Best Practice Moornutzung – Paludikultur

Colja Beyer
Kompetenzstelle Paludikultur im 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e. V.

Wiebke Saathoff
NLWKN – Geschäftsbereich Landesweiter Naturschutz
Werlte, 2022

1. Einleitung

1.1 Was ist Paludikultur?

Paludikultur ist die land- oder forstwirtschaftliche Nutzung nasser und wiedervernässter organischer Böden (kohlenstoffreiche Böden). Voraussetzung ist, dass der Wasserstand ganzjährig nahe der Bodenoberfläche gehalten und der Boden nicht gestört wird [11,13,16]. Dadurch wird zum einen der Torfkörper erhalten oder sogar neuer Torf gebildet und zum anderen die Freisetzung von Treibhausgasen (THG) minimiert. Diese Nutzungsform ist an spezifische nutzbare Pflanzen der Hoch- und Niedermoore gebunden. Die aufwachsende oder angebaute oberirdische Biomasse wird genutzt, nicht aber unterirdische Pflanzenteile. Paludikultur stellt nach derzeitigem Kenntnisstand, bei sachgemäßer Umsetzung, somit die einzige weitgehend klimaneutrale Nutzungsform der Moore dar[3]. Gleichzeitig können nachwachsende Rohstoffe produziert und damit fossile Rohstoffe ersetzt werden[16].

Schlüsselfaktor ist der jahreszeitliche Verlauf des Wasserstandes. Gerade in den Sommermonaten ist ein hoher Wasserstand zu gewährleisten. Ein pauschaler Grenzwert, ab welchem Wasserstand von einer Paludikultur gesprochen werden kann, wird in der Literatur dagegen nicht genannt (vergl. Z.B. [16].

Zu unterscheiden ist zwischen Nassgrünland und Anbau-Paludikulturen. Beim Nassgrünland wird Grünland vernässt. Die grasartige Biomasse wird dann als nachwachsender Rohstoff genutzt. Bei Anbau-Paludikulturen werden geeignete Pflanzenarten wie Rohrkolben, Schilf, Erlen oder Torfmoose gezielt gepflanzt, gesät oder anderweitig ausgebracht, was i.d.R. eine entsprechende Bodenbearbeitung voraussetzt.

In Niedersachsen sind organische Böden (kohlenstoffreiche Böden), die für den Naturschutz vernässt wurden, für die Einrichtung von Paludikulturen ausgeschlossen, da die Vernässung für den Zweck des Naturschutzes erfolgte und nicht für eine landwirtschaftliche Nutzung. Dennoch kann ggf. die Biomasse, die bei der Pflegemahd entsteht, einer wirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden. Per Definition handelt es sich hierbei aber nicht um Paludikulturen, sondern um Reststoffverwertungen.

1.2 Anlass und Ziel

Das Ziel der Wiedervernässung organischer Böden im Hinblick auf den Klimaschutz ist es, die Torfmineralisation und den damit verbundenen THG-Ausstoß weitest möglich zu reduzieren. Neben dem Nutzen für das Klima haben Wiedervernässungen in Verbindung mit Nutzungsaufgaben bzw. -extensivierungen von Mooren einen hohen Wert für den Naturschutz. So werden dringend gering bzw. ungenutzte naturnahe Moorlebensräume für die stark bedrohte Tier- und Pflanzenwelt dieser Lebensräume benötigt, um einen weiteren Schwund/ein weiteres Aussterben dieser Arten zu verhindern.

Viele organische Standorte unterliegen einer Nutzung und stehen dem Naturschutz aktuell nicht für Wiedervernässungen zur Verfügung. Flächenerwerbe für naturschutzfachliche Wiedervernässungen sollen angesichts knapper finanzieller Ressourcen zunächst in den Schutzgebieten mit Mooranteil realisiert werden, um die Zielsetzungen der Schutzgebietsverordnungen zum Arten- und Biotopschutz umzusetzen. Um den hohen Beitrag niedersächsischer Moorstandorte an dem landesweiten THG-Ausstoß zu reduzieren, werden daher für die Böden, auf denen eine naturschutzfachliche Wiedervernässung nicht möglich bzw. gewünscht ist, dringend torfschonende Nutzungsalternativen benötigt. Für diese Standorte kann die Paludikultur eine klimaschonende Nutzungsalternative für die Landwirtschaft darstellen.

