winter-Frühjahr unterdurchschnittlich wasserversorgt, Tiefstwert von Anfang Dezember des Trockenjahres 2003; Sommer-Herbst etwa durchschnittlich versorgt; Bezugshöhe: mittlere Bodenoberfläche, „+“ bedeutet über Flur).

Entwässerte tiefgründige Moorböden sind in der Regel derart verfestigt (ZEITZ 2001), dass Bäume - selbst nach erneuter Vernässung - darauf problemlos aufwachsen können. Eine forstliche Nutzung solcher Böden ist also prinzipiell möglich. Auf entwässerten Niedermoorböden erfolgt aufgrund der Zersetzung eine Anreicherung von Pflanzennährstoffen, selbst wenn der ursprünglich gebildete Torf nährstoffarm war. Unter Grünlandnutzung ist diese Anreicherung oft durch Düngung verstärkt worden (SUCCOW & STEGMANN 2001). Bisherige Beobachtungen von Wiedervernässungsgebieten belegen zudem, dass bei starken Wasserstandsanhörungen zunächst weitere Nährstoffe freigesetzt werden. Dieses Angebot wird allmählich verringert, bleibt aber auf absehbare Zeit auf hohem Niveau (SUCCOW et al. 2001b). Bei einer Aufforstung solcher Böden kann also generell von einer hohen Nährkraft ausgegangen werden.

Natürlicherweise werden die nassen Niedermoore nahezu ausschließlich von Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Grauweide (*Salix cinerea*) und Moorbirke (*Betula pubescens*) besiedelt. Auf den nährstoffarmen und sauren Mooren herrschen die anspruchslose Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), Moorbirke und Ohrweide (*Salix aurita*) vor. Auf Standorten mäßiger Nährstoffversorgung und nicht allzu starker Versauerung gedeihen Moorbirkensumpfwälder mäßiger Wuchsleistung mit beigemischter Erle. In nährstoffreichen, sehr nassen Mooren und Sümpfen sind nur Erle und Grauweide genügend konkurrenzkräftig, den üppig wachsenden Schilf- und Großseggenbeständen zu widerstehen (Tab. 2). Auf waldfähigen Standorten entstehen nach einer oft sehr langlebigen Grauweiden-Gebüschphase in der Regel Erlen-Sumpfwälder als Endstadium.

Tab. 2: Natürliche Feuchtwälder des nordostdeutschen Tieflandes

		Nährstoff- und Säure-Basenversorgung		
		nährstoffarm, sauer oligotroph	mäßig nährstoffarm, sauer bis kalkreich mesotroph	nährstoffreich, sauer bis kalkreich eu- bis polytroph
Feuchte				
Moore, Ufer	nass 5+ / O 1..2	Moorbirken-Kiefern-Sumpfwälder	Moorbirken-Sumpfwälder	Erlen- Sumpfwälder
	feucht 4+..3+ / O 2..3	Moorbirken-Kiefern-Wälder	Moorbirken-Stieleichen-Wälder	Erlen-Eschen-Wälder
	mäßig feucht 2+ / O 3..4	Hängebirken-Kiefern-Wälder	Stieleichen-Buchen-Wälder	Eschen-Buchen-Wälder
Stromauen	nass 5+ / O 1..2	-	-	Silberweiden-Sumpfwälder
	feucht - mäßig feucht 4+..2+ / O 2..4	-	-	Silberweiden-Schwarzpappel-Weichholzaunenwald (flussnah) Ulmen-Eichen-Hartholzaunenwald (flussfern, erhöht)

Vereinfachte Typengruppen in Anlehnung an CLAUSNITZER 2004 und ELLENBERG 1996. Ökologische Kennzeichnung: Feuchte: Wasserstufe nach KOSKA 2001, forstliche Feuchtestufe nach SCHULZE & KOPP 1996, Nährstoff- und Säure-Basenversorgung: Trophiestufengruppe nach SUCCOW 1988.

Auf weniger nassen Böden mit nur noch seltenem Überstau herrschen natürlicherweise vor allem Esche (*Fraxinus excelsior*), Flatterulme (*Ulmus laevis*) oder Stieleiche (*Quercus robur*) vor - also Baumarten, die hohe Feuchte, aber keine andauernde Nässe vertragen. Auf mittleren Standorten ist die Erle bei mäßiger Wuchsleistung wiederum nur beigemischt (Tab. 2). Nur auf den ärmsten Standorten kann die Waldkiefer gemeinsam mit der Moorbirke alle Feuchtebereiche beherrschen. Auf reichen Böden entwickeln sich Erlen-Eschen-Wälder (CLAUSNITZER & SUCCOW 2001, HOFMANN 2003).

Die nährstoffreichen Standorte, die für die forstliche Nutzung wiedervernässter Niedermoorböden vorwiegend in Frage kommen, können vegetationskundlich weiter untergliedert werden. Wir verwenden hier Vegetationsformen, da diese Vegetationstypisierung besonders gut standörtliche Bedingungen reflektiert. Sowohl die Vegetationsformen als auch die in diesem Zusammenhang klassifizierten ökologischen Artengruppen können als Standorts-Weiser eingesetzt werden (KOPP et al. 1982, KOSKA et al. 2001a, s. Kap. 4.1).

Tab. 3 Vegetationsformengruppen der Wälder grund- und stauwasserbeeinflusster nährstoffreicher Standorte des Tieflandes außerhalb der Stromauen

Feuchte	Wasserregime	Vegetationsformengruppe
nass 5+ / O 1..2	stark bewegtes Wasser (P)	Berlen-Schaumkraut-Erlen-Sumpfwälder
	schwach bewegtes Wasser (T)	Walzenseggen-Erlen-Sumpfwälder
	stauendes Wasser (W)	Wasserfeder-Erlen-Sumpfwälder
halbnaß 4+ / O 2	stark bewegtes Wasser (P)	Schaumkraut-Winkelseggen-Eschen-Erlen-Wälder
	schwach bewegtes Wasser (T)	Großseggen-Eschen-Erlen-Wälder
	stauendes Wasser (W)	Flutschwaden-Erlen-Wälder
feucht 3+ / O 2..3	bewegtes Grundwasser (G)	Mädesüß-Erlen-Eschen-Wälder
	stauendes Wasser (W)	Wasserpfeffer-Erlen-Eschen-Wälder
mäßig feucht 2+ / O 3..4	bewegtes Grundwasser (G)	Brennessel-Erlen-Eschen-Wälder
	stauendes Wasser (W)	Flatterbinsen-Erlen-Eschen-Wälder

Vegetationsformen der Trophiestufen eutroph- kräftig, -reich und polytroph-sehr bis extrem reich sind zusammengefasst (nach SUCCOW 1988), Abkürzungen (vgl. auch Anhang 2): Feuchte: Wasserstufe nach KOSKA 2001, forstliche Feuchtestufe nach SCHULZE & KOPP 1996; Wasserregime: P : Perkolationsregime, T : topogenes Wasserregime, W : Wechsellässeregime, G : Grund/Stauwasserregime. Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005 in Anlehnung an CLAUSNITZER & SUCCOW 2001, CLAUSNITZER 2004.

Im feuchtesten Bereich (5+, 4+) erlaubt die Artenausstattung eine Aufteilung in Waldtypen mit starker Wasserzügigkeit (Quellmoore und ähnliche Standorte mit perkolierendem Wasser, P), mit starker Staunässe (wechsellasse Senken und Stauwasserversumpfungsmoore, W) und mittleren Bedingungen („topogene“ Niederungsstandorte, T). Bei tiefer liegenden mittleren Grundwasserständen (3+, 2+) lassen sich nur noch Haupttypen mit bewegtem Grundwasser (G) und starker Staunässe (W) unterscheiden. Detaillierte Darstellungen zum Zeigerwert der Bodenvegetation im Hinblick auf Erlenpflanzungen finden sich in Kap. 4.1, Tab. 22-24.



- Foto 2 (links oben): Walzenseggen-Erlen-Sumpfwald auf nährstoffreichem, nassem Standort (5+, forstlich O2, 63-jährig) am Krakower See bei Serrahn (Foto: I. Koska).*
- Foto 3 (rechts oben): Großseggen-Eschen-Erlen-Wald auf nährstoffreichem halbnassem Standort (4+, forstlich O2, 79-jährig) im Peenetal südwestlich Demmin (Foto: A. Kaffke).*
- Foto 4 (links unten): Mädestüß-Erlen-Eschen-Wald auf nährstoffreichem feuchtem Standort (3+, forstlich O3, 41-jährig) südwestlich von Hohenzieritz (Foto: A. Kaffke).*
- Foto 5 (rechts unten): Brennessel-Erlen-Eschen-Wald auf nährstoffreichem mäßig feuchtem Standort (2+, forstlich O4, ca. 70-jährig) im Tal des Ibitz-Grabens bei Glewitz (Foto: A. Kaffke).*

2.3 Erlenholz

Die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten für starkes Erlenholz machen die Erle zu einer beliebten Baumart. Das Holz ist leicht und lässt sich mühelos sägen, messern und schälen. Es ist folglich voll furniertauglich. Durch eine Beizung lässt es sich veredeln und zur Imitation von Tropenhölzern verwenden. Besonders gut eignet es sich zur Nachahmung von Mahagonie und Ebenholz, kann aber auch an Stelle von Kirsch- und Nussbaum zur Geltung gelangen (KROPF 1985, DAHMS 1991, LÜDEMANN 2001). Bei einer weltweit steigenden Nachfrage nach Rohholz und gleichzeitig sinkendem Angebot von Tropenhölzern (THOROE & OLLMANN 2001) eröffnen sich somit viel versprechende Vermarktungsperspektiven für Erlenwerthölzer. Auch in anderen Verwendungsbereichen ist die Erle gefragt. So wird sie beispielsweise aufgrund ausgezeichneter Haltbarkeit unter Wasser bevorzugt im Wasserbau eingesetzt.



Foto 6: Küche aus Erlenmassivholz (Foto: TEAM 7). Foto 7: Schlafzimmer aus Erlenmassivholz (Foto: TEAM 7).

Die Vermarktungschancen werden aber nicht nur durch die guten technischen Eigenschaften bestimmt. Ebenso wichtig ist eine Kontinuität in der Bereitstellung. Nur wenn die Holzabnehmer dauerhaft auf gleich bleibend hohe Angebotsmengen vertrauen dürfen, werden auch nennenswerte Verarbeitungskapazitäten aufgebaut. Das jetzige Nischenprodukt Erlenholz könnte durch vermehrten Anbau der Baumart zukünftig häufiger eingesetzt werden.

Mit den in der Entwicklung befindlichen innovativen Technologien zur energetischen Biomasseverwertung – beispielsweise der Synthese von Biokraftstoffen – zeichnen sich auch bessere Absatzmöglichkeiten für Schwachholz und geringwertige Qualitäten ab. Der Energiegehalt des Erlenholzes ist zwar geringer als der von Eiche oder Buche, die anfängliche Stoffproduktion wegen der Schnellwüchsigkeit jedoch äußerst hoch. Künftig werden bei steigenden Preisen infolge der schon jetzt erkennbaren Nachfragebelebung voraussichtlich auch die neben dem Wertholz anfallenden Sortimente gewinnbringend abzusetzen sein.

2.4 Fazit: Darum die Erle!

Wenn die Aufforstung basen- und nährstoffreicher Niedermoorböden erwogen wird, stellen die wüchsigen Erlen-Eschen-Wälder die naturnahe Bestockung auf halbnassen Standorten dar. Insbesondere auf wiedervernässtem Moorgrünland mit seiner hohen Nährkraft und ausreichenden Standfestigkeit bestehen günstige Bedingungen für das Wachstum der Erle. In wiedervernässten Moorgebieten mit länger andauernden winterlichen Überstauungen eignet sich die Erle als nassetolerante heimische Baumart gut für die forstliche Nutzung. Aus forstwirtschaftlicher Sicht ist der Anbau von Erlenwertholz auf geeigneten Standorten zukunftsversprechend. Auch die Absatzmöglichkeiten für Schwachholz und geringwertige Qualitäten verbessern sich.



ALNUS - Leitfaden



3 Umweltverträgliche Moornutzung durch Erlenbewirtschaftung

3.1 Torfschonender Erlenanbau

Torf ist die in Mooren festgelegte organische Substanz. Diese bleibt erhalten beziehungsweise wird vermehrt, solange hohe Wasserstände ihren Abbau verhindern. Wird der Wasserstand deutlich unter die Mooroberfläche abgesenkt, so wird der Torfkörper durch mikrobielle Oxidation abgebaut. Mehr als 95 % der Moore in Norddeutschland wurden im Laufe der letzten zwei Jahrhunderte entwässert, was letztendlich zum Aufbrauchen des Torfkörpers führt. Der Moorschwund kann 1-7 cm pro Jahr betragen. Viele Moorflächen sind dadurch unter das Höheniveau benachbarter Gewässer und zum Teil auch unter Meeresspiegelniveau gefallen, so dass sie sich bei Deichbrüchen in großflächige Flachseen verwandeln. Eine eingehende Darstellung zur anthropogenen Veränderung von Niedermooren findet sich bei SUCCOW & JOOSTEN (2001 Kap. 2 und 8).

„Torfschonend“ sind Bewirtschaftungsformen, bei denen der Torfkörper erhalten und im besten Fall neuer Torf gebildet wird. Ein derartiger Zustand wird in Berlen-Schaumkraut-Erlen-Sumpfwäldern, Walzenseggen-Erlen-Sumpfwäldern und in Wasserfeder-Erlen-Sumpfwäldern (s. Anhang 2) erreicht. Hier liegt der mittlere Grundwasserstand eines Jahres zwischen 0 und 20 cm über Flur. Diese sehr nassen Erlenwälder können zwischen 133 und 2.010 kg organischer Substanz (= 244 bis 3.700 kg CO₂) je ha und Jahr langfristig als Torf festlegen (Tab. 4).

Tab. 4: Langfristige Torfbildungsraten in Erlen-Sumpfwäldern

Moortyp	Organische Substanz kg /ha /a	Kohlendioxid kg CO ₂ /ha /a
Überflutungsmoor	133-229	244-420
Verlandungsmoor	640	1.180
Quell-Überrieselungsmoor	810-1.720	1.500-3.170
Versumpfungsmoor	850-2.010	1.580-3.700

Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005.

Die hohe Festlegung organischer Substanz in nassen Erlensumpfwäldern lässt den Schluss zu, dass auch etwas trockenere Erlenwaldtypen (Schaumkraut-Winkelseggen-Erlen-Eschen-Wälder, Großseggen-Erlen-Eschen-Wälder, Flutschwaden-Erlenwälder) zu den torfschonenden Standorten gezählt werden müssen. Der durchschnittliche jährliche Wasserstand von 0-20 cm unter Flur führt hier langfristig mindestens zu einem Torferhalt. Im Rahmen der ALNUS-Forschung wurden sogar Torfspeicherungsraten dieser Standorte von 500-2.300 kg organische Substanz pro ha und Jahr ermittelt.

Voraussetzung für langfristige Festlegung organischer Substanz in Erlenbruchwäldern ist ein langfristiger Anstieg des Grundwassers beziehungsweise des Moorwasserspiegels. Dieses ist durch Küstensenkung und Meeresspiegelanstieg bei humidem Klima zumindest in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein gegeben. Wenn kein Grundwasseranstieg stattfindet, wird der Torfkörper in den genannten Erlenwaldtypen maximal erhalten, nicht aber zusätzlicher Torf aufgebaut.

Mädesüß-Erlen-Eschen-Wälder, Wasserpfeffer-Erlen-Eschen-Wälder und noch trockenere Waldtypen sind auch mit Erlenanbau nicht mehr als torfschonend, sondern als torfzehrend einzustufen.



*Foto 8: „Stelzwurzeln“ bei einzelstämmigen Erlen auf tiefentwässertem Moor geben einen Eindruck vom Ausmaß der Torfzersetzung, denn sie deuten an, in welcher Höhe sich der Wurzelansatz des Baumes beim Wachstumsbeginn ursprünglich befand. (Foto: A. Kaffke).
Einen ähnlichen Anblick vermitteln auch Stämme mit Adventivwurzeln (Foto 1) oder überwachsene Stockausschläge (Foto 9).*

3.2 Forstwirtschaftliche Perspektiven

Betriebsart¹

Während in der Vergangenheit zumeist die Erzeugung von Brennholz im Vordergrund stand, werden heute anspruchsvolle Produkte aus wertvollem Erlenstammholz nachgefragt (Kap. 2.3). Daher ist man von der früheren Niederwaldwirtschaft zum so genannten Hochwaldbetrieb übergegangen. Verbunden damit ist eine deutliche Erhöhung der Produktionszeit: Im Niederwald wurden die Bäume bereits nach 20-40 Jahren erneut „auf den Stock gesetzt“, also eingeschlagen. Aus den verbliebenen Wurzelstöcken sind dann neue Triebe ausgeschlagen und haben den Folgebestand gebildet (s. Foto 9). Im Hochwaldbetrieb setzt man hingegen auf die Produktion starker Stammhölzer aus Kernwüchsen – dies sind aus Samen aufgezogene Einzelpflanzen.

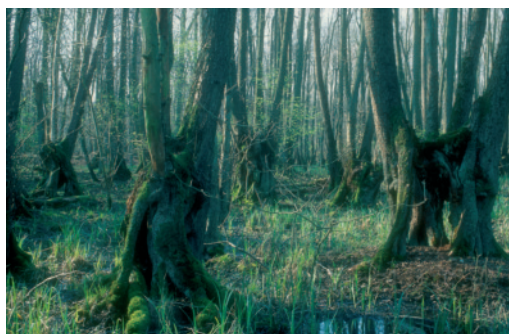


Foto 9: Erlen-Niederwald mit alten mehrstämmigen Bäumen aus Stockausschlägen, deren ursprünglicher „Stock“ von Wurzeln überwachsen und zersetzt ist (Foto: W. Thiel).

¹ Betriebsarten sind bestimmte Bewirtschaftungsformen des Waldes, die sich vor allem in der Verjüngungsmethode unterscheiden, z.B. schlagweiser Hochwald, Dauerwald, Mittelwald und Niederwald (Stockausschlagswald) (BMVEL 2005, S. 147).

Erlösaussichten

Der wirtschaftliche Erfolg der Erlenwirtschaft hängt in hohem Maße von der Qualität des erzeugten Holzes ab (UTSCHIG 2004). Nur für qualitativ hochwertige Erdstammstücke (dies sind die untersten Stammabschnitte) können hohe Preise erzielt werden. Die Erlöse für Schwachholzsortimente und Stammholz schlechter Qualität fallen hingegen gering aus. Hinzu kommt ein hoher Kostenaufwand für die schwierige Holzernte auf Nässtandorten (s. unten).

Qualitätsmindernd wirkt sich bei Erle der Befall mit Kernfäule im höheren Alter aus. Im fortgeschrittenen Befallsstadium kommt es zu einer massiven Entwertung des Stammholzes (Kap. 4.4). Daher muss die Durchforstungsstrategie auf ein schnelles Dickenwachstum der Bäume gerichtet sein.

Anhand einer einfachen Modellrechnung (Tab. 5) soll der Erlösrahmen umrissen werden. Berücksichtigt sind hier nur Erlöse für das untere Stammstück der Wertholzbäume (Annahme: 120 fm/ha im Endbestand). Es wird deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit stark von den Güteanteilen beeinflusst wird. Nach Abzug der Holzerntekosten (pauschal 30 EUR je Festmeter) kann die durchschnittliche jährliche Wertleistung in günstigen Fällen um 300 EUR/ha betragen. Die ausgesprochene Schnellwüchsigkeit der Erle trägt zu diesem guten Ergebnis maßgeblich bei. Das Ziel muss also lauten, einen hohen Holzanteil bester Qualität zu erziehen. Die Hiebsreife des Bestandes sollte mit 60-70 Jahren erreicht werden.

Tab. 5: Erlösrahmen für Erlenwertholz

		Variante 1: normale Pflanzenherkunft ² und waldbauliche Pflege, wüchsiger Standort			Variante 2: gute Pflanzenherkunft, beste waldbauliche Pflege, sehr wüchsiger Standort		
Holzsortimente	EUR/fm	%	fm/ha	Erlös/ha	%	fm/ha	Erlös/ha
Furnierholz	300	10	12	3.600	50	60	18.000
Sägeholz	100	70	84	8.400	40	48	4.800
geringwertig, z.B. Palette	40	20	24	960	10	12	400
Gesamt		100	120	12.960	100	120	23.200

Ausgehend von 120 fm/ha Stammholz der Wertholzbäume bei einem Produktionszeitraum von 65 Jahren.

Standörtliche Voraussetzungen

Die oben beschriebenen Rahmenbedingungen machen klar, dass Erlen-Wertholzwirtschaft nur auf gutwüchsigen Standorten erfolgreich sein kann. Eine Einschätzung der Gesamtwuchsleistung ist über die Alters-Höhen-Beziehung möglich (Abb. 2).

²Pflanzenherkunft bezeichnet hier die genetische Veranlagung der Erlen hinsichtlich der Wuchseigenschaften

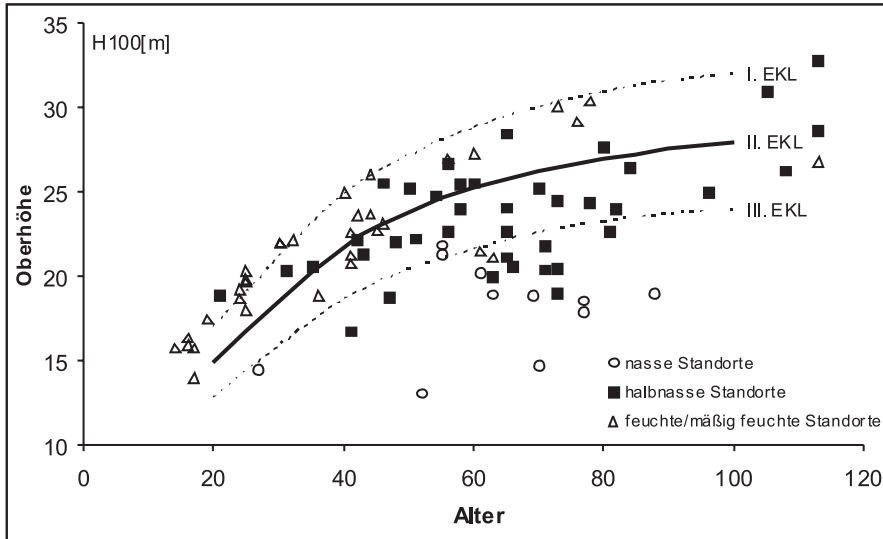


Abb. 2: Bestandesoberhöhen von Erlenwäldern in Mecklenburg-Vorpommern
 EKL = Ertragsklasse. Ertragsklassen nach Erlen-Ertragstafel Lockow (1994). Standortsbezeichnung nach Tab. 3.
 Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005.

Von der I. zur III. Ertragsklasse verringert sich der Anteil an Furnier- und Stammholz stark, der des Schichtnutz- und Brennholzes steigt erheblich an (RUPP & HAFEMANN 2003). Bestände, die ein Leistungsniveau unterhalb der II. Ertragsklasse aufweisen, liefern in der Regel keine oder nur noch äußerst geringe Wertholzanteile. In Abb. 2 sind dies alle Bestände unterhalb der durchgezogenen Linie. Grund ist vor allem das geringe Dickenwachstum und entsprechend spätes Erreichen der Hiebsreife mit den genannten negativen Folgen für die Qualität. Selbst Einzelstämme mit guter Kronenentwicklung erreichen dort nur in Ausnahmefällen die erforderliche Stärke in 60-70 Jahren.