Gemäß des Positionspapiers Paludikultur des Länder-Arbeitskreises Moorschutz [17] ist „Auf bisher konventionell genutzten degradierten Moorböden ohne besonderen naturschutzfachlichen Wert bzw. Entwicklungspotenzial […] eine Wiedervernässung und Nutzung als Paludikultur anzustreben. Ziel sollte es sein, dass die Flächen so nass sind, dass ein Torferhalt weitgehend erreicht und Stoffausträge möglichst vermieden, oder stark verringert werden“.

Das Ziel der Paludikultur ist es – wenn möglich – organische Standorte mit Klimaschutzpotenzial wiederzuvernässen und damit das moortypische hydrologische Regime wiederherzustellen. Das Hauptziel besteht darin, die THG-Emissionen drastisch zu reduzieren und optimaler Weise nahezu klimaneutral zu wirtschaften. Weitere Ziele sind die Verhinderung der Bodensackung und, wo möglich, die Erbringung weiterer Ökosystemleistungen im Sinne einer nachhaltigen Nutzung der Flächen [10,13,16].

2. Kulturformen und Verwendung

2.1 Hochmoor

Hochmoorböden zeichnen sich aufgrund ihrer Genese durch nährstoffarme und meist saure Verhältnisse aus. Daher eignen sich diese Böden insbesondere für den Anbau von Torfmoosen. Interessant könnte aber auch die Kultivierung von Sonnentau sein. Allerdings sind diese Standorte durch anthropogene Überprägung teilweise nährstoffreich oder diese Standorte werden im Zuge der Vernässung eutrophiert, so dass auch andere Paludikulturen – zumindest temporär – in Frage kommen (siehe „Niedermoor und andere organische Böden“).

2.1.1 Sphagnum

Die Gattung Torfmoos (*Sphagnum*) gehört zur Familie der Sphagnaceae, die wiederum zu den Laubmoosen (Bryophyta) gehört (Abb. 1). Das Besondere an diesen Pflanzen ist, dass sie an der Basis absterben und an der Spitze weiterwachsen und so eine Torfschicht bilden. Torfmoose sind Spezialisten, die sich an nasse und nährstoffarme Standorte und damit extreme Bedingungen angepasst haben. Gleichzeitig schaffen die Torfmoose diese Bedingungen, die perfekt für die Torfmoose geeignet sind, selber. Damit besitzen Torfmoos Konkurrenzvorteile gegenüber anderen Pflanzen. Im Gegensatz zu Samenpflanzen und Farnen können Torfmoose ihren Wasserhaushalt zwar nicht regulieren. Sie haben aber die Fähigkeit, in ihren Wasserspeicherzellen (Hyalocyten) enorme Wassermengen aufzunehmen. Auf der anderen Seite werden in Trockenzeiten die Stoffwechselvorgänge auf ein Minimum reduziert, und die Torfmoose färben sich weiß und wirken vertrocknet. Durch die helle Verfärbung erhält die Oberfläche eines Hochmoores eine hohe Albedo und die Fläche wird vor Evapotranspiration geschützt. Sobald Niederschläge wieder für Nässe sorgen, färben sich die Torfmoose sofort wieder grün.

Abbildung 1: Torfmoose (*Sphagnum ssp.*) sind typische Torfbildner in niedersächsischen Hochmooren und können in Zukunft wertvolle nachwachsende Rohstoffe werden (3N Kompetenzzentrum)

Der kommerzielle Anbau von Torfmoosen („Sphagnum farming“) erfolgt auf nährstoffarmen Moorböden mit niedrigem pH-Wert, da die Torfmoose an diese Standorte angepasst sind. Auf Hochmoorstandorten könnten Torfmoose die erste Wahl sein, da sie die dominante Vegetation darstellen. Ein teureres Wassermanagement im Vergleich zu anderen Paludikulturen ist notwendig, eventuell auch mit einem Bewässerungspolder. Die landwirtschaftlich vorgenutzten Flächen müssen regelmäßig gemäht werden. Nach derzeitigem Forschungsstand ist bei vererdeten Moorflächen ein Oberbodenabtrag unbedingt notwendig, aufgrund der hohen Nährstoffgehalte und des hohen Samenpotentials.

Über die Wiedervernässung der Fläche kann der Anbau von Torfmoosen eine klimafreundliche Alternative zu bisherigen Anbauverfahren sein. Entscheidend ist, dass ein gleichmäßiger und hoher Wasserstand über das ganze Jahr hindurch eingestellt wird. Beikräuter können ein Problem darstellen und müssen entfernt werden. Pflanzenschutzmittel und Dünger sind nicht notwendig und nicht gewünscht. Die Methoden einer maschinellen Pflege und Ernte sind noch nicht ausgereift und mit hohen Kosten verbunden. Im Rahmen von F&E-Vorhaben werden Maschinen entwickelt, die sich auf den Torfmoosen bewegen können, ohne nachhaltig Schäden zu verursachen.

Ein Ertrag von bis zu 6,7 Tonnen Trockenmasse je Hektar und Jahr wurde auf einer Testfläche bei Hankhausen beobachtet[27]. Auf einer Testfläche in Ramsloh konnte ein Ertrag von bis zu 3,7 Tonnen je Hektar und Jahr festgestellt werden [9]. Nach dem derzeitigen Wissensstand wird eine Ernte alle fünf Jahre empfohlen. Bis zu 30 cm können abgeerntet werden, ohne die Pflanzen oder die Kohlenstoffaufnahme zu behindern[26]. Die Biomasse kommt für diverse Nutzungen in Frage. Vor allem die Herstellung von Gartenbausubstraten ist interessant. Weitere Verwertungsoptionen sind: Verpackungsmaterial, biologisch abbaubare Blumentöpfe, Dachbegrünung und Wandbegrünung sowie Saatmaterial für Moorrenaturierung.

Bei vielen Kulturen ist eine Beimischung der Torfmoose in Höhe von 50% unproblematisch. Es kann allerdings notwendig sein, öfter oder mehr zu gießen und zu düngen [10,27,29].

2.1.2 Drosera

Die Gattung Sonnentau gehört zur Familie der Sonnentaugewächse (*Droseraceae*) und zur Ordnung der Nelkenartigen (*Caryophyllales*). Insbesondere der in Deutschland besonders geschützte (BArtSchVO) Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) ist in Mooren anzutreffen (Abb. 2). Weltweit existieren aber über 150 weitere Arten. Sonnentau ist eine fleischfressende Pflanze und blüht von Juni bis August. Ein ganzjährig flurnaher Wasserstand ist optimal.

Abbildung 2: Der Sonnentau (*Drosera*) wächst in niedersächsischen Hochmooren und kann als Medizinpflanze genutzt werden (3N Kompetenzzentrum)

Die oberirdischen Teile der Pflanze können als Arznei verwendet werden. Der Rundblättrige Sonnentau soll krampflösende und hustenreizstillende Wirkung haben.

2.2 Niedermoor und andere organische Böden

Im Gegensatz zu Hochmooren sind Niedermoore und andere organische Böden diverser. Solche Flächen können eutroph, mesotroph oder oligotroph sein und einen hohen, mittleren oder niedrigen pH-Wert aufweisen, je nach den geologischen Verhältnissen der Wasserquelle. In Niedersachsen sind allerdings Niedermoorböden und andere organische Böden nährstoffreich und die pH-Werte nicht so niedrig wie die der Hochmoorböden. Hinzu kommt eine zunehmende Eutrophierung durch die Landwirtschaft. Somit sind diese Flächen sehr gut für Kulturen mit hohen Nährstoffbedarfen und hohen Biomasseerträgen geeignet. Hier kommt der Anbau halmgutartiger Rohstoffe und ggf. der Anbau von Schwarzerlen in Frage [18].

2.2.1 Typha

Die Rohrkolbenarten Schmalblättriger Rohrkolben (*Typha angustifolia*), Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) und deren Hybrid (*Typha x glauca*) sind in den niedersächsischen nährstoffreichen Niedermooren heimisch und lassen sich auf vielfältige Weise nutzen (Abb. 3 und 4). Da die Pflanzen hochproduktiv sind, können jedes Jahr große Mengen geerntet werden: 4,3 bis 22,1 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr[10].