Foto 10: Dickstämmige und geradschäftige Erlen: der ideale Wertholzbestand (Foto: W. Thiel).

Die Beobachtungen decken sich mit den Angaben von HOFMANN (1997, 2003) zum Leistungsvermögen der Erle in den natürlichen Waldgesellschaften (zur Terminologie siehe Anhang A 4): Das geringste Wachstumspotenzial hat der Wasserfeder-Erlen-Sumpfwald (Wasserstufe 5+, forstlich O1 bis O2, SCHULZE & KOPP 1996) auf **nassen** Standorten (Tab. 3). Wertholzproduktion ist auf diesen Mosaikstandorten aus wassergefüllten Schlenken und den daraus emporgelagerten Bulten nicht möglich. Auch der Walzenseggen-Erlen-Sumpfwald in der hier dargestellten Abgrenzung (Tab. 3, Anhang A 2-4) gehört diesem Feuchtebereich an und erzielt nur geringfügig bessere Bonitäten. Kennzeichnend für diesen Vegetationstyp ist das Vorkommen *bultbildender* Großseggen.

Ein mittleres bis gutes Wachstumspotenzial wird den Erlen auf **halbnassen**, gut nährstoffversorgten Moorböden (4+, forstlich weitgehend O2) geboten. In diesem Standortsspektrum sind Großseggen-Eschen-Erlen-Wälder (Tab. 3) in den ostdeutschen Niederungen am weitesten verbreitet. Prägend sind meist hohe Anteile von *ausläuferbildenden* Großseggen. Es zeigt sich, dass die ertragsstarken Bestände des halbnassen Feuchtebereichs vorwiegend dort anzutreffen sind, wo Quellzeiger in der Vegetation auf zügiges Grundwasser hinweisen. Dies trifft besonders für Schaumkraut-Winkelseggen-Eschen-Erlen-Wälder auf Quellmooren und vergleichbaren Standorten zu.

Das höchste Wachstumspotenzial bietet sich der Erle auf **feuchten bis mäßig feuchten**, gut nährstoffversorgten Moorböden (3+ bis 2+, forstlich weitgehend O3 bis O4). Der Grundwasserfluss ist hier gegenüber nassen und halbnassen Sumpf- und Bruchwaldstandorten deutlich abgeschwächt. Durch den hohen Stickstoffumsatz und gute Oberboden-Durchlüftung herrschen ideale Wachstumsbedingungen für die Erle, allerdings stets verbunden mit oxidativem Torfverzehr (Torfmineralisierung).

In Übereinstimmung mit den in der Literatur beschriebenen standörtlichen Rahmenbedingungen für ein gutes Erlenwachstum (SCAMONI 1964, SUCCOW 1976, HOFMANN 1997, 2003) legen die Befunde nahe, dass Wertholzproduktion im nassen und halbnassen Standortsspektrum (nach Tab. 3) nur bei ausreichender Grundwasserzügigkeit möglich ist. Am besten eignen sich dafür Quellmoorstandorte mit einem leicht geneigten Relief. Auf Standorten dieser Feuchtestufen ohne durchziehendes Grundwasser werden in der Regel Bonitäten unterhalb der II. Ertragsklasse erzielt. Der Wertholzanteil bleibt hier äußerst gering.

Erfahrungen aus dem Spreewald belegen, dass sich auf dauerhaft nassen Standorten mit länger andauernden Überstauungen die Pflanzung der Erlen auf Längsrabatten vorteilhaft auf deren Qualität und Wuchsleistung auswirkt (HILL 2002, 2003, LOCKOW 2003, RUPP & HAFEMANN 2003). Aus Gründen des Boden- und Gewässerschutzes haben sich flache Rabattengräben bewährt. Auch auf der ALNUS-Pilotfläche (Kap. 4.3) konnten gute Anwuchserfolge mit aufgefästen Kleinrabatten erzielt werden. Wirtschaftlich begründet erscheinen sie allerdings nur dann, wenn die größeren Kulturinvestitionen sich durch entsprechend hohe Erlöse aus der Nutzung amortisieren.

3.3 Ökonomische Analyse

3.3.1 Aktuelle Kosten und Erlöse

Aufforstungen sind grundsätzlich sehr langfristige Investitionsentscheidungen. Erst bei der Ernte der Bäume fließt der Großteil der Einnahmen in Form von Holz Erlösen an den Investor zurück. Wirtschaftliche Risiken werden zudem durch natürliche Kalamitäten verursacht: Die Bäume können vom Sturm geworfen oder durch Insektenbefall gefährdet werden. Auf ungeeigneten Standorten oder infolge mangelhafter Bestandespflege können die Wuchsleistungen hinter den Erwartungen zurückbleiben. Vor einer möglichen Aufforstung steht also die Frage: „Lohnt sich der Anbau von Erlen finanziell überhaupt?“

Zwangsläufig ist eine Kalkulation der Kosten und Erlöse mit einem spekulativen Charakter behaftet, denn die Ernte heute gepflanzter Bäume findet erst in ferner Zukunft statt und die tatsächliche Preisentwicklung kann nicht annähernd mit hinreichender Sicherheit prognostiziert werden. Orientierungswerte für eine Kalkulation zur Erlenwirtschaft liefern aber die heutigen Preise.

Verglichen mit anderen Laubbaumarten ist die **Bestandesbegründung** einer Erlenkultur unproblematisch. Die Anwuchserfolge sind in der Regel sehr gut, Forstschutzprobleme treten selten auf und eine Zäunung der Kultur gegen Wildverbiss ist für gewöhnlich nicht erforderlich. Dadurch bewegen sich die Gesamtkosten (2.200-3.000 EUR je ha) am unteren Ende der für Laubholzaufforstungen üblichen Kostensätze. Die Aufforstungskosten sind in Teilen als waldbauliche Maßnahme förderfähig (Kap. 3.3.3).

Im Rahmen der **Jungwuchspflege** werden zunächst schlecht geformte Individuen aus dem Bestand entnommen, die gute Erlen bedrängen. Im weiteren Verlauf der **Jungbestandspflege** wird dann eine begrenzte Anzahl der besten Stämme ausgesucht, die zu Wertholz heranwachsen sollen. Diese Bäume müssen gezielt gefördert werden, indem die am nächsten stehenden Nachbarbäume entnommen werden. Die Kosten für diese Eingriffe, die ebenfalls zum Teil förderfähig sind (Kap. 3.3.3), belaufen sich auf jeweils etwa 250 EUR je ha. Bis zum Erreichen der Baumholzdimension werden in der Regel insgesamt vier Pflegemaßnahmen erforderlich sein. Spätere **Durchforstungen** liefern bereits verwertbare Holzsortimente, deren Erlöse die Kosten mindestens decken. Schwierige Verhältnisse auf Nassstandorten, die eine aufwändige Technik für die Holzbergung erforderlich machen (Kap. 4.4), verringern die möglichen Reinerlöse. Die Kosten sind ungefähr doppelt so hoch wie auf normalen Waldböden ohne Grundwassereinfluss.

Das beträchtliche Wertpotenzial der Erlenwirtschaft im Holzveredelungsbereich lassen die **Holzerlöse** für Erlenwertholzstämme erkennen. Bei Wertholzauktionen in Deutschland, dem benachbarten Polen sowie in Österreich konnten zwischen 2002-05 durchschnittlich etwa 155 EUR je fm Erlöst werden. Aktuell (2005) werden für sehr gute Qualitäten in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern Preise bis zu 500 EUR je fm erzielt. Starke Bäume – gerade gewachsen und kernfäulefrei – konnten im vergangenen Jahrzehnt zu Preisen zwischen 1.000 EUR bis zu über 1.250 EUR je fm (SCHRÖDER 2001, FROMMHOLD 2003) auf dem Niveau von Eiche und Edellaubhölzern verkauft werden. Hier zeigt sich die herausragende Bedeutung einer auf die Wertholzproduktion gerichteten Bestandeserziehung. Mit einer Erlösspanne von etwa 80-120 EUR je fm für Langholz der Güteklasse B (LFG M-V 2004) ist die Erle auch in diesem Segment durchaus noch rentabel und manch anderer Baumart überlegen. Wirtschaftlich unattraktiv ist hingegen die Produktion qualitativ unbefriedigenden Stammholzes, das mit lediglich rund 30-40 EUR je fm bewertet wird. Nutz-Schichtholz für industrielle Verwendungszwecke, das im Rahmen der Bestandespflege anfällt, lässt sich derzeit für circa 22-24 EUR je fm vermarkten.

3.3.2 Volkswirtschaftliche Rentabilität

Bei der volkswirtschaftlichen Rentabilitätsberechnung werden alle Kosten nach ihrem tatsächlichen Werteverzehr in Anschlag gebracht. Eine seriöse Modellkalkulation rechnet immer auf der sicheren Seite: Kosten werden im Zweifel höher, Erlöse im Zweifel niedriger veranschlagt. Des Weiteren wird zunächst nicht gefragt, wer die Kosten letztendlich trägt. Die volkswirtschaftliche Rentabilitätsberechnung erfolgt daher zunächst ohne Förderung durch öffentliche Mittel. Wenn kein Anspruch auf Förderung besteht, dann ist die volkswirtschaftliche Rentabilitätsberechnung identisch mit der betriebswirtschaftlichen.

In der Modellkalkulation wird ein zum Bewertungszeitpunkt ($t = 0$) begründeter Erlenwald zugrunde gelegt, der nach den in Kap. 3.2 beschriebenen Grundsätzen von der Bestandesbegründung bis zur Ernte im mittleren Alter 65 bewirtschaftet wird. Die in der 3. Spalte der Tabelle 6 aufgelisteten laufenden Kosten und Erlöse des Produktionsverfahrens fallen zu verschiedenen Zeitpunkten an. Diese Zahlungsströme werden mit einem Zinssatz zu einem Gegenwartswert abdiskontiert. Wegen des hohen Einflusses des Zinssatzes auf das Ergebnis wird mit 3 % beziehungsweise 2 % p.a. kalkuliert. Im Durchschnitt der vergangenen 100 Jahre betrug die Realverzinsung für langfristige Kapitalanlagen etwa 3 % p.a. Seit mehr als 10 Jahren liegt sie jedoch etwas unter dieser Marge.

Die Kosten der Bestandesbegründung und der Wiedervernässung fallen sofort an und können direkt übernommen werden. Bei den im Moorschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern bis 2003 durchgeführten 33 Wiedervernässungsprojekten fielen nachweislich durchschnittliche Planungskosten in Höhe von 321 EUR/ha und Baukosten in Höhe von 749 EUR/ha an. Nachfolgend werden Wiedervernässungskosten in Höhe von 1.000 EUR je ha angenommen.

Tab. 6: Laufende Kosten/Erlöse und Gegenwartswert der Erlenwirtschaft

	Jahr t	Kosten/ Erlöse laufend	Gegenwartswert	
			Zinssatz 3 % p.a. EUR / ha	Zinssatz 2 % p.a.
Bestandesbegründung	0	-2.600	-2.600	-2.600
Wiedervernässung	0	-1.000	-1.000	-1.000
Verwaltung	lfd.	-50	-1.423	-1.810
Jungwuchspflege	8	-250	-197	-213
Jungbestandespflege	12	-250	-175	-197
Jungbestandespflege	16	-250	-156	-182
Jungbestandespflege	20	-250	-138	-168
Durchforstung (im Alter 30, 40, 50)	30-50	0	0	0
Endnutzung ¹⁾ Variante 1	65	12.960	1.898	3.578
Endnutzung ¹⁾ Variante 2	65	23.200	3.397	6.404
Summe Variante 1			-3.792	-2.593
Summe Variante 2			-2.293	234

¹⁾ Für die Endnutzung wurde in Anlehnung an Tabelle 5 ein durchschnittlicher erntekostenfreier Holzerlös in Höhe von 108 EUR je fm bei Variante 1 beziehungsweise 193 EUR je fm bei Variante 2 nach Tabelle 5 angenommen.

Bei den laufenden Verwaltungskosten wurde für Personal und Organisation in Anlehnung an eine bundesweite Vollerhebung im Staatswald aus den Jahren 1992/93 der dort genannte Wert in Höhe von 57 EUR je ha und Jahr zugrunde gelegt (HAUB & WEIMANN 2000). Bei einer moderaten Preissteigerung in den vergangenen 15 Jahren dürfte es hier zu keinem bedeutsamen Anstieg der Kosten gekommen sein. Aufgrund von zwischenzeitlich erfolgten starken Kosteneinsparungen im Staatswald und den generell niedrigeren Verwaltungskosten im Privatwald wird hier mit 50 EUR je ha und Jahr ein etwas niedrigerer Wert als der bei HAUB & WEIMANN ausgewiesene angenommen.

Die Erlöse weiterer Sortimente aus der Endnutzung dienen modellhaft der Deckung der Erntekosten und werden daher hier nicht berücksichtigt. Durchforstungen im Baumholz werden vereinfachend als gerade kostendeckend angenommen.

Tabelle 6 zeigt, dass unter den zugrunde gelegten ökonomischen Rahmenbedingungen die Erlenholzproduktion aus volkswirtschaftlicher Sicht in Variante 2 mit einem Zinssatz von 2 % rentabel ist. Bei einem Zinssatz von 3 % p.a. schmelzen die Erlöse aus der Endnutzung jedoch derart stark, dass unter den Modellannahmen keine Kostendeckung erreicht werden kann.

Aufgrund des derzeit niedrigen Preisniveaus für das Nicht-Stammholz wurden bei den Durchforstungen in beiden Varianten keine erntekostenfreien Erlöse kalkuliert. Diese Situation könnte sich bereits in naher Zukunft ändern (Kap. 2.3). Am Energieholzmarkt ist in den letzten Jahren eine außerordentliche Belebung der Nachfrage zu verzeichnen. Bei weiteren Preissteigerungen bei den fossilen Brennstoffen ist auch in Zukunft mit einer zunehmenden Nachfrage nach Energieholz zu rechnen. Sollte es tatsächlich dazu kommen, dürfte die Rentabilität der beiden Varianten sich merklich verbessern, da bereits im Rahmen von Vornutzungen aus Durchforstungen Reinerlöse erzielt werden könnten.

Für die Berechnung der Rentabilität des Produktionsverfahrens muss der Bodenerwartungswert berechnet werden. 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 umgewandelt³. Dieser Wert reflektiert den reinen Geldertrag, „den ein jetzt holzleerer Waldboden immerwährend in jährlich gleicher Größe liefert“ (FAUSTMANN 1849, S. 442).

Tab. 7: Volkswirtschaftliche Rentabilität der Erlenwirtschaft

	Bodenerwartungswert	
	Zinssatz 3 % p.a.	Zinssatz 2 % p.a.
	EUR /ha /a	
Variante 1	-128	-64
Variante 2	-75	16

³⁾Die einmalig anfallenden Kosten für Wiedervernässung wurden direkt in eine Ewige Rente umgewandelt.

Die negativen Bodenerwartungswerte in Variante 1 (Tab. 7) zeigen, dass das Produktionsverfahren auf den nasseren Standorten nicht rentabel ist. Variante 2 hingegen ist unter den hier angenommenen Holzerlösen und den vermutlich leicht überschätzten Kosten für die Wiedervernässung durchaus rentabel. Bei entsprechendem Kostenbewusstsein können diese deutlich niedriger ausfallen.

Durch einen Rentabilitätsvergleich mit anderen Baumarten wird die hohe Leistungsfähigkeit der Erle deutlich. Trotz vergleichsweise schlechter Bewirtschaftungsbedingungen auf den organischen Nassstandorten, insbesondere bei der Durchforstung und der Holzernte, ist sie den Baumarten terrestrischer Standorte wirtschaftlich überlegen. Die Ergebnisse aus der oben genannten Studie von HAUB & WEIMANN zeigen, dass die Rentabilität bei Erstaufforstungen nicht gegeben ist. Bei einem Zinssatz von 3 % p.a. sind die negativen Bodenerwartungswerte bei der Fichte -94 EUR/ha/a, bei der Kiefer -212 EUR/ha/a, bei der Buche -283 EUR/ha/a und bei der Eiche -376 EUR/ha/a (HAUB & WEIMANN 2000, vergleiche auch die Auswertung in HAMPICKE 2005, S. 68).

3.3.3 Betriebswirtschaftliche Rentabilität

Verschiedene forstwirtschaftliche Maßnahmen werden mit dem Ziel der Waldmehrung und der Verbesserung forstlicher Rahmenbedingungen gefördert. Die betriebswirtschaftliche Rentabilität, die dem Landwirt die ökonomische Vorteilhaftigkeit der Aufforstung aufzeigt, wird in hohem Maße durch die Förderung bestimmt.

Für Erlenaufforstungen in Frage kommende Förderinstrumente werden am Beispiel Mecklenburg-Vorpommerns aufgezeigt (s. Kasten). Anträge auf Zuwendungen sind schriftlich an die zuständige Forstbehörde des Landes (Forstamt) zu richten. Die Bewilligungsbehörde ist die obere Forstbehörde

Förderung

(Grundlage der Angaben ist die aktuell gültige „Richtlinie für die Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen“ vom 10.02.2005).

Bestandesbegründung

- Pflanzgut, Pflanzung, Flächenvorbereitung und Kulturschutz gegen Wild
- Gefördert werden bis zu 85 % der zuwendungsfähigen Ausgaben für Erlenkulturen

Kulturpflege

- Beseitigung verdämmender Vegetation (Gras), bei Erle in der Regel nicht erforderlich
- Gefördert werden bis zu 600 EUR je ha

Nachbesserung

- Pflanzgut und Pflanzung für witterungsbedingte Ausfälle (mehr als 40 %)
- Gefördert werden bis zu 85 % der zuwendungsfähigen Ausgaben für Nachbesserungen

Jungwuchs- und Jungbestandspflege

- Verbesserung der Struktur und Stabilität in Jungbeständen bis 10 m Mittelhöhe
- Gefördert werden bis zu zwei Pflegemaßnahmen mit jeweils 220 EUR je ha

Erstaufforstungsprämie

- Zum Ausgleich von Einkommensverlusten für zuvor (2 Jahre vor Aufforstung) landwirtschaftlich genutzte Flächen
- Jährliche Prämie in Höhe von 300 EUR je ha (Landwirte) beziehungsweise 175 EUR je ha (Andere) bis zu einer Dauer von 20 Jahren.

In Tabelle 8 wird der Gegenwartswert der Erlenaufforstung zuzüglich der anteiligen Kosten für die Wiedervernässung berechnet. Hier wird eine öffentliche Förderung in voller Höhe angenommen. Bei einem Zinssatz von 3 % beziehungsweise 2 % beläuft sich der Gegenwartswert der Förderung auf insgesamt rund 8.000 EUR beziehungsweise 8.500 EUR je ha.

Tab. 8: Gegenwartswert der Förderung der Erlenaufforstung

	Jahr	Förderung	Gegenwartswert	
			Zinssatz 3 % p.a.	Zinssatz 2 % p.a.
			EUR / ha	
Bestandesbegründung	0	2.210	2.210	2.210
Wiedervernässung	0	1.000	1.000	1.000
Jungwuchspflege	8	220	174	188
Jungbestandspflege	12	220	154	173
Erstaufforstungsprämie	1-20	300	4.463	4.905
Summe Gegenwartswert			8.001	8.476

Für die Beurteilung der betriebswirtschaftlichen Rentabilität muss der Gegenwartswert der Förderung in eine Ewige Rente umgewandelt und zum volkswirtschaftlichen Bodenerwartungswert hinzugerechnet werden. Im Ergebnis wird dadurch eine betriebswirtschaftlich rentable Erlenholzproduktion erzielt (Tab. 9).

Tab. 9: Betriebswirtschaftliche Rentabilität der Erlenholzproduktion

	Bodenerwartungswert	
	Zinssatz 3 % p.a.	Zinssatz 2 % p.a.
EUR / ha / a		
Förderung (Ewige Rente)	240	169
Variante 1	107	97
Variante 2	159	175

3.3.4 Alternative Nutzungsoptionen

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind bei einer systematischen Abwägung von Nutzungsoptionen (Tab. 10) für Niedermoore neben den Kosten und Erlösen der Holzproduktion weitere Kosten- und Nutzenkomponenten zu berücksichtigen. Dazu zählen auch die mit der Wiedervernässung und Aufforstung einhergehenden ökologischen Leistungen (Biodiversität, Kohlenstofffestlegung, Wasserrückhalt und andere, siehe Kap. 3.4). Ein Teil dieser Leistungen kann monetarisiert werden.

Tab. 16: Kosten- und Nutzenkomponenten von Nutzungsalternativen

Alternative	Kosten	Nutzen	Volkswirtschaftliche Kosten/Nutzen
Weiterführung der Graslandnutzung		Produktion Fleisch, Milchprodukte usw.	nicht rentabel
	Wassermanagement, Graslanderneuerung		keine Kostenschätzung vorhanden
	Umweltbelastung		hinreichend genau quantifizierbar
Brachfallen der Flächen ohne Rückbau der Meliorationsanlagen	weiterhin Umweltbelastung		hinreichend genau quantifizierbar
		Kosteneinsparung Wassermanagement	keine Kostenschätzung vorhanden
Umweltverträgliche Erlenwertholzproduktion nach Wiedervernässung	Aufforstung und Pflege der Erlenbestände Wiedervernässung (Planung, Bau)	Erlöse aus der Holzproduktion	hinreichend genau quantifizierbar
		C-Festlegung	hinreichend genau quantifizierbar
		Weitere ökologische Leistungen (Biodiversität u. a.)	hinreichend genau quantifizierbar

Bei einer vollständigen Bilanzierung aller Kosten sind Niedermoorstandorte aus volkswirtschaftlicher Sicht nicht rentabel zu bewirtschaften. Eine Weiterführung der Grünlandnutzung kann nur durch Subventionen erfolgen. Eine extensive Bewirtschaftung der Moore wird jedoch, zum Teil im Rahmen von Agrarumweltprogrammen, unter Beibehaltung der Entwässerung fortgeführt, auch wenn die Biomasse von den entwässerten Flächen im Betrieb nicht verwertet werden kann und die Nutzung volkswirtschaftlich unrentabel ist (Tab. 11). Diese Art der Nutzung ist sowohl aus betriebswirtschaftlicher Sicht als auch aus Sicht des Ressourcenschutzes als kontraproduktiv zu beurteilen. Die landwirtschaftliche Moornutzung verändert laufend die Moorbodeneigenschaften und führt zu immer schwierigeren Bewirtschaftungsbedingungen (Kap. 3.4.1, KUNTZE 1984, S. 74).

Tab. 11: Volkswirtschaftliche Rentabilität naturschutzgerechter Grünlandnutzung

Betriebszweig	Verfahren	EUR /ha / a
Mulchen	Landschaftspflege	bis -175
Mahd/Räumen	Landschaftspflege, Heuerzeugung	bis -350

Quelle: RÜHS 2004.

Seit Januar 2005 erfolgt in der EU eine Entkoppelung der Direktzahlungen von der Produktion. In Mecklenburg-Vorpommern wurden die verschiedenen Prämien in eine regional einheitliche Grünlandprämie umgestaltet. Von 2010 bis 2013 ist eine schrittweise Anpassung der betrieblichen Prämien in eine einheitliche Hektarprämie in Höhe von 322 EUR je ha und Jahr in Aussicht gestellt (HEILMANN & ANNEN 2004). Die Fortführung der Ausgleichszahlungen über das Jahr 2013 hinaus ist äußerst ungewiss. Vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussionen über die Zukunft der agrarpolitischen Rahmenbedingungen können die Betriebe zudem nicht sicher sein, ob die Zahlungsansprüche wie in Aussicht gestellt erfüllt werden können. Demgegenüber wird die jährliche Erstaufforstungsprämie aktuell für einen 20jährigen Zeitraum bereitgestellt. Mit der Aufforstungsentscheidung kann sich ein Landwirt mittelfristig Einkünfte für heutige Grünlandflächen sichern.