Abbildung 3: Rohrkolben (*Typha*) ist eine typische Vegetation in niedersächsischen Niedermooren. Die oberirdische Biomasse hat sehr gute Eigenschaften für die Verwendung als nachwachsender Rohstoff (3N Kompetenzzentrum)

Die Rohrkolben-Arten sind torferhaltend und vertragen schwankende Wasserstände mit einem Überstau von bis zu 1,5 Meter über Flur. Für den kommerziellen Anbau eignen sich sowohl Pflanzung als auch Saat. Die Pflanzung stellt die schnellste und sicherste Methode dar. Für die Pflanzdichte reicht eine halbe oder eine Pflanze je Quadratmeter. Die generative Vermehrung kann für eine praxisgerechte Etablierung von Rohrkolbenbeständen ökonomisch und ökologisch die beste Wahl sein. Ein Rohrkolbenbestand kann auch nach einer Wiedervernässung durch natürliche Sukzession entstehen.

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist nicht notwendig und auch nicht gewünscht. Der Anbau von Rohrkolben kann auch zum Zweck der Wasserreinigung erfolgen.

Abbildung 4: Insbesondere der breitblättrige Rohrkolben (*Typha angustifolia*) ist in Niedersachsen verbreitet (3N Kompetenzzentrum)

Als Rohstoff kann die Biomasse für die Herstellung von verschiedenen Produkten benutzt werden. Die Biomasse hat aufgrund eines schwammartigen Gewebes (Aerenchym) gute Dämmeigenschaften und eine Nutzung für die Einblasdämmung und als Dämmstoffplatte bietet sich an. Daneben lassen sich Rohrkolben als Gartenbausubstrat, für energetische Zwecke oder als Nahrungsmittel verwenden [10,24].

2.2.2 Phragmites

Die Erträge von Schilf liegen zwischen 6,5 und 23,8 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr im Sommer oder 3,6 und 15 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr im Winter (Humboldt Universität zu Berlin 2019a). Den größten Biomasseertrag liefert das torfbildende Gemeine Schilf (*Phragmites australis*) (Abb. 5). Schilf wächst an nährstoffreichen Standorten und bildet dichte Bestände, die aus einer Art bestehen. Optimal für dieses Gras ist feucht bis nasser Boden. Die Pflanze zeichnet sich aber auch durch ihre Anspruchslosigkeit aus. Schilf toleriert Feuer, Frost, hohe pH-Werte, Salz, Unkrautdruck, Wasserstände von bis zu 2 Meter über Flur und starke Wasserstandschwankungen. Ein Bewässerungssystem ist nicht unbedingt erforderlich, könnte aber die Erträge erhöhen. Für den Anbau werden im Frühjahr zwischen 0,25 und 4 Jungpflanzen oder Wurzelausläufer je Quadratmeter gepflanzt. Schilfpflanzen aus ähnlichen Standorten in der näheren Umgebung liefern das Saatgut oder die Rhizome für die Anzucht. Das Saatgut wird nach Frost gewonnen. Sind Schilfpflanzen bereits vorhanden, breitet sich das Schilf ohne Eingriff sehr schnell aus. Nach der Pflanzung bzw. Etablierung dauert es nur drei Jahre, bis das Schilf erstmals geerntet werden kann. Die Schilfanbaufläche in Deutschland beträgt zurzeit 500 Hektar. Da die Biomasse und die Qualität nicht reichen, um den Bedarf zu decken, wird Schilf auch importiert [7,10,30]. Schilf wird vor allem als Baumaterial genutzt.

Abbildung 5: Schilf (*Phragmites*) ist ein typischer Niedermoortorfbildner in Niedersachsen (3N Kompetenzzentrum)

2.2.3 Phalaris

Wie Rohrkolben ist Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) eine torferhaltende Pflanze, verträgt aber keinen dauerhaften Überstau mit sauerstoffarmem Wasser sowie kein Salz und ist weniger produktiv. Rohrglanzgras bildet dichte Bestände, die aus einer Art bestehen. Am besten geeignet für den Anbau sind mäßig nasse (Wasserstand 0 bis 20 cm unter Flur), nährstoffreiche Standorte mit sauerstoffreichem nicht-stagnierendem Wasser. Rohrglanzgras verträgt wechselfeuchte Bedingungen und Überflutungsphasen. In Europa liegen die Erträge aus Anbaukulturen bei 7 bis 13 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr. In spontan entwickelten Beständen auf wiedervernässten Niedermooren in Nordostdeutschland betragen die Erträge im Sommer 5 bis 10 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr und im Winter 3 bis 9,6 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr. Bis zu zwei Ernten pro Jahr sind möglich. Rohrglanzgras wird für den Anbau ausgesät (8 bis 25 kg Samen pro Hektar, Saattiefe: 0,5 bis 2 cm, Reihenabstand: 12,5 cm). Der Aussaattermin liegt zwischen Frühjahr und Spätsommer. Die Vermehrung kann generativ und vegetativ erfolgen. Die Keimung benötigt ungefähr zwei Wochen. Die Keimlinge sind nicht sehr konkurrenzfähig. Bei bereits vorhandenen Rohrglanzgraspflanzen in wiedervernässten Niedermooren kommt es zu einer spontanen Ausbreitung. Bei einer zunehmenden Überstauung wird der Bestand allerdings nach einigen Jahren von Seggen, Schilf oder Wasserschwaden verdrängt. Rohrglanzgras ist anfällig gegenüber Pilzerkrankungen [7,10,30]. Zurzeit wird die Biomasse lediglich hauptsächlich für Pferdeheu, Einstreu oder Kompost genutzt.

2.2.4 Carex

Seggenarten (*Carex spec*.) sind torfbildend und produzieren bis zu 12 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr (Ufer-Segge (*Carex riparia*)). Die Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*) hat einen Ertrag

zwischen 4,2 und 7,6 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr, die Schlank-Segge (*Carex acuta*) 3,8 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr. Für den Anbau werden Seggen angepflanzt. Hierfür werden Setzlinge aus Samen oder Rhizomen vorgezogen. Auch eine spontane Sukzession nach der Wiedervernässung von Niedermooren ist möglich [10,15,30].

Geeignet für den Seggenanbau sind ehemalig landwirtschaftlich genutzte organische Böden, wie z.B. bewirtschaftetes Niedermoorgrünland, Brachen und ackerbaulich genutzte Flächen. Wie bei allen Paludikulturen ist das Wassermanagement entscheidend: Sowohl für eine niedrige THG-Bilanz als auch für hohe Erträge ist ein flurnaher sommerlicher Wasserstand optimal. Ein zu hoher Überstau dagegen führt zu niedrigeren Erträgen. Im Winter kann die Fläche 0-30 cm überstaut werden. Grundsätzlich vertragen die Seggen aber Überstau und Wechselnässe. Während der Etablierungsphase sollte ein hoher Wasserüber-stau vermieden werden [15].

Derzeit findet die Biomasse als Einstreumaterial Verwendung. Seggen wären aber auch für die Herstellung von Baustoffen (Dämm-, Span-, Faserplatten, Einblasdämmstoffen), organischen Düngern und Pflanzen- oder HTC-Kohle (Bodenverbesserer, Gartenbausubstrate, Filtersysteme) geeignet. Auch eine energetische Nutzung ist möglich [15].

2.2.5 Alnus

Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) kann unter Umständen torfbildend sein und wächst in nassen, nährstoffreichen, basenreichen Niedermooren (Abb. 6). Längeren Überstau verträgt die Pflanze allerdings nicht. Für einen rentablen Hochwaldbetrieb eignen sich besonders nicht ganzjährig und nicht vollständig wassergesättigte Moorstandorte. Aus Klimaschutzsicht werden jedoch ganzjährig hohe Wasserstände angestrebt. Auf solchen Standorten bieten sich eher der Niederwaldanbau bzw. Kurzumtriebsplantagen von Erlen an [18]. Auch unterliegen ausgewachsene Erlenbestände mitunter dem gesetzlichen Schutz gemäß § 30 BNatSchG oder können gemäß der EU-FFH-Richtlinie zu erhaltene Lebensraumtypen (LRT) darstellen, so dass u. U. entsprechende Bewirtschaftungsauflagen befolgt werden müssen.

Die höchsten Torfakkumulationsraten treten bei einem mittleren jährlichen Wasserstand von 0 bis 20 cm unter Flur auf. Der Ertrag im Niederwald liegt bei einer Ernte nach 20 bis 40 Jahren bei mindestens 200 bis 400 m³ pro Hektar, was ca. 110 bis 220 Tonnen Trockenmasse entspricht. Holz aus Niederwaldbetrieb wird vor allem für energetische Zwecke genutzt [10].

Abbildung 6: Erlen-Hochwald in einem niedersächsischen Niedermoor. Bei solch hohen Wasserständen ist eine Ernte der hohen Bäume nach guter fachlicher Praxis vermutlich eine große Herausforderung. Eine Alternative wäre der Anbau von KUPs (Foto: Hans-Jürgen Zietz).