Eine Wiedervernässung und Aufforstung mit Erlen steht in direkter Konkurrenz mit der Beibehaltung der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung. Die Aufforstung ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht eine langfristige Investitionsentscheidung. Hierbei müssen nicht nur Fragen der Liquidität (Rückfluss positiver Zahlungsströme, „Cash-flow“) beachtet, sondern auch grundsätzliche betriebliche Entscheidungen über die Nutzung der Flächen gefällt werden. Ist die Entscheidung für eine Aufforstung gefallen, dann gibt es kein Zurück mehr. Langfristige Bindungen müssen somit auch auf betrieblicher Ebene gut durchdacht sein und mit den in Frage kommenden Alternativen verglichen werden.

Eine Schlussfolgerung aus der volkswirtschaftlichen Rentabilitätsberechnung ist, dass die Erlenholzproduktion genauso teuer oder billig ist, als überließe man die degradierten Standorte der Naturentwicklung. Zur Höhe möglicher Kosteneinspareffekte einer reduzierten Wasserstandsregulierung können wegen fehlender Analysen bisher keine Aussagen gemacht werden.

3.4 Ökologische Leistungen

3.4.1 Integrativer Moorschutz

Wachsende, d.h. torfspeichernde Moore haben wichtige Funktionen für das globale und das regionale Klima sowie für die Wasserreinhaltung (SUCCOW 2002). Angepasste Nutzungsformen auf wiedervernässten Mooren wie der Anbau der Erle können diese Funktionen wieder fördern. Solche ökologischen Leistungen sind für die gesellschaftliche Wohlfahrt sehr bedeutsam und müssen bei einer umfassenden ökonomischen Analyse berücksichtigt werden. Besondere Bedeutung hat der Schutz der Moore für den Klima- sowie den Lebensraumschutz, also den Schutz der Tier- und Pflanzenarten und ihrer Lebensgrundlagen.

Die Entwässerung der Moore hat das Bild der nordostdeutschen Landschaft stark verändert. Nur wenige Prozent der vorhandenen Moorfläche sind noch naturnah (Tab. 12). Selbst die extensive traditionelle Grünlandnutzung, die noch vor 50 Jahren das Landschaftsbild prägte, ist nur noch in Schutzgebieten mit Pflegenutzung vorhanden. Auch in den bewaldeten Niedermoo- ren überwiegen heute trockene, brennesselreiche Bestände.

Tab. 12: Nutzung und Entwässerungszustand der Moore in Mecklenburg-Vorpommern

	Flächengröße in ha	in % der gesamten Moorfläche
naturnah (kaum entwässert)	4.000	1,4
schwach entwässertes Moorgrünland	9.000	3,1
entwässerte Grünlandbrachen	40.000	13,6
tief entwässertes Grünland	185.000	63,1
entwässerte Moorwälder	45.000	15,4
bebaute Moorflächen	10.000	3,4
Gesamt	293.000	100,0

Quellen: LAUN M-V 1997, UM M-V 2000, Schätzung für naturnahe Moore und Brachflächen, ergänzt nach KOSKA & STEGMANN 2005.

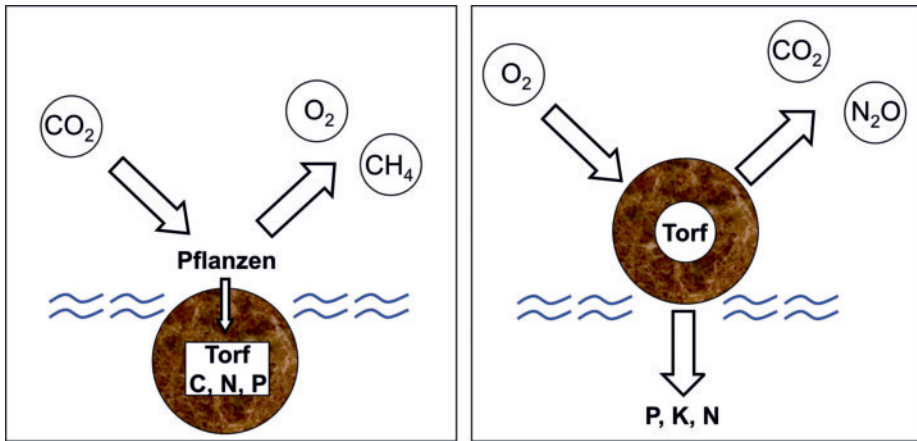
Weiterhin hat die intensive Torfzersetzung viele flachgründige Moorkörper bereits verschwinden lassen. So betrug der Moorflächenverlust für Mecklenburg-Vorpommern allein in der Periode von 1965-1995 28.700 ha. Das entspricht etwa 9 % der ursprünglichen Gesamtfläche (LAUN-MV 1997). Die mit der Torfzersetzung verbundene Phosphor- und Stickstofffreisetzung trägt vielerorts zur Überdüngung der Gewässer bei. Die Entwässerung hat auch direkte wirtschaftliche Probleme geschaffen: Die Böden verschlechtern sich durch zunehmende Verdichtung laufend und werden zu Grenzertragsstandorten, Polderflächen sind unter den Meeresspiegel gesunken und überflutungsgefährdet. Es muss demzufolge heute darum gehen, Moore als typisches Element heimischer Landschaft wiederherzustellen (SUCCOW & JOOSTEN 2001, Kap. 8 und 9).

3.4.2 Klimaschutz

Wachsende Moore legen im Laufe ihrer Existenz große Mengen Torf fest weil bei ganzjährig hohen Wasserständen durch Pflanzenwachstum mehr organische Substanz hinzu wächst, als bei Zersetzungsprozessen freigesetzt wird (Abb. 4, Phase I). Im Torf werden unter anderem Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) gespeichert. Allein in den norddeutschen Niedermooren sind 1,8 Mrd. t Kohlenstoff und 120 Mio. t Stickstoff festgelegt (KUNTZE 1993).

Entwässerung und landwirtschaftliche Nutzung der Moore führt zu großen Verlusten von Kohlenstoff und Stickstoff. Freigesetzt werden diese Stoffe als Kohlendioxid (CO₂) und Lachgas (N₂O). Bei Grünlandnutzung etwa 24.000 kg CO_{2-eq} je ha und Jahr (Tab. 13, Abb. 4, Phase II). Dies ist die Situation, die gegenwärtig in den norddeutschen Niedermooren überwiegend zutrifft.

Weil diese Nutzung den globalen Treibhauseffekt verstärkt, ist es sinnvoll, Moore wieder zu vernässen.



a) im wachsenden Moor

b) im entwässerten Moor

Abb. 3: Umweltrelevante Prozesse auf Niedermooeren

Bei einer Wiedervernässung wird die Torfzersetzung gebremst und die Freisetzung dieser bedeutenden Menge an Kohlendioxid ($24.000 \text{ kg CO}_2\text{-eq}$ je ha und Jahr!) dauerhaft vermieden (Abb. 4, Phase III, b).

Nach Wiedervernässung und bei einem erwarteten allmählichen Anstieg des Grundwasserspiegels kommt es zu einer erneuten Torfbildung, wobei jährlich zusätzlich Kohlenstoff bis zu $3.700 \text{ kg CO}_2\text{-eq}$ je ha (Tab. 4) dauerhaft als Torf festgelegt wird (Abb. 4, Phase III, c).

Auch im Holz des aufwachsenden Erlenwaldes wird Kohlenstoff gebunden (Abb. 4, Phase III, d). Dadurch wird eine zusätzliche temporäre Umweltentlastung von 3.000 bis $8.000 \text{ kg CO}_2\text{-eq}$ je ha und Jahr (im Derbholz $\text{Ø} > 7\text{cm}$) realisiert.

Durch die Schaffung von Erlenwäldern auf wiedervernässigten Moorböden ergäbe sich somit in der Summe eine Umweltentlastung von etwa $30.000 \text{ kg CO}_2\text{-eq}$ je ha und Jahr (vgl. Tab. 11, a und d).

Standorte mit einem durchschnittlichen jährlichen Grundwasserstand von 25 cm unter Flur (und tiefer) binden zwar verstärkt CO_2 im Derbholz. Gleichzeitig werden jedoch durch Torfmineralisation im aufgelockerten Oberboden sehr viel Kohlendioxid und Lachgas emittiert (siehe c) in Tab. 11). In der Summe ergibt sich somit eine bedeutsame Freisetzung treibhausrelevanter Gase, die in der gleichen Größenordnung wie bei Grasland-Niedermoorstandorten (mit ihren verdichteten Oberböden) liegt (siehe d) in Tab. 11). Zwar ist die Datengrundlage gerade für diese feuchten Standorte sehr beschränkt, die beobachtete Tendenz legt aber nahe, dass eine Aufforstung dort keine Klimavorteile bringt. Mehr Forschung ist hier dringend erforderlich.

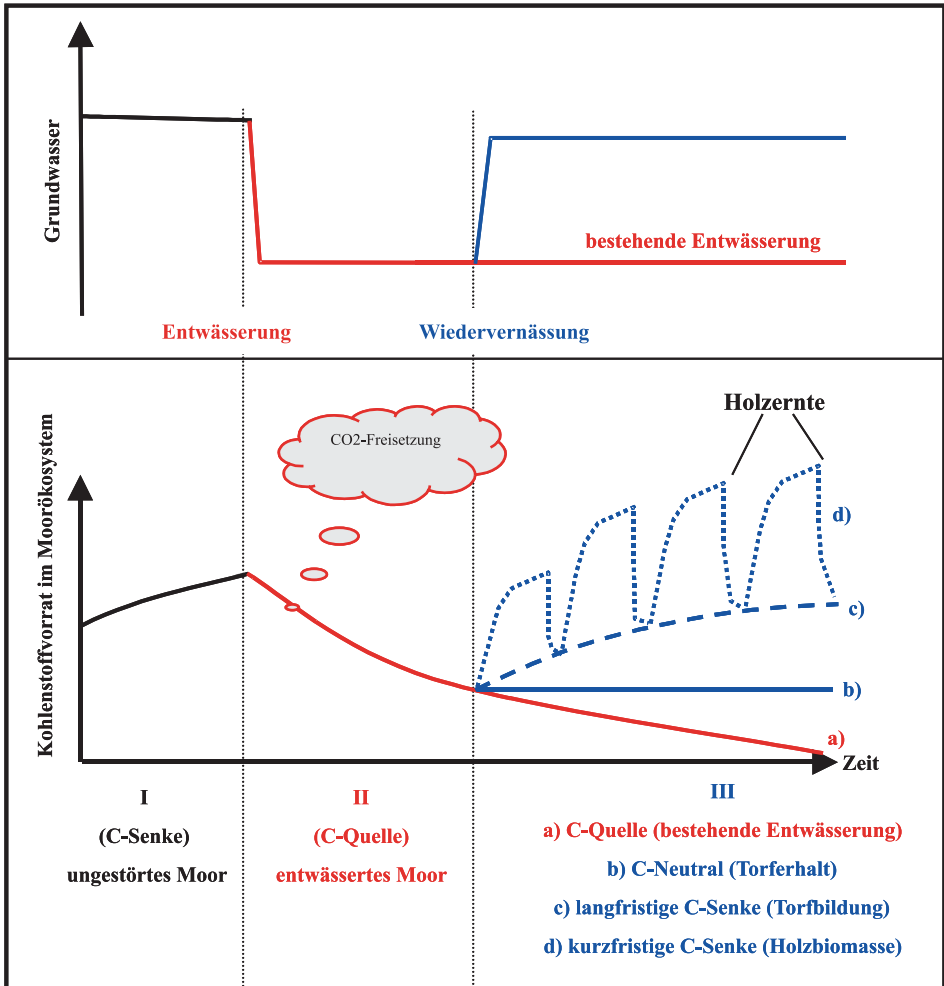


Abb. 4 Wasserstands- und Kohlenstoffvorratsänderung auf Moorstandorten

Tab. 13: Klimawirkung von Erlenwäldern unterschiedlicher Nässe und entwässertem Niedermoor-Grünland

	klimatische Wirkung (in CO ₂ -Äquivalenten) ¹⁾ kg / ha / a		
a) halbnasser Erlenwald, Grundwasser Ø 10 cm unter Flur			
Kohlendioxid (Torfbildung/-erhalt) ²⁾	-2.373	bis	+/-0
Kohlendioxid (Derbholz, EKL I,5 bzw. II,5) ³⁾	-8.349		-5.973
Methan ²⁾	814	bis	4.265
Lachgas ²⁾	492		492
	□	-9.416	bis -1.216
	Spannenmitte -5.316		
b) nasser Erlen-Sumpfwald, Grundwasser Ø 5 cm über Flur			
Kohlendioxid (Torfbildung) ²⁾	-1.683		-1.683
Kohlendioxid (Derbholz, EKL IV) ³⁾	-3.211		-3.211
Methan ²⁾	40	bis	11.461
Lachgas ²⁾	49		49
	□	-4.805	bis 6.616
	Spannenmitte 906		
c) feuchter Erlenwald, Grundwasser Ø 25 cm unter Flur			
Kohlendioxid (Torfzehrung) ²⁾	31.233		34.610
Kohlendioxid (Derbholz, EKL I) ³⁾	-9.634		-9.634
Methan ²⁾⁾	4	bis	5.353
Lachgas ²⁾	7.131		7.131
	□	28.734	bis 37.460
	Spannenmitte 33.097		
d) entwässertes Grasland-Niedermoor⁴⁾			
Kohlendioxid (Torfzehrung)	10.633	bis	24.567
Methan	-44	bis	106
Lachgas	147	bis	13.218
	□	10.736	bis 37.891
	Spannenmitte 24.314		

Negative Zahlen bedeuten eine Nettoaufnahme von Treibhausgasen durch Niedermoore. Die Wasserstandsangaben der Erlenwälder resultieren aus Versuchsreihen mit dieser Wasserstandseinstellung. 1) Umrechnung in CO₂-Äquivalente (CO_{2-eq}) nach SCHIMMEL et al. 1996, S. 121; angenommener Zeithorizont nach Art. 5 Kyoto-Protokoll 100 Jahre, Treibhausgaspotenzial: Methan = 21; Lachgas = 310 CO₂-Äquivalente. 2) Angaben nach ALNUS-Forschung 2005. 3) Angaben nach LOCKOW 1994. 4) Angaben nach AUGUSTIN 2001. Die Zahlenangaben in der Tabelle 11 basieren auf Hochrechnungen von Spurengasmessungen und Torfakkumulationsraten deren Aussagegehalt aufgrund methodischer Probleme und der geringen Zahl der Messergebnisse noch eingeschränkt ist.

Eine weitere Umweltentlastung kann durch den Ersatz fossiler Brennstoffe (Öl, Kohle, Gas) mit Holz erreicht werden (Tab. 14). Zu beachten sind die unterschiedlichen zeitlichen Ebenen der Klimawirkungen. Torfbildung ist eine ewige und die Holzproduktion eine vorübergehende CO₂-Senke. Bei der Substitution fossiler Rohstoffe durch eine nachhaltige Holznutzung können aber auch dauerhaft CO₂-Emissionen vermieden werden.

Tab. 14: Klimaschutz durch eine nachhaltige moorschonende Erlenholzproduktion

	CO ₂ -Bindung kg CO ₂ / ha /a	
a) Ewige CO₂-Senke (fortwährende Torfbildung, s. Tab. 13)		
nasser Erlenwald, Grundwasser Ø 5cm über Flur	1683	
halbnasser Erlenwald, Grundwasser Ø 10cm unter Flur	0 - 2370	
b) Temporäre CO₂-Senke (Holzwachstum in 70 Jahren) ¹⁾		
Holzbiomasse	7.428	
Durchforstungsholz	2.588	
Stammholz	4.840	
c) CO₂-Emissionsvermeidung durch Substitution fossiler Brennstoffe		
	Heizölsubstitution Liter / ha / a	CO ₂ - Substitution kg CO ₂ / ha / a
bei energetischer Nutzung des Durchforstungsholzes	662	2.054
bei vollständiger energetischer Nutzung der Holzbiomasse	1.899	6.000

1) Werte nach Ertragstafel Lockow (1994), II. Ertragsklasse.

Bei den nach Klimaschutzaspekten besonders geeigneten Waldtypen halbnasser Standorte (Tab. 3, Anhang A 2-3) beträgt die Kohlenstofffestlegung im Holz etwa 6.000-8.000 kg CO₂ je ha und Jahr. In Erlenbeständen mit einem mittleren Ertragsniveau fallen rund 200 Vorratsfestmeter Durchforstungsholz (ca. 2.700 kg CO₂) je ha im Verlauf des Bestandeslebens an. Bleibt dieses Holz auf dem Waldboden liegen, dann wird nur ein geringer Teil davon dauerhaft im Torf gespeichert. Der größte Teil wird in kurzer Zeit zersetzt und ungenutzt als CO₂ in die Atmosphäre zurückgegeben. Bei einer energetischen Nutzung ersetzt dieses Holz fossile Rohstoffe (Heizöl, Kohle, Gas), und es verbleiben jährlich etwa 660 Liter Heizöl (ca. 2.000 kg CO₂) je ha und Jahr in ihren Lagerstätten. Diese positiven Klimaschutzwirkungen sind bei einer vollständigen Nutzung der Holzbiomasse entsprechend größer. Würde die gesamte Holzbiomasse nach 70 Jahren energetisch verwertet, dann könnten etwa 133.000 l Heizöl (420.000 kg CO₂) je ha substituiert und ein nachhaltiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

3.4.3 Lebensraumschutz

Die Untersuchung von Torfprofilen hat ergeben, dass etwa 20 % der Torfablagerungen Nordostdeutschlands Erlenholztorfe sind und damit zum großen Teil in nassen Erlen-Sumpfwäldern entstanden sind (SUCCOW & JOOSTEN 2001, S. 62). Heute sind derartige torfbildende Wälder äußerst selten und hochgradig schutzwürdig (vergleiche Tab. 15). Sie beherbergen eine große Zahl seltener Pflanzen und Tierarten (Tab. 16 und 17). Erlen-Eschen-Wälder und die ihnen entsprechenden Erlenforsten mit vergleichbarer Krautschicht gelten dagegen als häufig und ungefährdet. Dennoch bieten auch sie wertvollen Lebensraum für gefährdete Pflanzen- und Tierarten (Tab. 16 und 17).

Tab. 15: Gefährdung und Wertstufe von Erlen-Sumpfwäldern und Erlen-Eschen-Wäldern in Mecklenburg-Vorpommern

	Gefährdung	Wertstufe
Erlen-Sumpfwälder		
Kalk-Quellgehölz (1)	stark gefährdet	hochgradig schutzwürdig
Schaumkraut-Erlen-Gehölz (2)	gefährdet	hochgradig schutzwürdig
Wasserfeder-Erlen-Bruchgehölz (3)	gefährdet	hochgradig schutzwürdig
Walzenseggen-Erlen-Bruchgehölz (4)	gefährdet	hochgradig schutzwürdig
Zweizahn-Erlen-Bruchgehölz (5)	Vorwarnliste	schutzwürdig
Beinwell-Schwertlilien-Erlen-Bruchgehölz (6)	stark gefährdet	hochgradig schutzwürdig
Erlen-Eschen-Wälder		
Winkelseggen-Erlen-Eschen-Gehölz (7)	Vorwarnliste	schutzwürdig
Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Gehölz (8)	ungefährdet	schutzwürdig

Typologie nach Braun-Blanquet-Methode (Assoziationen): Erlen-Sumpfwälder: Gesellschaften sehr nasser Standorte aus *Alnetalia glutinosae* und *Cardamino-Fraxinion*: 1 *Cratoneuro filicini-Alnetum glutinosae*, 2 *Cardamino amarae-Alnetum glutinosae*, 3 *Hottonio palustris-Alnetum glutinosae*, 4 *Carici elongatae-Alnetum glutinosae*, 5 *Bidens cernua-Alnus glutinosa*-Gesellschaft, 6 *Irido pseudacori-Alnetum glutinosae*, Erlen-Eschen-Wälder: Gesellschaften feuchtnasser Standorte aus *Alno-Fraxinetalia* und *Carici remotae-Fraxinion*: 7 *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*, 8 *Pruno padi-Fraxinetum excelsioris*, Quelle: CLAUSNITZER 2004.

Die meisten seltenen und geschützten Arten dürften nach Wiedervernässung ebenso gut in Erlenforsten wie in natürlich entstandenen Feuchtwäldern leben. 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. Natürlich entstandene Feuchtwälder haben lediglich eine gemischtere Baumartenzusammensetzung, eine höhere Unterholzdichte und einen höheren Anteil stehenden Totholzes. Ein solcher Strukturreichtum ist förderlich für die Artenvielfalt. Da sich andere Gehölzarten von selbst in die Forsten einmischen, kann der Strukturreichtum durchaus auch im Sinne der Artenvielfalt gesteuert werden.

Tab. 16: Gefährdete höhere Pflanzenarten in Erlen-Sumpfwäldern (ES) und Erlen-Eschen-Wäldern (EEW)

Pflanzenart	wissenschaftlicher Name	Vorkommen in		
		RL M-V	ES	EEW
Sumpf-Schaumkraut	<i>Cardamine dentata</i>	3	x	
Wasserfeder	<i>Hottonia palustris</i>	3	x	
Zungen-Hahnenfuß	<i>Ranunculus lingua</i>	3	x	
Gewöhnlicher Wasserschlauch	<i>Utricularia vulgaris</i>	3	x	
Schnabel-Segge	<i>Carex rostrata</i>	3	x	
Sumpf-Baldrian	<i>Valeriana dioica</i>	3	x	x
Sumpf-Sternmiere	<i>Stellaria palustris</i>	3	x	x
Wald-Engelwurz	<i>Angelica sylvestris</i>	3	x	x
Rasen-Segge	<i>Carex cespitosa</i>	2	x	x
Sumpf-Pippau	<i>Crepis paludosa</i>	3	x	x
Großes Zweiblatt	<i>Listera ovata</i>	3	x	x
Flammender Hahnenfuß	<i>Ranunculus flammula</i>	3	x	x
Gelbe Wiesenraute	<i>Thalictrum flavum</i>	2	x	x

RL MV = Rote Liste Mecklenburg-Vorpommern, Quelle: CLAUSNITZER 2001, 2004.



- Foto 11 (links oben): Naturnahes offenes Niedermoor am Bollwin-Fließ im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Foto: M. Succow).
- Foto 12 (rechts oben): Naturnaher Wasserfeder-Erlen-Sumpfwald auf sehr nassem Standort (5+, forstlich O1) im Wolfshagener Holz bei Schuenhagen (Foto: J. Schröder).
- Foto 13 (links unten): Stark entwässertes intensiv genutztes Niedermoorgrünland im Recknitztal zwischen Bad Sülze und Tribsees 1979 (Foto: M. Succow).
- Foto 14 (rechts unten): Alter Erlenforst auf stark entwässertem tiefgründigem Niedermoor im Trebeltal nordwestlich Demmin (Foto: A. Kaffke).

Aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes ist eine Wiedervernässung mit Erlenanpflanzung gegenüber dem Fortbestand entwässerter Moorflächen in der Regel weitaus wertvoller. Da feucht-nasse Lebensräume in der Vergangenheit so zurückgedrängt wurden ist ein hoher Anteil der an sie gebundenen Arten heute selten und gefährdet (ABDANK et al. 2004). In den durch die Komplexmeliorationen ausgeräumten Moorlandschaften dürfte die strukturelle Bereicherung durch Gehölzbestände von großem Wert sein. Lediglich nährstoffärmeren und artenreichen Feuchtwiesen oder Brachflächen (z. B. Pfeifengraswiesen, artenreiche Kohldistelwiesen und ihre Brachestadien) kommt selbst im entwässerten Zustand ein höherer Schutzstatus zu. An Pflanzenarten ärmere Feuchtwiesen sind nur beim Nachweis besonderer Tierarten als hochwertiger einzustufen.