3 Standortvoraussetzung und –eignung

3.1 Benötigte Standortvoraussetzungen (ganzjährig)

Die ackerbauliche Nutzung organischer Böden erfordert die weitreichendsten Eingriffe in den Wasserhaushalt und verursacht besonders hohe THG-Emissionen, Nährstoffausträge in angrenzende Gewässer sowie Bodenverluste durch Bodenzersetzungsprozesse und Erosion [6,14,22]. Da eine Umwandlung von Dauergrünland in Acker gemäß § 5 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) auf Moorstandorten zu unterlassen ist, sollte im Umkehrschluss auch eine besondere Priorität daraufgelegt werden, degradierte Ackerflächen auf Mooren wieder zu vernässen.

Grundvoraussetzung bei der Paludikultur ist, dass eine bestmögliche Reduzierung der THG-Emissionen erfolgt oder sogar Klimaneutralität erreicht wird. Dies wird primär durch das Wasserregime bzw. durch ein hohen Vernässungsgrad erreicht. Das Wasser in der gesamten Fläche muss ganzjährig nahe der Bodenoberfläche anstehen. Es reicht nicht, die Fläche im Winter zu überstauen und im Sommer einen niedrigen Wasserstand zuzulassen. Da gerade in den warmen Monaten die mikrobielle Bodenaktivität angeregt wird, muss in diesen Monaten ein hoher Wasserstand gewährleistet sein. Die Angabe eines mittleren Jahreswasserstandes ist daher wenig aussagekräftig.

Neben dem Wasser spielt auch die Bodenbearbeitung eine Rolle. Wenn Bodenabtrag erfolgt, muss der entfernte Boden in der Klimabilanz berücksichtigt werden. Auf der anderen Seite kann ein Bodenabtrag dazu beitragen, die in den ersten Jahren zum Teil hohen Methanemissionen zu verringern. Daher muss geprüft werden, ob ein Bodenabtrag sinnvoll ist. Die Bodenvorbereitung für die Pflanzung oder Saat sollte nur einmalig (z.B. beim *Sphagnum*-Farming) oder so selten wie möglich

(z.B. beim Rohrkolben) erfolgen, da hierdurch höhere THG-Emissionen auftreten können. Die Kultur sollte an das Nährstoffangebot und den pH-Wert des Standortes angepasst sein.

Eine weitere wichtige Voraussetzung ist, dass der Standort ganzjährig vernässbar ist, was auf viele Gebiete nicht zutrifft. Das Wasser muss in entsprechender Quantität und Qualität vorhanden sein muss und es muss erlaubt sein, das Wasser für eine Vernässung zu verwenden. Der Boden muss entsprechend beschaffen sein, um das Wasser in der Fläche zu halten.

3.2 Ausschlussgebiete und -kriterien

Nicht vernässbare Standorte sind für die Etablierung von Paludikulturen ungeeignet. Auch sehr kleine Flächen (< 1 ha) werden als ungünstig betrachtet, da der flächenspezifische Bewirtschaftungsaufwand gemessen an dem erreichbaren Vorteil zu hoch ist und die Paludikultur damit unrentabel wird.

Der Anbau von Paludikulturen auf naturschutzrechtlich besonders geschützten Flächen gemäß Kapitel 4 BNatSchG ist nur nach Prüfung durch die zuständige Untere Naturschutzbehörde und Untere Wasserbehörde möglich. Ggf. muss eine Kompensationsmaßnahme durchgeführt werden. Die Schutzziele haben hier Vorrang vor Nutzungsinteressen, wie auch dem Paludikulturanbau. In natürlichen und damit nicht oder kaum degradierten Mooren sind Paludikulturen von vorneherein ausgeschlossen. In Schutzgebieten, wie z.B. Naturschutzgebieten und Natura 2000-Gebieten sind die gebietsspezifischen Schutzgebietsverordnungen zu befolgen. In der Regel scheiden Anbau-Paludikulturen, wie z.B. Rohrkolben hier aus. Neben den großräumigeren Schutzgebieten können auch einzelne Biotope oder Landschaftselemente unter den gesetzlichen Naturschutz fallen. So unterliegen beispielsweise die nach § 30 BNatSchG und nach § 24 NAGBNatSchG geschützten Biotope einem besonderen Schutz und dürfen nicht entfernt oder verändert werden. Auch nach Maßgabe näherer Bestimmungen für Naturdenkmäler (§ 28 BNatSchG) und Geschützte Landschaftsbestandteile (§ 29 BNatSchG) sind alle Handlungen verboten, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung führen können. Paludikulturen können hier daher generell nicht etabliert werden.

Naturschutzfachlich kritisch zu bewerten sind Paludikulturen auch dann, wenn für ihre Etablierung auf organischen Standorten Dauergrünland umgebrochen oder umgewandelt werden soll. Ein Umbruch von Dauergrünlandflächen auf Moorstandorten widerspricht gem. § 5 (2) Nr. 5 BNatSchG der ordnungsgemäßen landwirtschaftlichen Bodennutzung. Er fällt in den Anwendungsbereich der Eingriffsregelung (§ 14 BNatSchG) und ist zudem nach § 44 BNatSchG zu prüfen. Eine Zulassung muss bei der zuständigen Naturschutzbehörde beantragt werden.

Viele der letzten erhaltenen Dauergrünlandflächen stellen bedeutsame Flächen für den Schutz von Wiesenvögeln dar, welche auf Offenlandstrukturen angewiesen sind. Bei einer Aufwertung der Fläche sollte der Offenlandcharakter daher erhalten bleiben. Für eine Aufwertung dieser Flächen eignen sich jedoch eher andere Bewirtschaftungskonzepte, wie der Länder-Arbeitskreis Moorschutz [17] zu bedenken gibt:

„Für naturschutzfachlich besonders wertvolle Flächen mit Vorkommen von Lebensräumen und Arten mit besonderem Schutz- und Pflegegebedarf kann das Management insbesondere durch angepassten Vertragsnaturschutz bzw. in Pflegeverträgen sichergestellt werden. Paludikultur ist hierfür nicht geeignet.“

Laut einer Potentialstudie der Kompetenzstelle Paludikultur, wird auf die aktuelle Bodenkarte gestützt auf ungefähr 50.000 Hektar der organischen Böden in Niedersachsen Ackerbau betrieben. Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass ein Teil der Flächen keinen organischen Boden mehr aufweist und ein weiterer Teil der Flächen nicht mehr vernässt werden kann, steht immer noch hinreichend Ackerfläche auf organischen Böden für eine Umwandung in Paludikulturen zur

Verfügung. Der ökologische Aufwertungsdruck ist auf diesen Flächen besonders hoch. Deshalb sollte der Fokus für die Etablierung von Paludikulturen zunächst auf Ackerstandorte mit Klimaschutzpotenzial anstatt auf Dauergrünlandflächen gerichtet werden.

4 Synergien und Konflikte in der Umsetzung

4.1 Synergiepotentiale mit Naturschutz und Landschaftspflege

Abhängig vom Standort können neben der drastischen Reduzierung der THG-Emissionen und der Nutzung der Biomasse als nachwachsender Rohstoff durch Paludikulturen weitere Ökosystemleistungen erbracht werden. Besonders hoch sind die Synergien auf den ackerbaulich genutzten Moorböden, da es hier in jeglicher Hinsicht zu einer Verbesserung kommt [22]. Zudem lassen sich hier i.d.R. qualitativ hochwertige nachwachsende Rohstoffe mit hohen Erträgen gewinnen, was auf Dauergrünlandflächen nicht immer der Fall ist. Die Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten bieten sich (im Gegensatz zu den meisten anderen Schutzgebieten) bei entsprechenden Standortbedingungen besonders für Paludikulturen an. Gemäß § 25 (1) BNatSchG sind „Biosphärenreservate […] einheitlich zu schützende und zu entwickelnde Gebiete, die […] beispielhaft der Entwicklung und Erprobung von den Naturgütern besonders schonenden Wirtschaftsweisen dienen." Die Erprobung klimaschonender Bewirtschaftungsformen wie Paludi kann zu diesen Wirtschaftsweisen gezählt werden.

4.1.1 Reduzierung des Treibhausgas-Ausstoßes

Durch die Wiedervernässung des organischen Bodens werden Sauerstoffzufuhr und Torfmineralisation gestoppt. Je nach Kultur, Bewirtschaftung und den äußeren Einflussfaktoren, lassen sich die THG-Emissionen auf den Flächen drastisch reduzieren. Studien weisen darauf hin, dass im besten Falle eine Klimaneutralität unter günstigen Bedingungen erreicht werden kann. Eine negative On-Site-Netto-Bilanz (Netto-Aufnahme von THG auf der Fläche) konnte bislang nicht nachgewiesen werden. Eine Verringerung der On-Site-Emissionen auf ca. 4 bis 10 Tonnen CO2-Äquivalent pro Hektar und Jahr ist derzeit realistisch [3,6,12,28].