Wenn entwässerte Moorflächen nicht mehr als Grünland genutzt werden, ist in der Regel ein deutlicher Artenrückgang zu verzeichnen. Diesen Zustand zu erhalten hat keine naturschutzfachlich vertretbaren Vorzüge. Allerdings werden auch entwässerte Flächen in manchen Fällen als geschützte Feuchtbiootope betrachtet (z. B. nach § 20 Landesnaturschutzgesetz M-V geschützte Seggen-, Schilf- oder Feuchtstaudenfluren), wodurch eine Aufforstung erschwert wird (Kap. 5).

Tab. 17: Seltene und gefährdete Wirbeltierarten in Erlen-Sumpfwäldern (ES) und Erlen-Eschen-Wäldern (EEW)

Tierart	wissenschaftlicher Name	Vorkommen, Brutplatz	
		ES	EEW
Fischotter	<i>Lutra lutra</i>	x	
Kranich	<i>Grus grus</i>	x	
Wasser-Ralle	<i>Rallus aquaticus</i>	x	
Waldwasserläufer	<i>Tringa ochropus</i>	x	
Nordische Wühlmaus	<i>Microtus oeconomus</i>	x	x
Klein-Specht	<i>Dendrocopus minor</i>	x	x
Schwarz-Storch	<i>Ciconia nigra</i>	x	x
Wald-Schnepfe	<i>Scolopax rusticola</i>	x	x
Moorfrosch	<i>Rana arvalis</i>	x	x
Kamm-Molch	<i>Triturus cristatus</i>	x	x

Quellen: Autorenkollektiv in CLAUSNITZER 2004, LUNG M-V 2004.

Alle Erlenwälder feuchterer Standorte sind geschützte Biotoptypen (§ 20 LNatG M-V, siehe LAUN M-V 1998). Damit genießen sie Bestandsschutz, eine ordnungsgemäße Forstwirtschaft (§§ 11 und 12 LWaldG M-V) bleibt aber generell und ohne besondere Einschränkungen gewährleistet, sofern der Charakter des Biotops erhalten bleibt (LFG M-V 2000). Dabei ist vor allem auf bodenschonende Bewirtschaftungsmaßnahmen und die Begrenzung der Kahlhiebfläche (über 2 ha wären genehmigungspflichtig) bei der Bestandesverjüngung zu achten. Erlenbestockung ist in jedem Falle naturnah, auch wenn sie forstlich begründet wurde und die Bestände bewirtschaftet werden, und folglich vereinbar mit den Schutzvorschriften. Nach der Natura 2000-Richtlinie der EU gehören birkenreiche, nährstoffärmere Ausbildungen sowie fließgewässerbegleitende Erlenbrüche beziehungsweise Erlen-Eschen-Wälder zu den prioritär zu schützenden Lebensräumen (SSYMANK et al. 1998). Auch hier gibt es für eine ordnungsgemäße Bewirtschaftung, die das Schutzgut erhält, keine Einschränkungen.

Es muss sichergestellt sein, dass die wirtschaftliche Nutzung von naturnahen Erlenwäldern, die jetzt neu aufgeforstet werden, nicht unverhältnismäßig durch Schutzvorschriften erschwert wird, die erst durch die Verbesserung der Lebensraumbedingungen infolge der Aufforstung relevant werden. Zurzeit stimmen – auch auf behördlicher Ebene – die Auffassungen über zulässige waldbauliche Maßnahmen im Rahmen ordnungsgemäßer Forstwirtschaft, insbesondere bei der Bestandesverjüngung, in Gebieten der unterschiedlichen Schutzkategorien nicht immer überein. Um den Flächenanteil wertvoller, struktureicher und nachhaltig genutzter Landnutzungssysteme zu erhöhen, sind daher eindeutige Rahmenbedingungen für die forstliche Bewirtschaftung dieser Wälder zu formulieren. Erforderlichenfalls sind bestehende Rechtsvorschriften, die einer solchen Umsetzung entgegenstehen, in geeigneter Weise anzupassen.

3.4.4 Monetärer Wert und Honorierung ökologischer Leistungen

Das Ergebnis der volkswirtschaftlichen Rentabilitätsberechnung zeigt (Tab. 7), dass bei den zugrunde gelegten vorsichtigen Annahmen die Erlenholzproduktion durchaus rentabel sein kann (Variante 2 in Tabelle 7). Hierfür müssen jedoch bestimmte standörtliche Voraussetzungen er-

füllt sein (Kap. 3.2). Mit abfallendem Leistungsniveau verringert sich der Anteil an wertvollem Furnier- und Stammholz so stark, dass bei den derzeitigen Marktverhältnissen die Gesamtkosten des Produktionsverfahrens nicht durch die Erlöse gedeckt werden können.

Diese Kosten sind der Preis, den die Gesellschaft für die Erbringung der ökologischen Leistungen bezahlen müsste. Bei einer Emissionsvermeidung in Höhe von rund 30 t CO_{2-eq} (Tab. 13) liegen die CO₂-Vermeidungskosten bei der Erlenwirtschaft zwischen 0-4 EUR je t CO₂. Im Vergleich mit anderen Klimaschutzmaßnahmen ist dies ein sehr geringer Wert. Bei der Wasserkraft liegen die entsprechenden Kosten bei 22 EUR je t CO₂ und bei der Windkraft bei 70 EUR je t CO₂. In der wärmetechnischen Gebäudesanierung müssen 370-750 EUR je t CO₂ für die Vermeidung aufgewandt werden (GEIGER et al. 2004, S. 90, 103).

Der gesellschaftliche Nutzen einer Wiedervernässung und Erlenwirtschaft für den Klimaschutz kann anhand bestehender CO₂-Steuersätze oder der Preise für Emissionszertifikate abgeschätzt werden.

Seit Anfang 2005 liegt der CO₂-Ökosteuersatz bei Benzin in Höhe von etwa 60 EUR je t CO₂. Empirische Studien zeigen, dass die derzeitigen CO₂-Steuersätze noch nicht die gewünschte Lenkungswirkung entfalten können. Damit die angestrebten klimapolitischen Ziele erreicht werden können, sind deutlich höhere Steuersätze als die bislang eingeführten erforderlich (BACH et al. 2001, LUTZ & MEYER 2001). Seit Januar 2005 läuft der Handel mit CO₂-Emissionszertifikaten innerhalb der Europäischen Union gut. Im August 2005 lag der Marktpreis für CO₂-Zertifikate bei etwa 20 EUR je t CO₂ (Abb. 5).

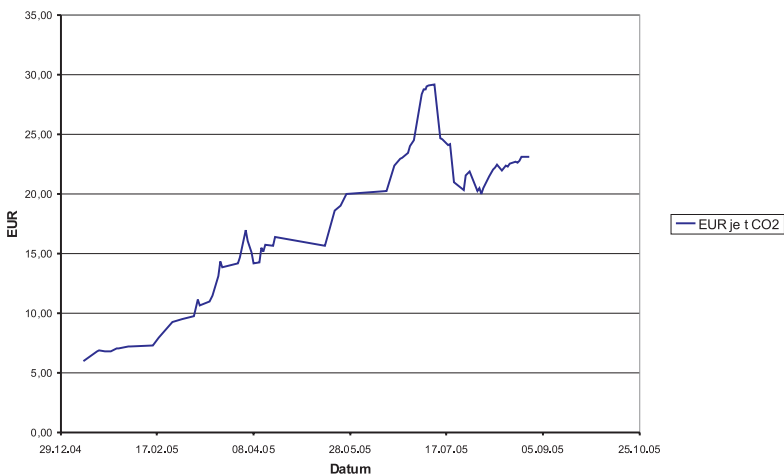


Abb. 5: Preisentwicklung am Europäischen Kohlenstoffmarkt

(Quelle: Eigene Auswertung nach <http://www.pointcarbon.de/>)

Bei diesen beiden marktwirtschaftlichen Anreizinstrumenten wird die Umweltverschmutzung mit einem Preis belegt. Wer die Umwelt belastet muss dafür bezahlen. Aber das umgekehrte sollte dann auch gelten. Nach Artikel 3 (3) Kyoto-Protokoll kann die Festlegung von Kohlenstoff in Wäldern und Böden angerechnet werden. Aus ökonomischer Sicht handelt es sich dabei um eine Leistung, die auch entsprechend honoriert werden sollte (SCHÄFER & DEGENHARDT

1999, SCHÄFER 2003). Dies geschieht aber gegenwärtig in Deutschland aus politischen Gründen (noch) nicht.

Durch die Wiedervernässung und Aufforstung mit Erlen können Emissionen von etwa 30 t CO₂ je ha und Jahr (Tab. 13) vermieden werden. Würde der Kohlenstoffeingang einer umweltverträglichen Erlenwirtschaft in vollem Umfang mit der Ausgabe von Zertifikaten belohnt, dann könnte allein durch den Verkauf von Zertifikaten derzeit ein Erlös von rund 600 EUR je ha und Jahr realisiert werden.

Bei begrenztem Angebot und zunehmender Nachfrage wird auch in Zukunft ein weiterer Preisanstieg für CO₂-Zertifikate prognostiziert. Derzeit noch nicht absehbar ist, ob in nachfolgenden Verpflichtungsperioden ab 2013 weitere spürbare Preiseffekte am Kohlenstoffmarkt zu erwarten sind. Mit zunehmenden Vermeidungszielen würden die Vermeidungskosten je Tonne CO₂ ansteigen und somit auch zu einem höheren monetären Wert der Kohlenstoffsenkenfunktion führen. Sowohl im Vergleich mit real anfallenden Vermeidungskosten als auch im Vergleich mit derzeitigen Marktpreisen für CO₂ liegt der volkswirtschaftliche Nutzen einer Wiedervernässung und Aufforstung für den Klimaschutz deutlich über den Kosten, die bei einer defizitären Erlenholzproduktion entstehen (Variante 1 in Tab. 7).

Weitere wichtige landschaftsökologische Leistungen (Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes, Nährstoffsenke und Schadstofffilter), der Erhalt von Biodiversität (Arten- und Biotopschutz) sowie die Erholung und der Fremdenverkehr können ansatzweise monetär bewertet werden (Tab. 18). Der monetäre Wert ergibt sich aus den eingesparten Ausgaben für präventive Maßnahmen, Verbesserungen der Produktivität oder den Wiederherstellungskosten. Andere Ansätze, so genannte Zahlungsbereitschaftsanalysen, schätzen den gesellschaftlichen Nutzen von Feuchtgebieten durch direkte Befragung (einen Überblick geben TURNER et al. 2003).

Tabelle 18 unterstreicht den hohen Stellenwert der ökologischen Leistungen für die gesellschaftliche Wohlfahrt. Durch Wiedervernässung und Aufforstung erhält die Gesellschaft diese ökologischen Leistungen kostenlos dazu.

Tab. 18: Monetäre Bewertung ökologischer Leistungen europäischer Feuchtgebiete

Autor	Region	Bewertete Leistung	Ergebnis EUR/ha /a ¹⁾
WILLIS 1990	England	Habitatschutz, Biodiversität	64-1.177
HANLEY & CRAIG 1991 ²⁾	Schottland	Habitatschutz, Biodiversität	28
KOSZ et al. 1992 ²⁾	Österreich	Forst- und Landwirtschaft, Fischerei, Erholung	436
FOLKE 1991 ²⁾	Schweden, Gotland	Nährstoffsenke, Fischfang, Wasserdargebot	200
GREN 1994 ²⁾	Schweden, Gotland	Stickstoffsенke, Fischfang, Wasserdargebot	200-489
HAMPICKE & SCHÄFER 1997	Deutschland	Erhalt von Arten und Biotopen	512
SCHÄFER 2004	Deutschland	Nährstoffsенke, Abwasserreinigung	620-858

1) Umrechnung von GBP, USD und DEM in EUR₍₂₀₀₅₎ 2) Zitiert nach: GREN & SÖDERQVIST 1994.

3.5 Fazit

Eine umweltverträgliche Erlenholzproduktion ist auf Niedermoorböden möglich. Die entscheidende Größe hierbei ist der Wasserhaushalt.

Für die Wertholzerzeugung muss die standörtliche Ausstattung der Moore geeignet sein, innerhalb eines relativ kurzen Produktionszeitraums starke Stämme erzeugen zu können. Dafür geeignet sind nährstoffreiche, feuchte bis mäßig feuchte Standorte (Wasserstufen 3+ bis 2+, forstliche Feuchtestufen nass/O3 bis feucht/O4, vgl. Kap. 4.1, Anhang A 2-3⁴). Auf halbnassen Standorten (4+, sumpfig/O2) sind gute Wachstumsleistungen im Zusammenhang mit einer horizontalen Grundwasserbewegung zu erwarten. Insbesondere auf Quellmoorstandorten werden sehr gute Bonitäten erzielt. Nasse Standorte (5+, sehr sumpfig bis sumpfig/O1-O2) mit langzeitigem bis ganzjährigem Überstau, besonders in Verbindung mit stagnierender Nässe, sind für die Wertholzerzeugung aufgrund geringer Zuwachsleistungen der Erle ungeeignet.

Für den Moor- und Klimaschutz ist der aus forstbetrieblicher Sicht für die Wertholzerzeugung ungeeignete Bereich natürlich nasser Moorstandorte (5+, forstlich weitgehend O1-2, Erlen-Sumpfwälder) als günstig zu beurteilen. Nach unseren Erkenntnissen können jedoch auch halbnasse Standorte mit Wasserständen knapp unter Flur (4+, forstlich weitgehend O2) eine leicht positive Kohlenstoffbilanz des Bodens aufweisen oder den Erhalt des Torfkörpers zumindest weitgehend ermöglichen (Tab. 13). Aufgrund hoher Holzmasseproduktion ergibt sich gerade bei ihnen eine sehr günstige Klimawirkung, wenn die CO₂-Speicherung im Holz (Tab. 13) oder sogar der Ersatz fossiler Brennstoffe bei zusätzlicher energetischer (Brennholz-) Nutzung (Tab. 14) berücksichtigt werden. Die mit der Wiedervernässung verbundene Aufforstung bewirkt somit eine Umweltentlastung. Aufforstung von entwässerten Standorten (2+ und 3+, forstlich O4 und weitgehend O3) entlastet demgegenüber die Umwelt nicht, auch nicht im Vergleich zum Ausgangszustand mit entwässertem Niedermoor-Grasland.

Als Vorzugsbereich für die umweltverträgliche Erlenwertholzerzeugung können folglich wiedervernässte nährstoffreiche Moorböden halbnasser Standorte empfohlen werden, die zumindest phasenweise eine gewisse Wasserzügigkeit aufweisen und die den Vegetationsformengruppen Schaumkraut-Winkelseggen-Eschen-Erlen-Wälder und Großseggen-Eschen-Erlen-Wälder entsprechen (bisher meist als Schaumkraut- und Großseggen-Erlenwälder bezeichnet, vgl. Anhang A 2-4). Für den Fall, dass zukünftig geringwertige Holzsortimente – insbesondere zur energetischen Nutzung – verstärkt nachgefragt werden, wäre auch der nasse Standortbereich (5+, forstlich O1-2) prinzipiell für eine Erlenbewirtschaftung geeignet.

Auch aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes können die Erlen-Forste der halbnassen Moorstandorte durchaus als wertvolle Lebensräume betrachtet werden.

Eine betriebswirtschaftlich rentable Erlenwertholzerzeugung wäre bei den aktuellen Holzpreisen und den derzeitigen Instrumentarien der Förderung auf gutwüchsigen Standorten möglich. Allerdings bewirkt die aktuelle Grünlandförderung, dass an herkömmlichen landwirtschaftlichen Nutzungsformen, wie etwa einer extensiven Grünlandnutzung, festgehalten wird. Aus kurzfristigem betriebswirtschaftlichem Kalkül wird so die Einführung einer umweltverträglichen

4) Die Wasserstufen und die forstlichen Feuchtestufen sind nicht vollständig miteinander kompatibel. Die genauesten Aussagen für die Klimawirkungen erlauben die Wasserstufen, woran sich dieser Leitfaden deshalb primär orientiert.

chen Nutzungsform erschwert oder sogar gänzlich verhindert. Ein größerer Anreiz wird erst entstehen, wenn die zusätzlich erbrachten ökologischen Leistungen (Klimawirkung, Artenschutz etc.) honoriert werden. Die CO₂-Vermeidungskosten sind im Vergleich mit anderen Klimaschutzmaßnahmen sehr niedrig. Eine Honorierung dieser ökologischen Leistungen muss also aus volkswirtschaftlicher Sicht empfohlen werden (s. Kap. 6.3).

4 Praktische Umsetzung

4.1 Eignungsprüfung von Flächen

Naturschutzfachliche Eignung

Für die naturschutzfachliche Eignung ist zunächst der Schutzstatus der Fläche zu prüfen. Es gibt Schutzgebietskategorien, die eine Aufforstung ausschließen oder einschränken (Tab. 19). In den bedingt geeigneten Schutzgebieten muss mit der zuständigen Naturschutzbehörde im Einzelfall geklärt werden, ob eine Aufforstung der Schutzgebietsverordnung entgegensteht.

Tab. 19: Schutzgebiete und naturschutzfachliche Eignung

naturschutzfachliche Eignung	Schutzgebietskategorie
Nicht in Frage kommend	Nationalpark Totalreservate in Naturschutzgebieten
Bedingt geeignet	Landschaftsschutzgebiet Naturpark Biosphärenreservat FFH-Gebiet Vogelschutzgebiet geschützte Biotope und Geotope NSG-Flächen ohne Totalreservatsstatus

Informationsquellen: siehe Anhang A1

Es gibt weitere Kriterien, die einer Erstaufforstung entgegenstehen: Naturnaher Zustand des Moores, Vorkommen besonders geschützter Pflanzen und Tiere und „Vorkommen von Rastplätzen und Nahrungsplätzen von Zugvogelarten“ (Gänse, Watvogelarten, Kraniche u. a.).

Oft wird auch die Auswirkung einer Erstaufforstung auf das Landschaftsbild geprüft. Derartige Auswirkungen sind allerdings schwer zu beurteilen. Aufforstungen dürften in gehölzarmen Niederungslandschaften eher belebend wirken denn als störend empfunden werden. Allgemeinverbindliche Aussagen sind nicht möglich. Es muss immer der Einzelfall geprüft werden.

In der aktuellen Genehmigungspraxis (Kap. 5.3) finden weitere Kriterien Anwendung, die aus derzeitiger wissenschaftlicher Sicht jedoch fragwürdig sind (vgl. Kap. 6).

Standörtliche Eignung

Die standörtliche Eignung wird von den Feuchtebedingungen, der Nährstoffsituation und der Säure-Basen-Versorgung bestimmt (Kap. 3.1, 3.2, 3.4). Diese Eigenschaften können am einfachsten mit Hilfe von Standortseiserpflanzen eingeschätzt und flächig kartiert werden. Messdaten können jederzeit festgestellt werden, sind aber aufwändig zu erheben und zeigen oft nur momentane Zustände. Standortseiserarten reagieren etwas verzögert auf Standortänderungen, geben aber auf einfachem Wege flächige Informationen über die aktuellen Bedingungen. Da für den Erlenanbau vorgesehene Gebiete in der Regel nach einer Wiedervernässung noch im unbewaldeten Zustand beurteilt werden müssen, werden hier nicht nur Weiserarten geeigneter Waldstandorte, sondern auch solche der entsprechenden Offenvegetation aufgeführt (vergleiche auch SCHULZE & KOPP 1996, CLAUSNITZER & SUCCOW 2001, KOSKA et al. 2001b sowie SUCCOW & ROTH 2001).

Der bevorzugte Bereich umfasst die Wasserstufe „halb Nass“ (4+) (Kap. 3.5). Diese entspricht weitgehend der forstlichen Feuchtestufe „sumpfig“ (für Moorböden O2) und den Waldtypen Großseggen-Eschen-Erlen-Wald und Schaumkraut-Winkelseggen-Eschen-Erlen-Wald (s. Tab. 3, Anhang A 2-3). Lang anhaltende und hohe Überflutungen sind ungünstig für das Erlenwachstum (Kap. 2.1). Tabelle 20 zeigt, in welchem Rahmen sich die Wasserstände eines Anbaugebietes bewegen sollten. Gebiete mit Quellzuflüssen und durchsickerndem, bewegtem Wasser bringen beste Wuchsleistungen, während staunasse Standorte, vor allem wenn sie mit hohem Überstau verknüpft sind, nur mäßig ertragreich sind (Kap. 3.2).

Tab. 20: Feuchtebedingungen für eine umweltverträgliche Erlenwirtschaft

Wasserstand / Standortsstufe	
Wasserstandsmittel Jahr	0 bis 20 cm unter Flur
Wasserstandsmittel Winter-Frühjahr	5 über bis 15 cm unter Flur
Wasserstandsmittel Sommer-Herbst	5 bis 50 cm unter Flur
mittlerer Höchststand Winter-Frühjahr	20 über bis 10 cm unter Flur
mittlerer Tiefstand Sommer-Herbst	5 bis 90 cm unter Flur
forstliche Standortsstufe	sumpfig O2 (bis Nass O3)
landwirtschaftliche/vegetationsökologische Standortsstufe	halb Nass 4+

Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005.

Beste Wuchsleistungen erreicht die Erle im Bereich basenreicher und nährreicher Flächen (Tab. 21). Saure und mäßig nährstoffarme Flächen sollten gemieden werden. Ausschlussflächen mit sauren oder nährstoffarmen Böden sind an der Artenausstattung gut kenntlich (Tab. 24). Sie sollten aufgrund ihrer Seltenheit als Vorrangflächen für den Naturschutz gelten.

Tab. 21: Nährkraft und Basenversorgung – Eigenschaften für optimales Erlenwachstum

Trophie/Nährstoffversorgung	$C/N_{0-5\text{ cm}} < 20$
forstliche Standortsstufe	Mull bis mullartiger Moder (n6-n8)
vegetationsökologische Standortsstufe	kräftig (e-k), reich (e-r), sehr reich (p)
Säure-Basen-Versorgung	$pH_{CaCl\ 0-5\text{ cm}} > 4,8$
forstliche Standortsstufe	sehr-ziemlich basenreich (b6-b8)
vegetationsökologische Standortsstufe	subneutral (sub), kalkhaltig (ka)

Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005 und CLAUSNITZER & SUCCOW 2001.

Tab. 22: Feuchte-Weiser

	Wasserstufe				
	5+	4+	3+	2+	2-
Berle (<i>Berula erecta</i>)					
Kleine Wasserlinse (<i>Lemna minor</i>)					
Scheinzyper-Segge (<i>Carex pseudocyperus</i>)					
Steif-Segge (<i>Carex elata</i>)					
Wasserfeder (<i>Hottonia palustris</i>)	W				
Wasserkresse (<i>Rorippa amphibia</i>)	O				
Bitteres Schaumkraut (<i>Cardamine amara</i>)	W	W			
Sumpf-Dotterblume (<i>Caltha palustris</i>)					
Sumpffarn (<i>Thelypteris palustris</i>)					
Sumpf-Labkraut (<i>Galium palustre</i>)					
Sumpf-Vergissmeinnicht (<i>Myosotis scorpioides</i>)					
Wald-Simse (<i>Scirpus sylvaticus</i>)					
Bittersüßer Nachtschatten (<i>Solanum dulcamara</i>)					
Blutweiderich (<i>Lythrum salicaria</i>)					
Echtes Mädesüß (<i>Filipendula ulmaria</i>)					
Ufer-Wolfstrapp (<i>Lycopus europaeus</i>)					
Gewöhnlicher Wasserdost (<i>Eupatorium cannabinum</i>)					
Wasser-Schwertlilie (<i>Iris pseudacorus</i>)					
Bach-Nelkenwurz (<i>Geum rivale</i>)					
Kohldistel (<i>Cirsium oleraceum</i>)					
Rohrglanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i>)					
Sumpf-Pippau (<i>Crepis paludosa</i>)					
Wechselblättriges Milzkraut (<i>Chrysosplenium alternifolium</i>)	W	W	W	W	
Winkel-Segge (<i>Carex remota</i>)	W	W	W	W	
Große Brennessel (<i>Urtica dioica</i>)					
Gewöhnliches Rispengras (<i>Poa trivialis</i>)					
Gewöhnliche Quecke (<i>Elytrigia repens</i>)		O	O	O	O
Riesen-Schwingel (<i>Festuca gigantea</i>)		W	W	W	W
Stinkender Storchschnabel (<i>Geranium robertianum</i>)		W	W	W	W
Wiesen-Rispengras (<i>Poa pratensis</i>)		O	O	O	O

Legende: Wasserstufen nach KOSKA 2001, vgl. Tab. 3, Anhang A 2-4, dunkelblau: Vorkommen in Wald und Offenland, mittelblau: bevorzugt in Wald (W) oder Offenland (O) vorkommend, hellblau: Vorkommen nur spärlich auf Mikroreliiefehörungen (Bulte, Totholz). Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005 und CLAUSNITZER & SUCCOW 2001, Weisereigenschaften für offene Vegetation nach KOSKA et al. 2001b, SUCCOW & ROTH 2001.

Tab. 23: Wasserregime-Weiser

	Wasserregimetyyp		
	P	W	Ü
Bitteres Schaumkraut (<i>Cardamine amara</i>)			A
Berle (<i>Berula erecta</i>)			A
Bach-Bunge (<i>Veronica beccabunga</i>)			A
Rispen-Segge (<i>Carex paniculata</i>)			A
Sumpf-Sternmoos (<i>Plagiomnium elatum</i>)			A
Wald-Simse (<i>Scirpus sylvaticus</i>)			A
Wasserfenchel (<i>Oenanthe aquatica</i>)			
Gift-Hahnenfuß (<i>Ranunculus sceleratus</i>)			
Flutender Schwaden (<i>Glyceria fluitans</i>)			
Wasserpfeffer (<i>Persicaria hydropiper</i>)			
Erz-Engelwurz (<i>Angelica archangelica</i>)			
Schwarzfrüchtiger Zweizahn (<i>Bidens frondosa</i>)			
Hopfen-Seide (<i>Cuscuta europaea</i>)			
Gelbe Wiesenraute (<i>Thalictrum flavum</i>)			

Legende: Wasserregimetyypen nach KOSKA 2001 (vereinfacht): P: bewegtes Bodenwasser (Perkolationsregime),

W: stagnierendes Bodenwasser (Wechselnässeregime), Ü: intensive Fließgewässerüberflutung (Auenüberflutungsregime); dunkelgrau: Vorkommen in Wald und Offenland, A: nur in Ausbildungen mit dauerhafter Wasserbewegung.

Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005 und CLAUSNITZER & SUCCOW 2001, Weisereigenschaften für offene Vegetation nach KOSKA et al. 2001b, SUCCOW & ROTH 2001.

Tab. 24: Nährkraft-Weiser

	Trophie		Basen-Versorgung	
	mäßig nährstoff- arm (m)	nährstoff- reich (k bis sr)	sauer (sau)	basen- reich (sub-ka)
Blaubeere (<i>Vaccinium myrtillus</i>)				
Borstgras (<i>Nardus stricta</i>)	O		O	
Gekrümmtastiges Torfmoos (<i>Sphagnum recurvum</i>)				
Grau-Segge (<i>Carex canescens</i>)				
Siebenstern (<i>Trientalis europaea</i>)	W		W	
Blutauge (<i>Potentilla palustris</i>)				
Blutwurz (<i>Potentilla erecta</i>)				
Nordisches Labkraut (<i>Galium boreale</i>)				
Sumpf-Calla (<i>Calla palustris</i>)				
Sumpf-Torfmoos (<i>Sphagnum palustre</i>)				
Kleine Wasserlinse (<i>Lemna minor</i>)				
Sumpf-Labkraut (<i>Galium palustre</i>)				
Sumpf-Reitgras (<i>Calamagrostis canescens</i>)				
Ufer-Wolfstrapp (<i>Lycopus europaeus</i>)				
Bitteres Schaumkraut (<i>Cardamine amara</i>)	W	W		W
Bittersüßer Nachtschatten (<i>Solanum dulcamara</i>)				
Große Brennessel (<i>Urtica dioica</i>)				
Echtes Mädesüß (<i>Filipendula ulmaria</i>)				
Großes Springkraut (<i>Impatiens noli-tangere</i>)				
Kohldistel (<i>Cirsium oleraceum</i>)				
Gewöhnliche Quecke (<i>Elytrigia repens</i>)	O	O		O
Rohrglanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i>)				
Sumpf-Segge (<i>Carex acutiformis</i>)				
Ufer-Segge (<i>Carex riparia</i>)				
Wasser-Knöterich (<i>Persicaria amphibia</i>)	O	O		O
Wechselblättriges Milzkraut (<i>Chrysosplenium alternifolium</i>)	W	W		W

Legende: Trophie- und Säure-Basen-Stufen nach SUCCOW 1988 (teils vereinfachend zusammengefasst): m: mesotroph-mittel, k bis sr: kräftig bis sehr reich, sub-ka: subneutral bis kalkhaltig; dunkelblau: Vorkommen in Wald und Offenland, mittelblau: bevorzugt in Wald (W) oder Offenland (O) vorkommend. Quelle: ALNUS-FORSCHUNG 2005 und CLAUSNITZER & SUCCOW 2001, Weisereigenschaften für offene Vegetation nach KOSKA et al. 2001b, SUCCOW & ROTH 2001.

Die standörtlichen Anforderungen müssen dauerhaft gesichert sein. Es ist zu prüfen, ob im Einzugsgebiet wasserwirtschaftliche Eingriffe geplant sind. Wasserstandsregulierungen wirken sich zumeist flächenübergreifend aus. In gepolderten Mooren ist daher das Meliorationssystem insgesamt zu berücksichtigen. Umfassende Informationen dazu halten die zuständigen Wasser- und Bodenverbände bereit. Für die Poldergebiete können zusätzliche Informationen aus der so genannten „Schöpfwerksstudie“ genutzt werden (enthalten im Landesinformationssystem (LINFOS) Mecklenburg-Vorpommern).

4.2 Vernässung zu trockener Flächen

Bei der Vernässung zu trockener Niedermoorstandorte ergeben sich zwei Fallgruppen: Kleine Moore, die aufgrund ihrer überschaubaren Größe und Landschaftseinbindung ohne großen Aufwand vernässt werden können, und großflächige Moore, die im Rahmen eines komplexen Projektes vernässt werden. Bei ersteren ist eine Erlenaufforstung flächig, bei letzteren auf Teilflächen möglich.

Einen Überblick zu allen relevanten Aspekten von Wiedervernässungsmaßnahmen (Planung, Beanttragung, Umsetzung, Pflege und Monitoring) gibt der „Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten in Brandenburg“ (LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG 2004).

Kleines isoliertes Moor (< 30 ha)

Kleine isolierte Moore haben den Vorteil, dass die notwendigen Untersuchungen weniger aufwändig und die Vernässungsmaßnahmen (z.B. Grabenanstau, Grabenverfüllung) einfacher umsetzbar sind als in großflächigen Mooren. Zuerst werden Zustand und Wirkung des vorhandenen Meliorationssystems bewertet. Nach der Ermittlung der aktuellen Wasserstände (Kap. 4.1) kann aus der Differenz von angestrebten und aktuellen Feuchtigkeitsverhältnissen die Vernässungsstärke abgeleitet werden (z.B. Wasserstandsanhhebung um 30 cm). Die Neigung der Fläche muss ermittelt werden, um die Wirksamkeit von Vernässungsmaßnahmen abzuschätzen. Das kann durch eine grobe Höhenvermessung erfolgen oder näherungsweise auch mit einem winterlichen Einstau, z.B. durch eine provisorische Dämmung mit eingeschlagenen Holzleisten. Falls Erkundungsunterlagen fehlen, sind zusätzlich zur Vermessung mehrere repräsentative Moorprofilansprachen notwendig, um die Moortiefe, Substratschichtung und den Vererdungsgrad der Torfe einzuschätzen. Diese Angaben sind die Grundlage für die Ableitung eines wirkungsvollen Vernässungsverfahrens (Tab. 25).

Die Grundlage einer jeden erfolgreichen Vernässung ist aber ein ausreichend hohes Wasserangebot, insbesondere in der Vegetationsperiode. Die notwendige Grundwasserspeisung wird vor allem von den geohydrologischen Verhältnissen im Einzugsgebiet bestimmt, die vor einer Vernässung analysiert werden müssen.

Großes, ausgedehntes Moor oder Polder

Die Vernässung kleiner Flächen innerhalb eines großen zusammenhängenden Moores oder Polders ist kaum durchführbar. Meist verfolgen Vernässungsprojekte (z.B. im Rahmen des Moorschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern) das Ziel einer möglichst starken flächenhaften Vernässung des gesamten Moores. Im Rahmen der Planung können häufig nur mehr oder weniger grobe Bereiche erwarteter Feuchtigkeitsverhältnisse angegeben werden. Eine flächenscharfe Auswahl von Aufforstungsflächen vor der Vernässung ist deshalb in den meisten Fällen nicht sinnvoll.

Schon vor der Vernässung können anhand einer Überflutungsanalyse die jährlichen möglichen Überflutungstage in jedem Höhenbereich des Moores ermittelt werden und ungeeignete Erlensstandorte (sommerlich überstaute Flächen) ausgewiesen werden. Dazu benötigt man eine aktuelle Höhenkarte des Moores und die langfristig gemessenen Wasserstände des Vorfluters. Nach Wiedervernässung müssen die tatsächlich eingetretenen Wasserverhältnisse mit den Prognosen abgeglichen werden. Wenn die Festlegung der Flächen sehr rasch nach der Vernässung erfolgen muss, kann eine Wasserstandskartierung schon im ersten Frühsommer nach Wiedervernässung erfolgen (siehe Kasten). Die langfristige Feuchtesituation kann jedoch durch eine einmalige Kartierung aufgrund von Unwägbarkeiten des Witterungsverlaufes nicht sehr genau eingeschätzt werden. Hierfür sind längerfristige Messungen oder Vergleiche mit amtlichen Dauermessstellen erforderlich.

Tab. 25: Vernässungsstrategie kleiner Moore

Moortyp	Vorkommen	Oberfläche	Mooraufbau	Vernässbarkeit	Vernässungsverfahren	Vernässungsaufwand	Eignung für den Erlenanbau
Grundwasser-Versumpfungsmoor	Talsandgebiete	Eben	flachgründig, sandunterlagert	gut vernässbar bei ausreichendem Wasserangebot	Grabenanstau, Grabeneinstau	gering	günstig
Stauwasser-Versumpfungsmoor	Grund- und Endmoränen	Eben	flachgründig, lehm-tonunterlagert	gut vernässbar bei ausreichendem Wasserangebot	Grabenüberstau	gering	eher ungünstig (stagnierendes Wasser)
Verlandungsmoor	keine Landschaftsbindung	eben	tiefgründig, muldeunterlagert	eher schwer vernässbar, schlechte sommerliche Wassernachlieferung	Grabenüberstau, Verschluss von Gräben	mittel	eher ungünstig
Quellmoor	Gletscherzungenbecken, Talrand	geneigt	tiefgründig	eher gut vernässbar, bei genügendem Wasserangebot	Überrieselung, Verschluss von Gräben	mittel bis hoch	günstig

Für die Wasserstandskartierung sollte eine feuchte Phase in der Vegetationsperiode gewählt werden. Es werden an ca. 100-200 m voneinander entfernten Talquerschnitten gleichmäßig verteilte Bohrlöcher von den oberflächlich vernässten Zonen bis zum Moorrand ausgewählt. Nach ein bis zwei Tagen kann der Wasserstand im Bohrloch abgelesen werden. Die Wasserstandstiefe zwischen den einzelnen Messpunkten muss interpoliert werden.

Eine flächenscharfe Kartierung geeigneter Areale kann einfach und verlässlich mit Hilfe von Standortseispflanzen erfolgen (Kap. 4.1). Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die Kartierung frühestens in der zweiten Vegetationsperiode nach einer Wiedervernässung, besser sogar nach zwei Jahren erfolgt. Der Ausfall empfindlicher Arten kann leicht erkannt werden, während neue Arten nur langsam einwandern. Ein weiterer Vorteil der Weiserpflanzen liegt darin, dass sie keine kurzfristigen Schwankungen, sondern die durchschnittlichen Bedingungen über mehrere Jahre reflektieren.

4.3 Bestandesbegründung

Die Erstaufforstung kann erst nach entsprechender Genehmigung umgesetzt werden. Es empfiehlt sich, forstlichen Sachverstand in Anspruch zu nehmen, bevor mit der Pflanzung begonnen wird. Gute Planung und Arbeitsvorbereitung helfen, Kosten für Nachbesserungen zu vermeiden. Die Ausführung der Arbeiten kann in Eigenregie oder durch beauftragte Dienstleistungsunternehmen erfolgen. Wenn eine Förderung der Erstaufforstung beantragt werden soll, ist darauf zu achten, dass die Maßnahme erst nach Zustellung des Förderbescheides zu realisieren ist. Es sollte daher ein genügend großer zeitlicher Vorlauf einkalkuliert werden.

Pflanzeitpunkt

Für die Bestandesbegründung kommen sowohl Herbstpflanzung wie auch Frühjahrspflanzung in Frage. Wegen der häufig bis in das Frühjahr hinein anhaltenden Wasserüberstauungen erweist sich auf organischen Böden die Pflanzung im späten Herbst oftmals als die günstigere Variante. Anderenfalls besteht die Gefahr, zu spät im Jahresverlauf – erst nach dem Austreiben der Erlen – mit der Pflanzung beginnen zu können. Das im Spätherbst verwendete Pflanzgut sollte daraufhin kontrolliert werden, ob die frischen Jahrestriebe bereits vollständig verholzt sind, um unbeschadet den Winter zu überstehen. Im zeitigen Frühjahr ist es erforderlich, die Pflanzreihen abzugehen und hochgefrorene Erlenpflanzen wieder aufzurichten und fest im Pflanzloch anzutreten.

Flächenvorbereitung

Wichtig für den Anwuchserfolg sind eine gute Verankerung der Pflanzen im Boden und die Beseitigung der Konkurrenzvegetation. Letzteres sollte aus ökologischen Gründen mechanisch erfolgen. Da es sich meist um ehemaliges Saatgrasland handelt, sind die Flächen gewöhnlich mit einem dichten Vegetationsfilz bedeckt, der vor der Pflanzung gemäht werden muss. Die dabei anfallende Biomasse sollte nach Möglichkeit abgefahren werden, um zu vermeiden, dass Hohlräume in den Pflanzplätzen durch zersetztes organisches Material entstehen.

Ob Bodenvorarbeiten nötig sind, hängt vor allem von den Feuchtigkeitsverhältnissen ab. Sehr hohe Grundwasserstände beziehungsweise weit in die Vegetationsphase reichende Überstauungen erfordern die Schaffung erhöhter Pflanzplätze. Dadurch wird gewährleistet, dass der Wur-

zehlals, der empfindlichste Teil der Pflanze, nicht permanent unter Wasser steht. Die Anlage dieser erhöhten Standplätze (Rabatten, Hügel) erfolgte in früheren Zeiten ausschließlich manuell, was heute jedoch für eine flächige Anwendung viel zu teuer wäre.

Die maschinelle Anlage rabattenähnlicher Kulturen ist mittlerweile technisch realisierbar – durch Kettenbagger mit überbreiten Laufwerken –, jedoch ökonomisch und ökologisch kritisch zu bewerten. Eine kostengünstige Alternative noch befahrbarer Böden ist das Aufpflügen beziehungsweise Auffräsen erhöhter Pflanzstreifen im Frühherbst. Direkt im Anschluss an die Bodenvorarbeiten erfolgt noch im Herbst die Kulturbegründung. Die Pflanzung auf den übereinander gepflügten und noch nicht verrotteten Grasplaggen sollte durch den zusätzlichen Einsatz eines Pflanzlochbohrers erleichtert werden (SCHRÖDER 2003). Anders als bei der herkömmlichen Spatenpflanzung gelingt es dadurch, die Grasnarbe unproblematisch zu durchstoßen und den Pflanzen ein komfortables, weil genügend großes und Standfestigkeit bietendes Pflanzloch zu schaffen. Damit ist der weitere Vorteil verbunden, recht große Pflanzensortimente mit starkem Wurzelwerk verwenden zu können, die einen erheblichen Startvorteil gegenüber der konkurrierenden Grasvegetation mitbringen. In dem ALNUS-Projekt konnten auf diese Weise beste Anwuchserfolge und hervorragendes Gedeihen der Erlenpflanzen erzielt werden. Die durch die Verwendung des Pflanzlochbohrers entstehenden Mehrkosten fallen bei geübten Arbeitskräften gering aus und werden durch den deutlich geringeren Nachbesserungsaufwand mehr als ausgeglichen.

Im Bereich etwas höher gelegener Standorte, auf denen keine längeren Überstauungen zu erwarten sind, entfällt die Notwendigkeit zur Schaffung derartiger Pflanzplätze. Auch hier empfiehlt sich jedoch das Pflanzverfahren unter Verwendung des leichten Einmann-Bohrgeräts. Auf gut befahrbaren Standorten wäre aus finanziellen Gründen auch die Pflanzung mit einer mehrreihigen Pflanzmaschine als Alternative denkbar. Die Pflanzen sollten dann nicht zu groß gewählt werden, damit das Wurzelwerk im Pflanzspalt nicht unnötig gestaucht wird. Nicht zielführend auf Nassstandorten ist die Erlenpflanzung in die Pflugsohle. Auf diese Weise setzt man die Erlen in der Kultur tiefer, als sie im Kamp gestanden haben. Die Folge kann sein, dass Wurzelhals und Wurzel bei einer eintretenden Überstauung absterben und auf diese Weise zu einem Steckling werden, der versucht, einen neuen Wurzelhals zu bilden (KREMSER 1957). Diesen Erlen mangelt es in der Regel dauerhaft an Vitalität.

Pflanzenherkunft

Gerade bei der Erle ist die Wahl geeigneter Herkünfte äußerst wichtig, da es viele verschiedene Lokalrassen mit sehr verschiedenen Ertrags- und Qualitätseigenschaften gibt (WEISS 1963). Die standörtlichen Verhältnisse im Anbaubereich müssen bei der Auswahl des Pflanzguts berücksichtigt werden, um zu vermeiden, nicht angepasste Provenienzen zu verwenden. Die einzelnen Bundesländer haben dazu nach natürlichen Klima- und Standortseigenschaften Herkunftsgebiete eingeteilt und auf dieser Grundlage Herkunftsempfehlungen für den Anbau der Erle herausgegeben (STEIGLEDER & KÄTZEL 2003). Auskünfte zu den regional am besten geeigneten Herkünften erteilen die zuständigen Forstbehörden.

Pflanzensortimente

Zur Kulturbegründung auf Moorstandorten eignen sich zweijährige verschulte Erlenpflanzen am besten. Dieses Pflanzenmaterial zeichnet sich durch stufig aufgebaute kräftige Triebe und ein weit verzweigtes Feinwurzelsystem aus. Gleich in der Startphase der Kultur werden dadurch eine gute Wasser- und Nährstoffaufnahme gesichert. Das Pflanzgut wird in verschiedene

Größenklassen sortiert: Beginnend bei 30 cm bis hin zu 180 cm Höhe erfolgt eine Zuordnung in fünf unterschiedliche Klassen. Abhängig vom gewählten Pflanzverfahren, dem Pflanzverband und der Begleitvegetation auf der Pflanzfläche bieten sich die beiden Größenklassen 80-120 cm und 120-150 cm als geeignete zweijährige Sortimente an. Insbesondere in Verbindung mit dem Verfahren Pflanzlochbohrer und üppiger Konkurrenz durch Gräser empfiehlt sich die Verwendung der größeren Pflanzen. Zu beziehen sind die Erlenpflanzen über private Forstbauschulen, die meist ein großes Angebot bereithalten.

Pflanzverband

Mit Wertholz als Ziel ist es wichtig, gleichmäßige und frühzeitig geschlossene Jungwüchse zu erziehen. Mit dem Bestandesschluss wird die natürliche Astreinigung eingeleitet und das Höhenwachstum der Bäume gefördert. Der gewählte Pflanzverband soll gleichzeitig diese Anforderungen erfüllen und andererseits nicht zu eng gewählt werden, weil damit höhere Kosten für den Pflanzenankauf und die ersten Pflegemaßnahmen einhergehen. Vor diesem Hintergrund werden bei durchschnittlichen Kulturrisiken und Verwendung der genannten Sortimente Pflanzanzahlen zwischen 3.000 und 3.500 Stück je ha Aufforstungsfläche empfohlen. Die Abstände zwischen den Reihen liegen im Bereich von 2,4-2,8 Meter. Der Pflanzabstand in der Reihe beträgt gleich bleibend 1,2 Meter. Diese Pflanzverbandsweite bringt in den ersten Standjahren geschlossene Jungwüchse mit einer genügend großen Zahl von Wertholzanzwärtlern hervor. Nur bei besonders widrigen standörtlichen Einflüssen ist es angebracht, engere Pflanzverbände und somit höhere Stückzahlen zu wählen. Im Falle der Inanspruchnahme von Fördergeldern sind die verbindlichen Bestimmungen der einzelnen Bundesländer zu den Mindestpflanzanzahlen zu berücksichtigen.



Foto 15 (links oben): Flächenvorbereitung der ALNUS-Pilotfläche (Herbst 2002) (Foto: A. Kaffke).

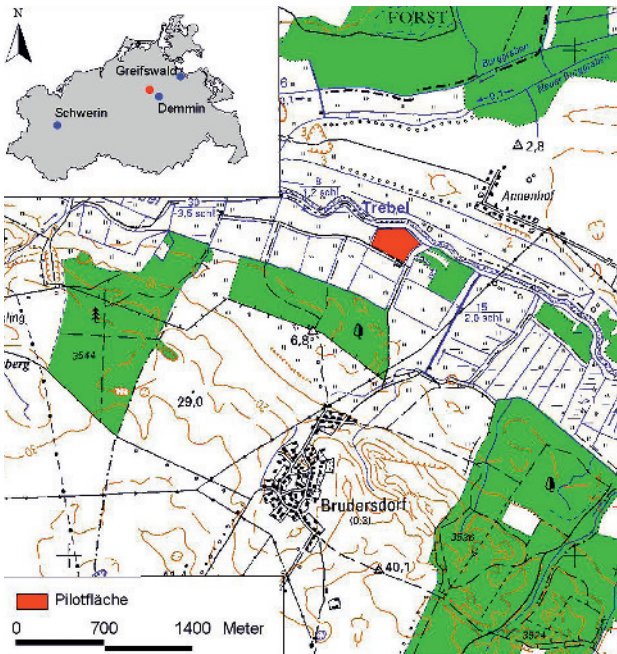
Foto 16 (rechts oben): Aufgefärschte Flachrabatten als Begründungsvariante (Herbst 2002) (Foto: A. Kaffke).

Foto 17 (links unten): Monitoring nach dem ersten Standjahr (Herbst 2003) (Foto: J. Schröder).

Foto 18 (links unten): Überstaute Pilotfläche (März 2005) (Foto: J. Schröder).

Ein gelungenes Umsetzungsbeispiel: Die ALNUS-Pilotfläche im Trebeltal

Im Herbst des Jahres 2002 wurde eine knapp 10 Hektar große Moorfläche im Trebeltal bei Brudersdorf (Landkreis Demmin) unter Leitung der Landesforstverwaltung Mecklenburg-Vorpommern mit Erle aufgeforstet. Nach den ersten drei Vegetationsperioden zeichnet sich ein erfreulicher Wachstumsverlauf der Erlen ab. Der gewählte Standort eignet sich besonders gut, grundsätzliche Fragestellungen im Zusammenhang mit der Folgenutzung von degradierten Niedermooeren zu erörtern. Die Fläche stellt einen repräsentativen Talmoorausschnitt mit typischen Bedingungen des pleistozän geprägten Tieflandes dar. Sie steht stellvertretend für einen erheblichen Flächenumfang vernässbarer Landschaftsteile.



Lage der Pilotfläche Brudersdorf
Darstellung auf der Grundlage von Geobasisdaten des Landesvermessungsamtes Mecklenburg-Vorpommern mit Erlaubnis der Universität Greifswald

Die Pilotfläche wird künftig als Anschauungs- und Diskussionsobjekt dienen können. Zum einen bezieht sich dies auf konkrete waldbautechnische Fragestellungen: Unterschiedliche Begründungsvarianten sind erprobt worden und unmittelbar nebeneinander vergleichend dargestellt. Auswirkungen auf den Anwuchserfolg und die Vitalität der Bäume werden durch ein Monitoring laufend dokumentiert. Neuartige Arbeitsverfahren wie die Bohrlochpflanzung in aufgefäste oder –gepflügte Kleinrabatten müssen den Beweis ihrer Praxistauglichkeit erbringen. Qualitative Folgen vergleichsweise weitständiger Pflanzverbände werden zu untersuchen sein.

Darüber hinaus soll die Pilotfläche einen Beitrag dazu leisten, integrativ abgestimmte Landnutzungskonzepte für Moorböden mit geringem Konfliktpotenzial an die Praxis heranzutragen.

Fragen zur Pilotfläche an:

Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern
Dezernat Forstliches Versuchswesen, Zeppelinstr. 3, 19061 Schwerin
ALNUS-Projekt, Tel.: 0385/6700-157, E-Mail: j.schroeder@lfg.mvnet.de

Schutzmaßnahmen und Kultursicherung

Anders als andere Laubbaumarten ist die Erle kaum durch Wildverbiss gefährdet. Ein Zaunbau ist daher in der Regel nicht notwendig. Beachtliche Schäden können allerdings Rehböcke verursachen, die an den Pflanzen ihr Gehörn fegen und ihren Einstand markieren. Oft kommt es dabei zu so schweren Rindenverletzungen, dass der Saftstrom gänzlich unterbrochen wird und der Primärtrieb abstirbt. Daher sollte insbesondere in den ersten Jahren der Rehwildbestand auf ein verträgliches Maß gesenkt werden.

Wegen der Wüchsigkeit der Erlen entfallen für gewöhnlich auch Maßnahmen der Kulturpflege. Bei sehr starkem Auftreten von Konkurrenzvegetation (Rohrglanzgras, Schilf, Reitgräser, Großseggen) kann es im ersten Standjahr ausnahmsweise erforderlich werden, die Pflanzen auszumähen. Gelegentlich stellt auch der Befall mit Hopfen ein Problem dar, der dann zurückgeschnitten werden sollte.

Darüber hinaus zeigt sich die Erle recht unempfindlich gegen abiotische (z.B. Frost) und biotische Schäden. Lediglich der Erlenrüßler (*Cryptorrhynchus lapathi* L.), eine Käferart, kann durch den Larvenfraß unter der Rinde und im Holzkörper gelegentlich zu merklichen Pflanzenverlusten führen, die eine Nachbesserung erforderlich machen (SCHWERDTFEGER 1981). Bedrohliche Pilzkrankheiten sind ebenso selten. Allerdings ist in den letzten Jahren ein neuartiges Krankheitsbild – ausgelöst durch die Wurzelhalsfäule verursachende so genannte Erlen-*Phytophthora* – hinzugetreten, das teilweise zum Absterben ganzer Bestände geführt hat (JUNG & BLASCHKE 2004). Das ganze Ausmaß dieser Krankheit und ihre Bedeutung für die Erlenwirtschaft sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht übersehbar. Empfehlungen zu Gegenmaßnahmen richten sich vor allem darauf, nur nachweislich nicht mit dem Erreger verseuchtes Pflanzmaterial aus den Baumschulen zu erwerben (HEYDECK 2003, SCHUMACHER 2003).

4.4 Bewirtschaftung

Sind die standörtlichen Voraussetzungen günstig, so wird man aus Gründen der Rentabilität die Produktion von Wertholz anstreben. Erlen-Werthölzer – dies sind Furnierstämme – zeichnen sich durch ihre Stärke und ausgezeichnete qualitative Eigenschaften aus. Die waldbauliche Behandlung der Erlen muss diesen Anforderungen gerecht werden. Durch die Anwendung geeigneter Durchforstungsstrategien lassen sich mit hoher Betriebssicherheit die gewünschten Ergebnisse realisieren.

Die Voraussetzung dafür ist eine frühzeitige Förderung der besten Bäume. Dieser Aspekt ist so wichtig, weil Höhen- und Durchmesserzuwachs bei der Erle äußerst früh im Entwicklungsablauf ihrem Höhepunkt zustreben. Beispielsweise kulminiert das Höhenwachstum der Erle bereits in einem Altersbereich von 6 bis 15 Jahren (PIETZARKA & ROLOFF 2003). Schon im Alter von 20 Jahren erreichen die Bäume über die Hälfte ihrer maximalen Endhöhe (vgl. LOCKOW 1994). Maßnahmen, die dem Ausbau kräftiger, vitaler Kronen und somit einem schnellen Durchmesserwachstum dienen, müssen diesen spezifischen Wuchseigenschaften Rechnung tragen. Bei zu spät erfolgenden Standraumregulierungen – Durchforstungen – schafft die Erle es nicht mehr, große Kronen zu bilden und wird in der Folge ein schlechteres Dickenwachstum zeigen. Diese Bäume erreichen die angestrebte Hiebsreife erst sehr spät oder häufig auch gar nicht.

Mit einem höheren Alter ist jedoch bei der Erle oft auch das Auftreten von Kernfäule verbunden. Ist diese bereits vorangeschritten, wird die Verwendung als Wertholz praktisch ausgeschlossen. Betriebswirtschaftlich bedeutet dieser Umstand erhebliche Einbußen (s. Kap. 3.2).

Während die genauen Ursachen der Entstehung noch weitgehend unklar sind, ist der Zusammenhang mit einzelnen Faktoren hingegen nachgewiesen: Je älter der Bestand, desto größer ist der Anteil fäulebefallener Stämme. Bereits im Alter von 70 Jahren können auf einigen Standorten rund die Hälfte aller Stämme durch Fäule entwertet sein (RÖHE 1995). Bemerkenswert ist, dass die wüchsigsten Erlen innerhalb eines Bestandes seltener erkranken als geringere Bäume gleichen Alters. Daneben ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Kernfäule auf organischen Nassstandorten größer als auf den übrigen Böden (vgl. LOCKOW & CHRZON 1996, DOMMASCHK 2000).

Deshalb muss ein möglichst schnelles Erreichen der Hiebsreife ausgewählter Wertholzträger angestrebt werden, um das Risiko der Fäulebildung gering zu halten (LOCKOW 1997, 2003, IMMLER 2004). Für die Erle werden mindestens 45 cm Stammdurchmesser in Brusthöhe gefordert. Auf wüchsigen Standorten können die Bäume innerhalb von 60-70 Jahren diese Dimensionen erreichen, wenn die Kronen entsprechend gut ausgebildet sind.

Die waldbauliche Behandlung der Erlenbestände verläuft in drei Pflegephasen, die im Folgenden kurz skizziert werden. Einzelheiten hinsichtlich bestimmter waldbautechnischer Aspekte können den von den Landesforstverwaltungen herausgegebenen Pflege Richtlinien entnommen werden. Vor der Ausführung von Pflegemaßnahmen in Eigenregie sollte forstliche Beratung eingeholt werden. Im Falle der Auftragsvergabe sollten nur Fachkräfte berücksichtigt werden.

1) Jungwuchspflege

In den ersten etwa 10 Lebensjahren durchlaufen die Erlen die Jungwuchsphase. Ziel ist es hier, den Bestand geschlossen zu halten und durch den gegenseitigen Seitendruck der Bäume die natürliche Astreinigung zu fördern. Durch einen einmaligen zurückhaltenden Eingriff werden nur äußerst sperrig erwachsene und besonders schlecht geformte Exemplare entnommen.

2) Jungbestandspflege

Mit der anschließenden Jungbestandspflege kommt es darauf an, einerseits die natürliche Astreinigung weiter voranschreiten zu lassen und andererseits das starke Dickenwachstum in diesem Zeitraum auszunutzen und schon vorsichtig auf die am besten veranlagten Individuen zu lenken. Der erste Eingriff erfolgt hier bereits bei einer Mittelhöhe von 10 Metern. Wenn die vitalsten und zugleich qualitativ geeigneten Bäume eine astfreie Schaftlänge von 6-8 Metern erreicht haben, erfolgt die endgültige Auswahl der späteren Wertholzträger. Abgeleitet aus dem Standraumbedarf einer hiebsreifen Erle im Endbestand, sollten je Hektar bis zu 120 Stämme ausgesucht werden, die möglichst gleichmäßig auf der Fläche verteilt stehen. Diese werden nun durch die konsequente Entnahme von Bedrängern in ihrem Wachstum gefördert.

3) Bestandespflege

Ab einem Mitteldurchmesser von 20 Zentimetern – dies ist bei richtiger Behandlung auf guten Standorten mit etwa 25 Jahren Bestandesalter der Fall – treten die Erlen in die Baumholzphase ein. Die weiteren Maßnahmen sind von nun an auf die Entwicklung der Kronen der zuvor ausgewählten Zukunftsbäume gerichtet. Vitale Kronen kennzeichnet ein nach allen Seiten gleichmäßig voller Aufbau. Ein Hochrutschen des Kronenansatzes durch seitliche Beschattung soll möglichst verhindert werden. Dazu erfolgen Durchforstungseingriffe, sobald sich erneute Kronenkontakte von Wertholzstämmen zu Nachbarbäumen abzeichnen. Der Kronenschluss bleibt mithin dauerhaft unterbrochen.

Auch wenn die Nutzung einer neu gepflanzten Erlenkultur erst in mehreren Jahrzehnten ansteht, so erfordert ein schlüssiges Produktionskonzept doch bereits jetzt, dass Lösungswege für die Holzbergung bedacht werden. Es bringt dem Wirtschaftler wenig, wenn die Bäume später nicht geerntet werden können, weil die Böden nicht befahrbar sind. Auf das regelmäßige Eintreffen lang anhaltender Frostperioden darf kaum gehofft werden.

Die konventionelle Bringungstechnik mit bodengebundenen Verfahren gerät auf Nassstandorten an ihre Grenzen und ist mit den Anforderungen des Bodenschutzes kaum vereinbar. Als Alternative bietet sich der Einsatz von mobilen Seilkrananlagen an, die Rückentfernungen von bis zu 1.000 Metern Länge überbrücken können. Entlang einer zuvor aufgehauenen Trasse werden per Trageil die bevorzugt als Langholz ausgehaltenen Stämme bodenschonend aus dem Bestand gerückt (RUPP & HAFEMANN 2003).

Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz eines Raupenharvesters. Durch einen serienmäßigen Baggeruntersatz mit überbreitem Kettenlaufwerk als Fahrgestell kann diese Maschine bei äußerst geringem Bodendruck auch unter schwierigsten Geländebedingungen arbeiten (THIEME 2001). Das System eignet sich sowohl für den maschinellen Holzeinschlag wie auch für die Holzbringung in Kombination mit einem Transportwagen. Die Arbeitslinien werden dabei durch eine Reisismatte und erforderlichenfalls auch Schwachhölzer verstärkt, um die Tragfähigkeit des Bodens zu erhöhen und dessen Schutz zu gewährleisten.

Die hohen Betriebskosten beider Verfahren erfordern eine optimal abgestimmte Arbeitsorganisation. Wirtschaftlich vertretbar sind sie zudem nur in Beständen mit hohen Wertholzanteilen. In Erlenwäldern, wo gute Qualitäten überwiegen, werden die höheren Kosten für diese aufwändige Form der Holzrückung durch gute Holzerlöse jedoch mehr als ausgeglichen.

4.5 Erfolgskontrolle

Im Interesse des Bewirtschafters steht es, den nachhaltigen Erfolg der Wiedervernässung und die Einhaltung von Genehmigungsaufgaben und Förderrichtlinien zu gewährleisten. Weiterhin sollte geprüft werden, ob die Kultur sich zu einem geschlossenen Jungwuchs entwickelt, aus dem genügend Anwärter für Wertholzstämme hervorgehen. Im späteren Jungbestand ist zu kontrollieren, ob die Kronenentwicklung der geförderten Bäume den Zielvorstellungen (Kap. 4.4) entspricht. Erforderlichenfalls ist rechtzeitig eine Korrektur der Pflegestrategie vorzunehmen.

Aufgabe der Genehmigungsbehörden ist es, die Einhaltung der Genehmigungsgrundlagen und Auflagen zu prüfen, insbesondere wenn staatliche Förderungen in Anspruch genommen werden. Dies betrifft Erfolg und Fortbestand der Wiedervernässung sowie die Kultursicherung. Weiterhin könnte eine beispielhafte Prüfung der Erfolge hinsichtlich einer Verbesserung der Kohlenstoff-Bilanz beziehungsweise der Verringerung von klimagefährdenden Ausgasungen sowie der Erfolge hinsichtlich einer erwünschten Verbesserung der Lebensbedingungen seltener Arten erfolgen. Diese Aufgabe könnte z.B. durch die Forschungseinrichtungen des Landes wahrgenommen werden.

Die Feuchte- und Nährkraftentwicklung kann in einfacher Weise über das Vorhandensein von Weiserarten (Kap. 4.1) und die Kontrolle der Vernässungseinrichtungen geprüft werden. Ein Programm für die Begleitforschung könnte eine beispielhafte Beobachtung (Monitoring) der Vegetationsentwicklung und des Bestandes an Tierarten umfassen sowie stichprobenartige Messungen der Standortsqualität an ausgewählten Beobachtungsflächen berücksichtigen.

5 Planerische Rahmenbedingungen

5.1 Landesplanung

Das Flächenpotenzial für Erlenaufforstungen lässt sich am Beispiel des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern ermesen: Forstpolitisches Ziel ist es, den Anteil der Bewaldung langfristig dem bundesdeutschen Durchschnitt von etwa einem Drittel der Gesamtfläche anzunähern (Aufforstungskonzept der Landesregierung aus dem Jahr 1995). Ausgehend von einer Beibehaltung des heutigen Baumartenanteils von rund 7 % Erle errechnet sich daraus ein Mehrungsbedarf von gut 20.000 ha Erlenwald. Bevorzugt sollten dafür wieder vernässte Moorflächen mit guten Wuchsbedingungen für die Erle in Betracht gezogen werden, insbesondere in den waldarmen Landesteilen. Zurzeit werden noch rund 200.000 ha Moorböden in Mecklenburg-Vorpommern landwirtschaftlich – zumeist als Grünland – genutzt.

Die Aussagen zur Waldmehrung sind in der Landesplanung sehr allgemein gehalten. Eine Konkretisierung wird in den regionalen Raumentwicklungsprogrammen und vor allem in der landesweiten Waldmehrungskarte vorgenommen (KOPP 2001). Darin werden z. T. Waldmehrungsbereiche auf naturräumlicher Grundlage ausgewiesen. Diese orientieren sich an der aktuellen Bewaldungsdichte. Häufig stehen aber die forstlichen Waldmehrungsbereiche im Gegensatz zu den naturschutzfachlichen Planungen. In den nächsten Jahren muss eine Abstimmung erfolgen.

5.2 Antragsverfahren „Erstaufforstung“

Der Eigentümer stellt einen formlosen Antrag an die zuständige Forstbehörde (Forstamt) nach § 24 und § 25 des Landeswaldgesetzes Mecklenburg-Vorpommern. Es werden folgende Angaben beziehungsweise Unterlagen benötigt:

- Lage der Flurstücke (Flurkartenausschnitt)
- Übersichtskarte zur Lage der Flächen
- Eigentumsnachweis (Grundbuchauszug)
- Größe der Aufforstungsfläche
- Baumartenwahl

Die Forstbehörde beteiligt im Rahmen der behördlichen Zusammenarbeit:

- die Kommune
- die zuständige Naturschutzbehörde
- das Amt für Landwirtschaft
- im Einzelfall weitere Betroffene (z.B. Wasserbehörde)

Bei Flächen größer 50 ha wird generell eine Umweltverträglichkeitsprüfung veranlasst, die ein umfangreiches Untersuchungsprogramm und zahlreiche Beteiligte umfasst. Ein forstlicher Standortserkunder beurteilt die Standortseignung bezüglich der Baumartenwahl.

Die Naturschutzbehörde prüft die naturschutzfachliche Eignung der Fläche. Folgende Aspekte sind dabei von Bedeutung:

- Schutzgebietsstatus
- Vorkommen geschützter Biotope und Geotope nach §20 LNatG M-V
- Lage der Fläche in Ausschlussgebieten für großflächige Aufforstungen

Die Forstbehörde genehmigt den Antrag im Einvernehmen mit den genannten Beteiligten.

Erstaufforstungen sind in Mecklenburg-Vorpommern nach Maßgabe der „Richtlinie für die Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen“ förderfähig (Kap 3.3.2). Anträge sind in den Forstämtern des Landes erhältlich oder im Internet abrufbar (<http://www.wald-mv.de>). Bei Fragen zum Aufforstungsantrag und den Fördermöglichkeiten beraten die zuständigen Forstämter im Rahmen ihrer hoheitlichen Aufgaben unentgeltlich.

5.3 Aktuelle Genehmigungspraxis

Derzeit werden Erlenaufforstungen auf Niedermoor von den Naturschutzbehörden oft negativ beurteilt, insbesondere weil die Anträge bisher vor allem tief entwässerte Moore betrafen.

Nach derzeitiger Praxis sind großflächige Aufforstungen nicht genehmigungsfähig. Grund hierfür ist die Bewertung von Niedermoorflächen als „Ausschlussbereiche für großflächige Aufforstungen“ (LUNG 2001). Diese Flächen sind in der gleichnamigen Karte des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern dargestellt. Die Bezeichnung „großflächig“ ist bisher allerdings nicht festgelegt. In der Praxis werden darunter Flächen > 2-4 ha verstanden. Lediglich Gebiete mit geringmächtigen Torfauflagen < 30 cm, die als Anmoor ausgewiesen werden (9.000 ha), sind für großflächige Aufforstungen nicht von vornherein ausgeschlossen.

Auf etwa 46.000 ha flachgründigen Niedermoorflächen (<1,2 m Moormächtigkeit) werden kleinflächige Aufforstungen in der heutigen Genehmigungspraxis als genehmigungsfähig eingeschätzt (Tab. 26). Tiefgründige Niedermoore gelten auch für kleinflächige Aufforstungen als ungeeignet. Diese Sichtweise kann aber nicht pauschal aufrechterhalten werden (vgl. Kap. 6).

Tab. 26: Potenzielle Aufforstungsmoorflächen in Mecklenburg-Vorpommern

	Fläche in ha
landwirtschaftlich genutzte Moore, zuzüglich alle Moore und Sümpfe (laut Biotopkartierung)	198.000
- nach Ausschluss von ungeeigneten Moortypen (Regenmoore, Überflutungsmoore)	182.000
- nach Ausschluss von Schutzgebieten, Programmflächen, und § 20 LNatG M-V Biotopen	153.000
- davon flachgründige, unbewaldete Moore	46.000

Quelle: LINFOS M-V 02/2005.

6 Empfehlungen

6.1 Aktuelle Sichtweisen zum Thema Wald auf Niedermoorböden

Die früher verbreitete Auffassung, dass das natürliche Endstadium aller Moore ein Bruchwald sei, ist heute durch die Moorforschung widerlegt. Es gab und gibt die verschiedensten Moortypen, die über Jahrtausende durch eine offene Vegetation charakterisiert waren. Auch die Auffassung, dass Bruchwälder gegenüber offenen Rieden und Röhrichen nur auf weniger nassen Standorten vorkämen (z.B. KAULE & GÖTLICH 1990, SCHOPP-GUTH 1999, DIERSSEN & DIERSSEN 2001), ist nicht mehr haltbar. Weniger die Nässe oder die Tiefgründigkeit eines Moores, sondern eher die Tragfähigkeit des Bodens begrenzt das Baumwachstum (Kap. 2.2). Entwässerte Moorböden sind zumindest im Oberboden stark verdichtet und daher auch nach Wiedervernässung selbst an sehr nassen Standorten in den meisten Fällen für Bäume besiedelbar.

Waldbestände haben auf grundwasserfernen Standorten in der Regel einen größeren Wasserverbrauch als offene Vegetation (WOHLRAB et al. 1992). Für Moore wurde bisher auch von dieser Annahme ausgegangen (z.B. RABIUS & HOLZ 1993, SCHOPP-GUTH 1999). Neuere Daten zum Wasserverbrauch von Erlenwäldern naturnaher Standorte (ESCHENBACH 1995) zeigen jedoch, dass offene Seggenriede, Röhriche und Nasswiesen das große Wasserangebot auf Standorten mit flurnahen Wasserständen noch stärker ausschöpfen (Tab. 27). Erlenwälder sind also gegenüber offener Vegetation nicht pauschal als größere Wasserverbraucher einzustufen. Allerdings übertreffen in stärker entwässerten Mooren (> 40 cm tief) die tief wurzelnden Erlen den Wasserverbrauch der offenen Krautvegetation.

Tab. 27: Wasserverbrauch von Erlenwäldern und anderen Flächentypen

	mm / ha / a
Erlenwald Schleswig-Holstein	487
See-Wasserfläche Schleswig-Holstein	476
Ufer-Schilfröhricht Schleswig-Holstein	756
Fichten-, Kiefern-, Eichen- und Birkenwälder Europas	279-427

Quelle: ESCHENBACH 1995.

Neu geschaffene Erlenwälder können zur Förderung typischer und seltener Arten feuchter Wälder, insbesondere auch empfindlicher Großtierarten wie Kranich, Schwarzstorch und Schreiadler beitragen. Die Artenvielfalt derartiger Wälder ist nicht generell geringer als diejenige vergleichbarer Offenvegetation (vgl. BERG et al. 2001, 2004).

Aus obigen Ausführungen wird deutlich, dass es im Fall der wiedervernässenden und der zukünftig wieder zu vernässenden Niedermoores keine Veranlassung gibt, die Offenhaltung als generell bevorzugtes Entwicklungsziel für die Planungs- und Genehmigungspraxis zu propagieren, wie es bisher oft getan wird (z.B. SCHOPP-GUTH 1999). Die Aufforstung kann eine sinnvolle Gestaltungs- und Nutzungsoption sein.

Dennoch soll hier auch betont werden, dass Wildnis im Sinne ungestörter, dynamischer Lebensräume in Mitteleuropa ein sehr knappes Gut ist und unbedingt vermehrt werden sollte. Daher sollte in größeren Vernässungsvorhaben ein zentraler Teil der Naturentwicklung überlassen werden. Zur Nutzung als Erlenforst sind die peripheren Gebiete mit tendenziell niedrigeren

Wasserständen ohnehin aus Gründen des Ertragspotenzials und der Bewirtschaftbarkeit zu bevorzugen (Kap. 3.2).

6.2 Genehmigungspraxis

Die Möglichkeit zur Aufforstung eines Niedermoorstandortes sollte anhand nachvollziehbarer Kriterien objektiv geprüft werden (Kap. 4.1).

Gegenüber dem Ausgangszustand überwiegen auf wiedervernässten Mooren vielfach die ökologischen Vorteile einer Aufforstung. Da mit der Maßnahme der Zustand verbessert werden kann, sind entsprechende Anträge aus Moorschutzsicht durchaus genehmigungsfähig und sollten künftig vermehrt positiv beschieden werden. Bereits im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sollte die Möglichkeit einer vorherigen Vernässung berücksichtigt werden. Mit der Genehmigung sollte die Auflage einer nachträglichen Prüfung der standörtlichen Eignung verbunden werden. Beispielsweise könnte eine entsprechende Klausel die Prüfung der Standortverhältnisse nach einem Zeitraum von 5 Jahren vorsehen, um die Nachhaltigkeit der Vernässung zu prüfen.

Die Kriterien für die Ausweisung von „Ausschlussflächen für großflächige Aufforstungen“ (Kap. 5.3) sollten im Bereich von Niedermoores überarbeitet werden. Es ist naturschutzfachlich nicht gerechtfertigt, alle Niedermoorflächen grundsätzlich von großflächigen Aufforstungen freizuhalten, wenn damit Wiedervernässungen verbunden sind. In diesem Zusammenhang kann auf die Aussage verwiesen werden, dass bei sandunterlagerten Mooren „Waldmehrung durch natürliche Sukzession [...], bei denen eine Wiedervernässung erfolgt ist, oftmals den Naturschutzbelangen [...] entspricht“ (LUNG 2001, S.9). In jedem Fall muss auch der Begriff „großflächige Aufforstung“ erläutert werden.

Bis zu einer Überarbeitung der Kriterien für die Karte „Ausschlussflächen für großflächige Aufforstungen“ sollte sie nicht mehr als ausschlaggebende Entscheidungsgrundlage über einen Aufforstungsantrag in Niedermoorbereichen herangezogen werden. Es sollten die konkreten Bedingungen vor Ort berücksichtigt werden.

6.3 Wirtschaftspolitische Steuerungsinstrumente

Die herkömmliche landwirtschaftliche Nutzung der Niedermoores belastet die Umwelt und verursacht volkswirtschaftliche Kosten. Aus ökonomischer Sicht handelt es sich hier um einen typischen negativen externen Effekt, bei dem erhebliche finanzielle Mittel für die Erreichung umweltschutzpolitischer Ziele von anderen Wirtschaftssubjekten (den Verbrauchern und/oder der öffentlichen Hand) getragen werden müssen, ohne dass der Verursacher für den Schaden bezahlen muss (SCHÄFER & DEGENHARDT 1999).

Die einzelwirtschaftliche Rentabilität der herkömmlichen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren auf Moorstandorten ist nur durch Förderung gegeben. Deren Fortbestand steht zunehmend in Frage. Landwirtschaftliche Betriebe, die bei Wegfall der Förderung nicht mehr rentabel wirtschaften können, benötigen ökonomisch tragfähige Nutzungsalternativen. Ein breites Spektrum umweltverträglicher Nutzungskonzepte ist verfügbar und wird für eine großflächige Umsetzung empfohlen (SUCCOW 2002, TIMMERMANN 2003, WICHTMANN 2003).

Die wirtschaftspolitischen Instrumente für die Umsetzung müssen erst noch geschaffen

werden. Aus ökonomischer Sicht soll der Instrumenteneinsatz mit den geringsten volkswirtschaftlichen Kosten erfolgen. Dies ist möglich, wenn die Kosten der Umweltbelastungen dem Verursacher angerechnet werden können. Dadurch kann Moor- und Klimaschutz sowohl mit den geringsten Kosten als auch mit den geringsten Belastungen für öffentliche Haushalte herbeigeführt werden.

Die wirtschaftspolitische Problematik der gegenwärtigen Niedermoornutzung besteht darin, dass die Landwirte durch die Förderung ein Einkommen erzielen können, dem keine adäquate Gegenleistung zugrunde liegt. Deshalb besteht für die Landwirte kein Anreiz zur Suche nach umweltverträglicheren Nutzungsweisen (SCHÄFER 2003). Stattdessen wird mit der gegenwärtigen Förderungspraxis die Umweltbelastung mit öffentlichen Mitteln honoriert (Kap. 3.3.4) und die Einführung umweltverträglicher Nutzungsweisen verhindert.

Die Verwendung von öffentlichen Mitteln für umweltbelastende Aktivitäten verletzt sowohl das umweltpolitische Verursacher- als auch das Gemeinlastprinzip. Letzteres soll als umweltpolitischer „Notbehelf“ nur dann angewendet werden, „wenn der Verursacher nicht festgestellt werden kann oder wenn akute Notstände beseitigt werden müssen“ (WICKE 1982, S. 80). Die Degradation der Niedermoore erfolgte vor allen in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts. Die heutigen Flächennutzer können dafür nicht zur Verantwortung gezogen werden. Anfallende Kosten der Wiedervernässung sollten daher in vollem Umfang über das Gemeinlastprinzip abgedeckt werden.

Eine umweltverträgliche Aufforstung wird erst dann erfolgen, wenn die Rentabilität den in Frage kommenden Alternativen betriebswirtschaftlich überlegen ist. Obwohl die CO₂-Vermeidungskosten bei der Erlenwirtschaft sehr niedrig sind und auch eine volkswirtschaftlich effiziente Umsetzung durch marktwirtschaftlicher Steuerungsinstrumente erfolgen könnte, kann die betriebswirtschaftliche Rentabilität derzeit nur durch die Förderung der Erstaufforstung herbeigeführt werden.

Durch die Förderung der Aufforstung, die Übernahme der Wiedervernässungskosten und die Zahlung einer 20-jährigen Aufforstungsprämie werden öffentliche Haushaltsmittel beansprucht (Tab. 6). Würden Erlen auf einer Fläche von 20.000 ha in einem Jahr aufgeforstet, dann würden die öffentlichen Haushalte bei den gegebenen Förderbedingungen insgesamt mit 160-170 Mio. EUR belastet. Davon sind 64 Mio. EUR sofort fällig, der Rest fällt über die Jahre verteilt an. Bei einer Streckung auf 10 beziehungsweise 20 Jahre liegen die aufzuwendenden Fördersummen bei 119-152 Mio. EUR.

Der Europäische Rechnungshof kritisiert vor allem die mit der Förderung der Erstaufforstung verbundenen Prämienzahlungen. Diese sind nicht der sparsamste Weg zum Erreichen des angestrebten Ziels. Der Kommission werden zahlreiche Vorschläge für eine bessere Ausgestaltung der Erstaufforstungsförderung unterbreitet. Bei den kritisierten finanziellen Missständen wird eine Überarbeitung der Finanzierungsmechanismen gefordert. Bezüglich des Mitteleinsatzes soll die Kommission Überlegungen anstellen, „wie die Aufforstung zielgerichteter und mit geringeren Kosten für den EU-Haushalt durchgeführt werden kann“ (EU-RECHNUNGSHOF 2004).

Solange den Landwirten ökonomisch gerechtfertigte Einkommensalternativen aus der Erbringung ökologischer Leistungen verwehrt bleiben, erscheint die Beibehaltung der Förderung der Erstaufforstung der einzig mögliche Weg für die Herbeiführung einer umweltverträglichen Moornutzung. Die über einen Zeitraum von 20 Jahren sichere Flächenprämie erleichtert den

Einstieg in eine Erlenwirtschaft. Die weit in der Zukunft liegenden Erlöse aus der Erlenholzproduktion und die natürlichen Produktionsrisiken obliegen jedoch der unternehmerischen Risikoabschätzung.

Vorhandene Unsicherheiten bezüglich der Weiterführung der gegenwärtigen Agrarpolitik begünstigen die Beibehaltung der herkömmlichen landwirtschaftlichen Nutzung. Bei fehlender Planungssicherheit können Landwirte langfristige Entscheidungen über eine irreversible Nutzungsumwandlung nur schwer abwägen (Kap. 3.3.4). Mögliche Einnahmen aus der Produktion ökologischer Leistungen können aufgrund fehlender institutioneller Arrangements nicht realisiert werden, obwohl damit eine Umweltentlastung herbeigeführt werden könnte.

Langfristig erscheint der Einsatz marktwirtschaftlicher Steuerungsinstrumente als ein möglicher Lösungsansatz für die Durchsetzung des Verursacherprinzips. Bei einer Zuteilung von Zertifikaten an die Forst- und Landwirtschaft könnten diese am Kohlenstoffmarkt teilnehmen. Denkbar wäre auch die Einbindung in das bereits in Deutschland bestehende CO₂-Steuer-system. In beiden Fällen würde die Erbringung ökologischer Leistungen anerkannt und eine dauerhafte Einnahmequelle erschlossen. Ein wesentlicher Vorteil der Zertifikatslösung besteht darin, dass öffentliche Haushalte nicht belastet werden und der Markt für einen kostengünstigen Klimaschutz sorgen kann.

Die Honorierung der Kohlenstoffsenkenfunktion hat, im Unterschied zu anderen nur schwer zu quantifizierenden positiven Nutzenstiftungen der Moorbiedervernässung, den praktischen Vorteil, dass sie hinreichend genau quantifiziert und mit vertretbarem Aufwand kontrolliert werden kann⁴, mithilfe des im Rahmen des ALNUS-Projektes weiter entwickelten Indikatorsystems. Mit geringem Einsatz von Personal und Technik kann in kurzer Zeit beurteilt werden, ob sich wiedervernässte Niedermoore in die gewünschte Richtung entwickeln und Torf akkumulieren oder nicht. In Verbindung mit den ohnehin vorhandenen forstlichen Inventurdaten können die geforderten Nachweispflichten problemlos erbracht werden.

Die Erkenntnisse aus zahlreichen wissenschaftlich begleiteten Wiedervernässungsprojekten zeigen, dass eine nachhaltige Moornutzung nicht sofort erfolgen kann. Auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist ein entsprechender Übergangszeitraum für die Umstellung auf neuartige Produktionsverfahren vorzusehen. Außerdem sollten bei künftigen Wiedervernässungsvorhaben entsprechende Mittel für ein laufendes Monitoring zur Erfolgskontrolle eingeplant werden.

⁴ Zu den formalen und inhaltlichen Anforderungen der Klimaberichterstattung nach Artikel 3.3 beziehungsweise Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls vergleiche ausführlich GENSJÖR & HEINEMEYER 2005, STRICH 2005.

7

Ausblick

Unter den gegenwärtigen agrarpolitischen Rahmenbedingungen ist die Umsetzung eines umweltverträglichen Erlenanbaus auf degradierten Niedermooren wenig aussichtsreich. Die von der derzeitigen agrarpolitischen Förderpraxis ausgesandten Signale sind zum Teil kontraproduktiv und begünstigen weiterhin eine umweltschädigende Nutzung.

Eine intensive Moornutzung und die damit verbundenen Umweltbelastungen sind im Kontext des gemeinsamen Europäischen Marktes nicht länger gewünscht. Auf europäischer Ebene erfordern nachhaltige Moornutzungskonzepte zunehmend stärker die Integration von Umweltqualitätszielen. Kurzfristig ist hier zu prüfen, ob und inwieweit eine Niedermoorrenaturierung durch Erlen in das gegenwärtige agrarpolitische Umfeld, dessen Zeitspanne sich bis 2013 erstreckt, integriert werden kann.

Auf globaler Ebene wird die Entwicklung der Agrarpolitik in hohem Maße von den Verhandlungen der Uruguay-Runde des GATT und der nächsten WTO-Verhandlungsrunden bestimmt. Inwieweit durch den weiter zu erwartenden Abbau wettbewerbsverzerrender Subventionen die Umsetzungschancen für eine nachhaltige Erlenwirtschaft auf degradierten Niedermoorstandorten steigen, ist noch ungewiss.

Im Zuge weiterer Verhandlungsrunden kann die europäische Verhandlungsposition nur durch einen weiteren Abbau der protektionistischen Marktinterventionen (inländische Stützung, Exportsubventionen sowie Marktabgrenzung gegenüber Drittländern) gestärkt werden. Auch aufgrund der immer deutlicher zum Ausdruck kommenden finanziellen Probleme der gegenwärtigen Agrarpolitik erscheint die Fortführung grundlegender Reformen unabdingbar.

Weitere Möglichkeiten für eine nachhaltige Niedermoorernutzung ergeben sich im Bereich der Klimapolitik. Bei zukünftigen Klimaschutzmassnahmen sollten nachhaltige Landnutzungskonzepte für Moore und Wälder den ihr zukommenden Stellenwert eingeräumt bekommen. Im Zuge anstehender Verhandlungen für kommende Verpflichtungsperioden könnten die institutionellen Voraussetzungen für eine umweltverträgliche Moornutzung durch Honorierung ökologischer Leistungen geschaffen werden.

Die Honorierung ökologischer Leistungen würde, im Gegensatz zu den kontraproduktiven Subventionszahlungen, die anstehenden Investitionsentscheidungen land- und forstwirtschaftlicher Betriebsinhaber beeinflussen, die Allokation knapper Umweltgüter verbessern und zu einer dauerhaften Entlastung der Umwelt führen.

Den politischen Akteuren auf Landes- und Bundesebene wird empfohlen, die Entscheidungen, die mit dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung der Moore verbunden sind, nicht wie bisher jenseits ökonomischer Abwägungen zu treffen. Die Frage, ob und in welcher Höhe etwa die Kohlenstofffestlegung auf Moorstandorten im Sinne internationaler klimapolitischer Verhandlungsergebnisse entlohnt werden soll, muss auf der politischen Ebene beantwortet werden.

Dankesworte

Wir, die bearbeitenden Wissenschaftler des interdisziplinären Kooperationsprojektes an diesem spannenden Thema, sind der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) zu großem Dank verpflichtet. Sie hat diese Studie zur Suche nach alternativen Nutzungsformen für unsere zunehmend nicht mehr so recht „gebrauchten“ Niederungsstandorte gefördert und das ALNUS-Projekt während der dreijährigen Laufzeit kritisch begleitet.

Unser Dank gebührt allen Personen und Institutionen, die uns auf vielfältige Art und Weise bei der Vorbereitung und Durchführung unterstützt haben. Das Projekt wäre ohne diese freundliche Unterstützung nicht möglich gewesen.

Ganz besonders möchten wir uns bei den beteiligten Projektgutachtern (Prof. Dr. Burghard von Lüpke, Göttingen, Dr. Ulrich Wild, München, Dr. Wilhelm Windhorst, Kiel) und den Mitgliedern des Projektbeirates (Dr. habil. Peter Deegen, Tharandt, Dr. habil. Dietrich Kopp, Tewswos, Herr Christoph von Schack, Glewitz, Herr Eike Schön-Petersen, Leopoldshagen, Herr Walter Thiel, Schwerin) und Dr. Reinhard Stock von der DBU bedanken. Ihre engagierte Hilfestellung und konstruktive Kritik haben entscheidend zum Gelingen beigetragen.

Literatur

- Abdank, A., Berg, Ch. Dengler, J & Isermann, M. (2004): Bilanz der Roten Liste und Konsequenzen für den Naturschutz. In: Berg, Ch. et al. (Hrsg.): Die Vegetation Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Jena: Weissdornverlag. S. 494-507.
- ALNUS-Forschung (2005): Sonderheft zum ALNUS-Projekt. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 44: xx-xx.
- Arnold, K von, M. Nilsson, B. Hanell, P. Weslien & L. Klemedtsson (2005): Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained organic soils in deciduous forests. Soil Biology & Biochemistry 37 (6): 1059-1071.
- Augustin, J. (2001): Emission, Aufnahme und Klimarelevanz von Spurengasen. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage. Stuttgart: Schweizerbart, S. 28-37.
- Bach, S., C. Bork, M. Kohlhaas et al. (2001): Die ökologische Steuerreform in Deutschland. Eine modellgestützte Analyse ihrer Wirkungen auf Wirtschaft und Umwelt. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Barthelmes, A. (2000): Paläoökologische Untersuchungen zur Entstehung von Erlenbruchwaldtorfen. Diplomarbeit Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- Bartels, H. (1993): Gehölzkunde: Einführung in die Dendrologie. Stuttgart: Ulmer.
- Bensmann, M. & B. Janzing (2004): Mobil mit Holz und Zellen. Neue Energie 8: 34-42. http://www.wind-energie.de/zeitschrift/neue-energie/jahr-2004/inhalte/ne-0408/august_1.htm.
- Berg, Ch., J. Dengler & A. Abdank (Hrsg.) (2001): Die Vegetation Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Tabellenband. Jena: Weissdornverlag.
- Berg, Ch., J. Dengler, A. Abdank, & M. Isermann (Hrsg.) (2004): Die Vegetation Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Textband. Jena: Weissdornverlag.
- BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (2005): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung Berlin.
- Clausnitzer, U. (2001): Alnetea glutinosae. In: Berg, Ch. et al. (Hrsg.): Die Vegetation Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Jena: Weissdornverlag, S. 228-238.
- Clausnitzer, U. (2004): Alnetea glutinosae. In: Berg, Ch. et al. (Hrsg.): Die Vegetation Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Jena: Weissdornverlag, S. 435-448.
- Clausnitzer, U. & M. Succow (2001): Vegetationsformen der Gebüsch- und Wälder. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 161-181.
- Dahms, K.G. (1991): Erlenhölzer. Die Liebe zu einheimischen Hölzern ist neu entdeckt. Holz- und Möbelindustrie 6/91, S. 830-831.
- Dierßen, K. & B. Dierßen (2001): Moore. Stuttgart: Ulmer.

- Dommaschk, C. (2000): Holzmesskundliche und biometrische Untersuchungen zur Diagnose der Roterlenkernfäule am stehenden Stamm im Spreewald. Diplomarbeit, Fachbereich Forstwirtschaft der Fachhochschule Eberswalde.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Stuttgart: Ulmer.
- Eschenbach, C. (1995): Zur Physiologie und Ökologie der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). Kiel.
- EU-Rechnungshof (2004): Sonderbericht Nr. 9/2004 über Forstmaßnahmen als Teil der Politik zur Entwicklung des ländlichen Raums, zusammen mit den Antworten der Kommission. Amtsblatt der europäischen Union C 67/1. Brüssel.
- Faustmann, M. (1849): Berechnung des Werthes, welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 25: 441-455.
- Frommhold, H. (2003): Zur Holzverwendung der Erle. Forst und Holz 58 (9): 265-266.
- Geiger, B., M. Hardi, O. Brückl, H. Roth & P. Tzscheutschler (2004): CO₂-Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich, bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Energieeffizienzmaßnahmen. Energiewirtschaft und Anwendungstechnik. Lehrstuhl im Institut für Energietechnik, TU München.
- Gensior, A. & O. Heinemeyer (2005): Erstellung von Kohlenstoffinventaren der landwirtschaftlichen Böden Deutschlands für die Klimaberichterstattung im Bereich Landnutzung und Landnutzungsänderung (LULUC) - Anforderungen, Datenbedarf und -verfügbarkeit. In: Weigel, H.-J. & U. Dämmgen (Hrsg.): Biologische Senken für atmosphärischen Kohlenstoff in Deutschland. Sonderheft 280. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Braunschweig, S. 93-102.
- Gren, I.-M. & T. Söderqvist (1994): Economic valuation of wetlands: a survey. Beijer Discussion Papers No 54. Stockholm: Beijer Institute of Ecological Economics.
- Grosse-Brauckmann, G. (1990): Ablagerungen der Moore. In: Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. 3. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 175-236.
- Hampicke, U. (2005): Nutzungsalternativen der Landschaft und ihre Bewertung. In: Hampicke, U. et al. (Hrsg.): Ackerlandschaften. Nachhaltigkeit und Naturschutz auf ertragsschwachen Standorten. Berlin: Springer, S. 55-76.
- Hampicke, U. & A. Schäfer (1997): Forstliche, finanzmathematische und ökologische Bewertung des Auwalds Isarmündung. Schriftenreihe des IÖW 117/97. Berlin: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung.
- Haub, H. & H.-J. Weimann (2000): Neue Alterswertfaktoren der Bewertungsrichtlinien. AFZ/ Der Wald 55(22): 1194-1198.
- Heilmann, H. & T. Annen (2004): Die Folgen der Agrarreform 2003 für Betriebe in MV. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Institut für Betriebswirtschaft. www.agrarnet-mv.de.

- Heydeck, P. (2003): Gefährdung der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.) durch mikrobielle Pathogene. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17: 60-70.
- Hill, G. (2002): Entwicklung und Bedeutung der Forstwirtschaft im Spreewald. Forstarchiv 73, 98-120.
- Hill, G. (2003): Die Bedeutung der Erle in der geschichtlichen Entwicklung der Forstwirtschaft im Spreewald. Forst u. Holz 58 (9): 260-262.
- Hofmann, G. (1997): Mitteleuropäische Wald- und Forstökosysteme in Wort und Bild. AFZ/ Der Wald. Sonderheft. München: BLV-Verlag.
- Hofmann, G. (2003): Die Schwarzerle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.) in der Waldvegetation des ostdeutschen Tieflandes. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17: 19-38.
- Immler, T. (2004): Waldbauliches Konzept zur Pflege der Schwarzerle. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.): Beiträge zur Schwarzerle. LWF Wissen, Band 42, Freising.
- Jung, T. & M. Blaschke (2004): Die Phytophthora – Wurzelhalsfäule der Erlen in Bayern: Krankheitsverbreitung, Ausbreitungswege und mögliche Gegenmaßnahmen. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.): Beiträge zur Schwarzerle. LWF Wissen, Band 42, Freising.
- Kätzel, R. (2003): Zum physiologischen Anpassungspotenzial der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17: 39-45.
- Kaule, G. & K. Göttlich (1990): Sonderstellung der Moore in Volksglauben und Kunst. In: Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. 3. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 1-28.
- Kauppi, P., R. Sedjo, M. Apps et al. (2001): Technological and economic potential of options to enhance, maintain, and manage biological carbon reservoirs and geo-engineering. In: Metz, B. et al. (Eds.): Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of working group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 301-343.
- Kopp, D., K.-D. Jäger & M. Succow (1982): Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung am Beispiel des Tieflandes der DDR. Berlin: Akademie-Verlag.
- Kopp, D. (2001): Naturraumbezogene Richtgrößen der Zielbewaldung für die Planung der Waldmehrung in M-V. Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern 3/2001, S. 52-76.
- Koska, I. (2001): Ökohydrologische Kennzeichnung. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 92-111.
- Koska, I., M. Succow & U. Clausnitzer (2001a): Vegetation als Komponente landschaftsökologischer Naturraumkennzeichnung. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, 112-128, Stuttgart: Schweizerbart.

- Koska, I., Succow, M., Timmermann, T. (2001b): Vegetationsformen der offenen, naturnahen Moore und des aufgelassenen Feuchtgrünlandes. In: Succow, M., Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl., 144–161, Schweizerbart, Stuttgart.
- Koska, I. & H. Stegmann (2005): Mires in agricultural landscapes. In: Flade, M. et al. (Hrsg.): Nature Conservation in Agricultural Ecosystems. Results of the Schorfheide-Chorin Research Project: Wiebelsheim: Quelle & Meyer (im Druck).
- Kremser, W. (1957): Eine Lehre aus unserer Erlenwirtschaft. Der Forst- und Holzwirt 12: 145-147.
- Kropf, P. (1985): Die Erle und die Verwendung ihres Holzes. Holz-Zentralblatt 111: 114, 125.
- Kuntze, H. (1984): Grenzen der Intensivierung der Moorbodennutzung. In: Kuntze, H. (Hrsg.): Bewirtschaftung und Düngung von Moorböden. Bremen: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, S. 73-79.
- Kuntze, H. (1993): Moore als Senken und Quellen für C und N. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 69: 277-280.
- Landesumweltamt Brandenburg (2004): Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten in Brandenburg. Potsdam: Landesumweltamt Brandenburg.
- LAUN M-V (Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (1997): Landschaftsökologische Grundlagen und Ziele zum Moorschutz in M-V. Materialien zur Umwelt in M-V. Gülzow: Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern.
- LAUN M-V (Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (1998): Anleitung für Biotopkartierungen im Gelände. Neuenkirchen: Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern.
- LFG M-V (Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern) (2004): Holzerlös-Analyse im Landes- und Treuhandwald. Malchin: Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern.
- LFG M-V (Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern) (Hrsg.) (2000): Gesetzlich geschützte Biotope im Wald und in dessen Umgebung. Malchin: Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern.
- Lockow, K.-W. (1994): Ertragstafel für die Roterle (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) in Mecklenburg-Vorpommern. Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde, Abteilung Waldwachstum.
- Lockow, K.-W. (1997): Wachstum, Entwicklung und waldbauliche Behandlung der Zukunftsbäume im Roterlen-Hochwaldbetrieb. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 31: 31-35.
- Lockow, K.-W. (2003): Wachstum, Entwicklung, Bestandesbehandlung und Ertragsleistung der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.) im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17: 76-100.

- Lockow, K.-W. & S. Chrzon (1996): Diagnose der Roterlenkernfäule am stehenden Stamm. AFZ/Der Wald 51 (24): 1367-1371.
- Lüdemann, G.-H. (2001): Schnellwachsende Baumarten in Wald und Landschaft Norddeutschlands. Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland: Struve-Druck.
- LUNG (2001): Ausschlussbereiche für großflächige Aufforstungen aufgrund des Arten- und Lebensraumpotentials. Textliche Erläuterungen zum Kartenwerk im Maßstab 1 : 100.000 (Kreisblattschnitt), Aktualisierung 2001, elektronisches -Dokument: waldmehrung_text_2001.doc (25.07.2005). 14 S.
- LUNG M-V (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie) (Hrsg.) (2004): Zielarten der landesweiten naturschutzfachlichen Planung – Faunistische Artenabfrage, Materialien zur Umwelt Heft 3/2004. Güstrow: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.
- Lutz, C. & B. Meyer (2001): Wirkungen der ökologischen Steuerreform auf Wirtschaft und Umwelt in Deutschland – Ergebnisse von Simulationsrechnungen mit dem umwelt-ökonomischen Modell PANTA RHEI. GWS Discussion Paper 2001/1. Osnabrück: Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS) mbH. <http://www.gws-os.de/Downloads/gws-paper01-1.pdf>.
- McVean, D.N. (1955): Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Part 1 + 2. Journal of Ecology 43: 46-71.
- McVean, D.N. (1956): Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Part 3 – 6. Journal of Ecology 44: 195-225, 321-333.
- McVean, D.N. (1959): Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Part 7. Journal of Ecology, 47: 615-618.
- Pietzarka, U. & A. Roloff (2000): *Alnus glutinosa* L. (die Schwarz-Erle). Enzyklopädie der Holzgewächse 19: 1-16.
- Rabius, E.-W. & R. Holz (1993): Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin: Demmler Verlag.
- Rennwald, E. (Hrsg.) (2002): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands – mit Datenservice auf CD-ROM. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Röhe, P. (1995): Kurzbericht über die Untersuchung zum Problem des Auftretens der Stammfäule bei der Roterle in Mecklenburg-Vorpommern. Raben Steinfeld b. Schwerin: Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Fachbereich Forstwirtschaft. Unveröffentlicht.
- Rühs, M. (2004): Die Inwertsetzung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft in der deutschen und der europäischen Agrarpolitik – eine Wegbeschreibung. In: Döring, R. & M. Rühs (Hrsg.): Ökonomische Rationalität und praktische Vernunft. Gerechtigkeit, Ökologische Ökonomie und Naturschutz. Festschrift für Ulrich Hampicke. Würzburg: Königshausen & Neumann, S. 275-305.

- Rupp, P. & E. Hafemann (2003): Die Bewirtschaftung der Schwarz-Erle im Spreewald. In: Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17: 109-123.
- Scamoni, A. (1964): Waldgesellschaften und Waldstandorte. 3. Auflage. Berlin: Akademie-Verlag.
- Schäfer, A. & S. Degenhardt (1999): Sanierte Niedermoore und Klimaschutz - Ökonomische Aspekte. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 38: 335-354.
- Schäfer, A. (2003): Monetarisierung ökologischer Leistungen von Mooren. Greifswalder Geographische Arbeiten 31: 21-30.
- Schäfer, A. (2004): Umwelt als knappes Gut – Ökonomische Aspekte von Niedermoorrenaturierung und Gewässerschutz. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 43 (2): 87-105.
- Schimmel, D. et al. (1996): Radiative forcing of climate change. In: Houghton, J.T. et al. (Eds): Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 65-131.
- Schopp-Guth, A. (1999): Renaturierung von Moorlandschaften. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Schröder, J. (2001): Forstwirtschaftliche Aspekte der Erlenwertholzwirtschaft auf vernässten Niedermoorstandorten. In: PROTO-ALNUS (2001): Abschlußbericht zum Projekt PROTO-ALNUS. Greifswald, Botanisches Institut.
- Schröder, J. (2003): Jahresbericht der AG Waldbau/Waldwachstum im Projekt ALNUS. In: Erster Zwischenbericht zum Projekt „Renaturierung von Niedermooeren durch Schwarzerlenbestockung“. Greifswald, Botanisches Institut.
- Schumacher, J. (2003): Gegenwärtige Verbreitung, Ausbreitungs- u. Begrenzungsfaktoren der Phytophthora-Erkrankung an Erle im Spreewald. Forst und Holz 58 (9): 251-255.
- Schwerdtfeger, F. (1981): Die Waldkrankheiten. 4. Auflage. Hamburg: Parey.
- Schulze, G. & D. Kopp (1996): Anleitung für die forstliche Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland (Standortserkundungsanleitung) SEA 95. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern.
- Ssymank, A., U. Hauke, C. Rückriem & E. Schröder (1998): Das europäische Schutzgebietsystem NATURA 2000 – BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz 53. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Steigleder, J. & R. Kätzel (2003): Zur Berücksichtigung des genetischen Potenzials von Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.) bei der Waldbewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17: 101-108.

- Strich, S. (2005): Spurengasinventare nach der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und dem Kyoto-Protokoll im Bereich Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft: Datenbedarf und Datenverfügbarkeit. In: Weigel, H.-J. & U. Dämmgen (Hrsg.): Biologische Senken für atmosphärischen Kohlenstoff in Deutschland. Sonderheft 280. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Braunschweig, S. 27-32.
- Succow, M. (1976): Standortgerechter Gehölzwuchs auf entwässerten Talmooren im Norden der DDR. Beiträge für die Forstwirtschaft 10 (1): 13-22.
- Succow, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. Jena: Fischer.
- Succow, M. (2002): Zur Nutzung mitteleuropäischer Moore – Rückblick und Ausblick. Telma 32: 255-266.
- Succow M. & H. Joosten (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart.
- Succow, M. & S. Roth (2001): Vegetationsformen des Grünlandes. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart., S. 170-181.
- Succow, M. & K. Runze (2001): Revitalisierung von Flußtalmooren. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 504-509.
- Succow, M. & H. Stegmann (2001): Nährstoffökologisch-chemische Kennzeichnung. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 75-85.
- Succow, M., H. Stegmann, I. Koska, F. Edom, J. Couwenberg, P. de Klerk, E. Endtmann, H. Joosten, & D. Michaelis (2001a): Genese und Aufbau der Moore an Beispielen Ostdeutschlands. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 317-403.
- Succow, M., I. Koska, S. Roth, D. Koppisch, W. Wichtmann, J. Zeitz, H. Kretschmer, H. Pfeffer, F. Hennecke, M. Hartmann, K. Runze, G. Müller-Motzfeld, L. Jeschke, C. Paulson, & F. Edom (2001b): Nutzung der Moore – Schutz der Moore. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 471-546.
- Thieme, F. (2001): Holzernte auf Weichböden mit dem „Sumpfbiber“. AFZ/Der Wald 56 (10): 498-499.
- Thoro, C. & H. Ollmann (2001): Die zukünftige Entwicklung des Holzmarktes in Deutschland, Europa und weltweit – Chancen für schnellwachsende Baumarten? Forst und Holz 56 (3): 75-80.
- Timmermann, T. (2003): Nutzungsmöglichkeiten der Röhrichte und Riede wiedervernässter Niedermoore Mecklenburg-Vorpommerns. Greifswalder Geographische Arbeiten 31: 31-42.

- Turner, R.K., J.C.J.M. van den Bergh & R. Brouwer (Eds.) (2003): Managing wetlands: An ecological economics approach. Cелtenham: Edwar Elgar.
- UM M-V (Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern) (2000): Konzept zur Bestands-sicherung und zur Entwicklung der Moore in Mecklenburg-Vorpommern. s. <http://www.um.mv-regierung.de/moore/moorkonzept.html>.
- Utschig, H. (2004): Waldwachstumskundliche Charakterisierung der Schwarzerle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTNER) am Beispiel der Wuchsreihe Wasserburg 642. In: Bayerische Landesanstalt für Wald u. Forstwirtschaft (Hrsg.): Beiträge zur Schwarzerle. LWF Wissen, Band 42, Freising.
- Weiss, M. (1963): Möglichkeiten einer züchterischen Verbesserung der heimischen Erlenarten, insbesondere der Schwarzerle - *Alnus glutinosa* L. Gaertn. Dissertation Technische Universität Dresden. Fakultät für Forstwissenschaften: Tharandt.
- Wichtmann, W. (2003): Verwertung von Biomasse von Niederungsstandorten. Greifswalder Geographische Arbeiten 31: 43-53.
- Wicke, L. (1982): Umweltökonomie. Eine praxisorientierte Einführung. München: Vahlen.
- Willis, K.G. (1990): Valuing non-market wildlife commodities: An evaluation and comparison of benefits and costs. *Applied Economics* 22: 13-30.
- Wohlrab, B., H. Ernstberger, A. Meuser & V. Sokollek (1992): Landschaftswasserhaushalt. Hamburg: Parey.
- Zeitz, J. (2001): Physikalisch-hydrologische Kennzeichnung. In: Succow, M. & H. Joosten (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl., Stuttgart: Schweizerbart, S. 85-92.

Anhang A 1: Datengrundlagen zur Einschätzung der Standorteignung

Name der Datenquelle	standörtliche Einschätzung von:	was kann eingeschätzt werden	Bezugsquelle	Maßstab
Naturschutzgebiete	Naturschutz	Auffinden von Schutzgebieten	LUNG (LINFOS)	1:50.000
Landschaftsschutzgebiete	Naturschutz	Auffinden von Schutzgebieten	LUNG (LINFOS)	1:50.000
Kartierung geschützter Biotope (§ 20 LNatG M.-V.)	Naturschutz	Auffinden von Schutzgebieten	LUNG (LINFOS)	1:10.000
Europäische Vogelschutzgebiete	Naturschutz	Auffinden von Schutzgebieten	LUNG (LINFOS)	1:100.000
FFH-Flächen	Naturschutz	Auffinden von Schutzgebieten	LUNG (LINFOS)	1:25.000
ungeeignete und bedingt geeignete Bereiche für großflächige Aufforstungen	Naturschutz	Auffinden von Ausschlussbereichen für eine Erstaufforstung	LUNG (LINFOS)	1:100.000
Meliorationsunterlagen	Naturschutz	Einschätzung Meliorationssystem	Wasser- und Bodenverband	verschieden
Naturparke	Naturschutz	Auffinden von Schutzgebieten	LUNG (LINFOS)	1:10.000
Nationalparke	Naturschutz	Auffinden von Schutzgebieten	LUNG (LINFOS)	1:10.000
Biosphärenreservate	Naturschutz	Auffinden von Schutzgebieten	LUNG (LINFOS)	1:25.000
Schöpfwerke/Polderflächen (1995)	Standort	Wasserverhältnisse, Polderausdehnung, Einzugsgebiet u.a.	LUNG (LINFOS)	1:50.000
Naturraumkarte	Standort	Waldmehrungspotential aus forstlicher Sicht	LUNG (LINFOS)	1:25.000
Biotop- und Nutzungstypenkartierung	Standort	Gestalt- und Lage der Fläche, Beurteilung Meliorationssystem	LUNG (LINFOS)	1:10.000
topographische Karten TK10	Standort		LVA	1:10.000
Moorübersichtskartierung	Standort/Naturschutz	beste landesweit verfügbare Übersicht zum Vorkommen und zum Zustand der Moorflächen (kleinere Moore z.T. nicht enthalten)	LUNG (LINFOS)	1:50.000

Anhang A 2: Vegetationsformengruppen der Erlenwälder nährstoffreicher Standorte des Tieflandes: Charakterisierung der Feuchtebedingungen

Vegetationsformengruppen	Wasserstuferegime	Mittlere Grundwasserstände (Jahr)	Mittlere Wasserstände Winter-Frühjahr	Mittlere Wasserstände Sommer-Herbst	Waldtypen-Gruppe
Berlen-Schaumkraut-Erlen-Sumpfwälder	5+	15-0 cm über Flur	15-0 cm über Flur	10 über bis 25 cm unter Flur	Erlen-Sumpfwälder
Walzenseggen-Erlen-Sumpfwälder	5+	15-0 cm über Flur	15-0 cm über Flur	10 über bis 25 cm unter Flur	naturnah nasser Moorstandorte
Wasserfeder-Erlen-Sumpfwälder	5+	15-0 cm über Flur	40-15 cm über Flur	5-25 cm unter Flur	
Schaumkraut-Winkelseggen-Eschen-Erlen-Wälder	4+	0-20 cm unter Flur	0-15 cm unter Flur	5-50 cm unter Flur	Erlen-Eschenwälder
Großseggen-Eschen-Erlen-Wälder	4+	0-20 cm unter Flur	0-15 cm unter Flur	5-50 cm unter Flur	und verwandte Erlenforsten
Flutschwaden-Erlen-Wälder	4+	0-20 cm unter Flur	15-0 über Flur	25-50 cm unter Flur	entwässerter Moorstandorte
Mädesüß-Erlen-Eschen-Wälder	3+	20-45 cm unter Flur	15-40 cm unter Flur	25-90 cm unter Flur	
Wasserpfeffer-Erlen-Eschen-Wälder	3+	20-45 cm unter Flur	0-15 cm unter Flur	50-90 cm unter Flur	
Brennessel-Erlen-Eschen-Wälder	2+	45-85 cm unter Flur	40-80 cm unter Flur	50- ca. 120 cm unter Flur	Eschen-Buchenwälder und verwandte Erlenforsten
Flatterbinsen-Erlen-Eschen-Wälder	2+	45-85 cm unter Flur	15-40 cm unter Flur	90- ca. 120 cm unter Flur	entwässerter Moorstandorte
Riesenschwengel-Eschen-Buchen-Wälder	2-	tiefere 85 cm unter Flur	tiefere 80 cm unter Flur	tiefere 90 cm unter Flur	

Anhang A 3: Vegetationsformengruppen der Erlenwälder und ihre Zuordnung zur forstlichen Typologie nach SEA 95

Vegetationsformengruppen	Wasserstufe, Wasserregime	forstlicher Vegetationstyp nach SEA 95	Forstliche Feuchte- stufe	Forstliche Grundwasserform	Häufige Frühjahrs-Höchststände	Häufige Herbst-Tiefstände
Berlen-Schaumkraut-Erlen-Sumpfwälder	5+ P	Formengruppe der ausläuferbildenden Großseggen (z.T.)	O2	23	0-20 cm unter Flur	20-50 cm unter Flur
Walzenseggen-Erlen-Sumpfwälder	5+ T	Formengruppe der bultbildenden Großseggen (z.T.), Formengruppe der ausläuferbildenden Großseggen (z.T.), Wasserfeder-Formengruppe (z.T.)	O2, O1	13, 23, 12	über Flur bis 20 cm unter Flur	20-50 cm unter Flur
Wasserfeder-Erlen-Sumpfwälder	5+ W	Wasserfeder-Formengruppe (z.T.)	O1	12	über Flur	0-20 cm unter Flur
Schaumkraut-Winkelseggen-Eschen-Erlen-Wälder	4+ P	Formengruppe der ausläuferbildenden Großseggen (z.T.)	O2	23	0-20 cm unter Flur	20-50 cm unter Flur
Großseggen-Eschen-Erlen-Wälder	4+ T	Formengruppe der ausläuferbildenden Großseggen (z.T.), Bult-Großseggen-Formengruppe (z.T.), Kohldistel/Iris-Milzkraut-Formengruppe (z.T.)	O2, O3	23, 13, 34	über Flur bis 50 cm unter Flur	20-100 cm unter Flur
Flutschwaden-Erlen-Wälder	4+ W	Formengruppe der ausläuferbildenden Großseggen (z.T.), Kohldistel/Iris-Milzkraut-Formengruppe (z.T.)	O2, O3	23, 34	0-50 cm unter Flur	20-100 cm unter Flur
Mädesüß-Erlen-Eschen-Wälder	3+ G	Kohldistel/Iris-Milzkraut-Formengruppe (z.T.), Formengruppe der ausläuferbildenden Großseggen (z.T.)	O3, O2	34, 23	0-50 cm unter Flur	20-100 cm unter Flur
Wasserpfeffer-Erlen-Eschen-Wälder	3+ W	Formengruppe der ausläuferbildenden Großseggen (z.T.), Kohldistel/Iris-Milzkraut-Formengruppe (z.T.)	O2, O3	23, 34	0-50 cm unter Flur	20-100 cm unter Flur
Brennessel-Erlen-Eschen-Wälder	2+ G	Kohldistel/Iris-Milzkraut-Formengruppe (z.T.), Rasenschmielen-Riesenschwengel/-Lungenkraut-Formengruppe (z.T.)	O3, O4	34, 45	20-100 cm unter Flur	50-180 cm unter Flur
Flatterbinsen-Erlen-Eschen-Wälder	2+ W	Kohldistel/Iris-Milzkraut-Formengruppe (z.T.), Rasenschmielen-Riesenschwengel/-Lungenkraut-Formengruppe (z.T.)	O3, O4	34, 45	20-100 cm unter Flur	50-180 cm unter Flur
Riesenschwengel-Eschen-Buchen-Wälder	2- I	Riesenschwengel/-Lungenkraut-Formengruppe, Rasenschmielen-Riesenschwengel/-Lungenkraut-Formengruppe (z.T.)	O4	56, 45	50-180 cm unter Flur	100-300 cm unter Flur

Anhang A 4: Vegetationsformengruppen der Erlenwälder und ihre Zuordnung zu pflanzensoziologischen Typologien

Vegetationsformengruppen	Wasserstufe, Wasserregime	Zuordnung zur Typologie bei HOFMANN (2003)	Waldgesellschaftsgruppen nach HOFMANN (2003)	pflanzensoziologische Zuordnung nach RENNWALD (2002)	pflanzensoziologische Zuordnung nach BERG et al. (2004)
Berlen-Schaumkraut-Erlen-Sumpfwälder	5+ P	Schaumkraut-Schwarzerlenwald	Schwarzerlen-Quellwälder		<i>Cratoneuro filicini-Alnetum glutinosae</i> , <i>Cratoneuro amarae-Alnetum glutinosae</i>
Walzenseggen-Erlen-Sumpfwälder	5+ T	Schilf-Schwarzerlenwald, Grauweiden-Schwarzerlenwald	Seggen-Sumpfwälder und Bruchwälder		<i>Carici elongatae-Alnetum glutinosae</i> , <i>Hottonio palustris-Alnetum glutinosae</i> (kleinere Teile)
Wasserröhren-Erlen-Sumpfwälder	5+ W	Wasserröhren-Schwarzerlenwald, Weißmoos-Moorbirken-Schwarzerlenwald (z. T.)			<i>Hottonio palustris-Alnetum glutinosae</i> , <i>Bidens cernua-Alnus glutinosa-Gesellschaft</i> , <i>Iridopseudocari-Alnetum glutinosae</i>
Schaumkraut-Winkelseggen-Eschen-Erlenwälder	4+ P	Schaumkraut-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung.	Schwarzerlen-Quellwälder	<i>Carici elongatae-Alnetum glutinosae</i> Schwickerer rath 1933	<i>Carici remotae-Fraxinetum excelstoris</i> (z. T.)
Großseggen-Eschen-Erlenwälder	4+ T	Großseggen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Kleb-Labkraut (z. T.), Grauweiden-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Brennessel-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Sumpffarn (z. T.), Himbeer-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Sumpffarn, Scharbockkraut-Brennessel-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Sumpffarn, Rasenschmielen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Sumpffarn, Alpenhexenkraut-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Sumpffarn	Seggen-Schwarzerlen-Sumpfwälder, Bruchwälder, Stauden-Schwarzerlen-Niederungswälder (kleinerer Teil)		<i>Pruno padi-Fraxinetum excelstoris</i> (z. T.)
Flutschwaden-Erlen-Wälder	4+ W	Großseggen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Grauweiden-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Rasenschmielen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Sumpffarn (z. T.)			
Mädesüß-Erlen-Eschen-Wälder	3+ G	Brennessel-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Himbeer-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Scharbockkraut-Brennessel-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Rasenschmielen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Alpenhexenkraut-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.)		<i>Carici elongatae-Alnetum glutinosae</i> und <i>Alnion glutinosae</i> Basalgesellschaft bei Erlenbestockung	<i>Pruno padi-Fraxinetum excelstoris</i> (z. T.), <i>Carici remotae-Fraxinetum excelstoris</i> (z. T.)
Wasserpfeifen-Erlen-Eschen-Wälder	3+ W	Großseggen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Kleb-Labkraut (z. T.), Brennessel-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Rasenschmielen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.)	Stauden-Schwarzerlen-Niederungswälder (zum größten Teil)		
Brennessel-Erlen-Eschen-Wälder	2+ G	Brennessel-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. mit Goldnessel (z. T.), Himbeer-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Scharbockkraut-Brennessel-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Rasenschmielen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Alpenhexenkraut-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.)			
Flatterbinsen-Erlen-Eschen-Wälder	2+ W	Rasenschmielen-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.), Brennessel-Schwarzerlenwald typ. Ausbildung. (z. T.)			
Riesenschwengel-Eschen-Buchenwälder	2- I	Wurmfarn-Schwarzerlenforst (z. T.), Goldnessel-Schwarzerlenforst (z. T.), Sauerlees-Schwarzerlenforst (z. T.)	Schwarzerlenforst	<i>Alnion glutinosae</i> Basalgesellschaft bei Erlenbestockung	<i>Adoxo-moschatellinae-Aceretum pseudoplatani</i> (z. T.), <i>Fraxino excelstoris-fagetum sylvaticae</i> (z. T.), <i>Asperulo odoratae-fagetum sylvaticae</i> (z. T.)