4.1.2 Bodenschutz

Im Zusammenhang mit der THG-Reduzierung wird auch der Bodenschutz gewährleistet. Durch die hohen Wasserstände wird die Torfschicht konserviert sowie die Bodendegradierung und Bodensackung gestoppt. Ob auch die Bildung neuen Torfs möglich ist, kann nach bisherigen Kenntnissen nicht vorhergesagt werden. Eine ggf. erforderliche Bodenbearbeitung beschränkt sich auf die obersten Zentimeter und findet nur einmalig oder so selten wie möglich statt. Ein Bodenabtrag findet in jedem Fall nur einmal statt, oder nach Möglichkeit gar nicht. Damit wird der Boden soweit wie möglich in den natürlichen Zustand zurückversetzt und behält auch seine Funktion als Archiv. Der Bodenschutz wird insbesondere dann gewährleistet, wenn standortgerechte Pflanzen angebaut werden und auf Düngung und Pflanzenschutzmittel verzichtet wird. Eine Düngung kann unter Umständen erforderlich werden. Inwieweit Bodenschutz und Düngung vereinbar sind, wurde noch nicht untersucht, ist aber Gegenstand zukünftiger Projekte. „Standortgerecht" kann auch bedeuten, dass bspw. Rohrkolben-Arten auf einem durch die landwirtschaftliche Nutzung eutrophen Standort zur Aushagerung angebaut und zu einem späteren Zeitpunkt ggf. Torfmoose etabliert werden.

Für die Einrichtung von Paludikulturen ist jedoch der Bau von Dämmen und Gräben erforderlich. Die Baumaßnahmen sollten – auch aus Kostengründen – auf ein erforderliches Minimum beschränkt werden. Beim Bau findet u. U. ein Eingriff, der die Anwendung der Eingriffsregelung erfordert und einer Zulassung bedarf.

Der Einfluss auf den Bodenschutz von Paludikulturen ist ähnlich wie bei Renaturierungsprojekten.

4.1.3 Gewässerschutz

Naturnahe Moore haben eine Funktion als Stoffsenke. Nach Entwässerung stellen diese Ökosysteme eher Stoffquellen dar. Die Funktion als Senke kann durch Vernässung zumindest zum Teil wiederhergestellt werden. Allerdings kann die Vernässung anfänglich zur Lösung von Phosphorverbindungen und dem Eintrag in die Gewässer führen.

Insbesondere Starkzehrer wie Rohrkolben und Schilf haben eine wasserreinigende Wirkung[24]. Durch den Anbau können nährstoffbelastete Gewässer, ähnlich wie in einer Kläranlage, gereinigt werden und die betreffenden Pflanzen mithin einen großen Beitrag zum Gewässerschutz leisten. Zu berücksichtigen ist, dass diese Kulturen viel Wasser an die Atmosphäre durch Evapotranspiration abgeben. Das Wasserdargebot muss also ausreichend sein.

Paludikulturen können z.B. Pufferrandzonen von Schutzgebieten zur Eindämmung von Nähr- und Schadstoffeinträgen bilden. Voraussetzung ist, dass keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden und keine oder nur in einem geringen Maße sehr kontrollierter Düngemittel eingesetzt werden..

4.1.4 Biodiversität

Moorökosysteme in Niedersachsen beheimaten Pflanzen- und Tierarten, die sich an die extremen Bedingungen angepasst haben und damit Spezialisten sind, die durch den Verlust dieser Ökosysteme im Bestand gefährdet werden. Hierzu gehören Pflanzenarten wie Zierliches Wollgras (*Eriophorum gracile*) oder Langblättriger Sonnentau (*Drosera longifolia* [5,8], aber auch viele Tiere, wie diverse Libellenarten, die Ringelnatter (*Natrix natrix*) oder der Moorfrosch (*Rana arvalis*) [2,20,25].

Im Gegensatz zu Renaturierungsprojekten stellt der Artenschutz nicht das primäre Ziel der Paludikultur dar, sondern ist als anzustrebender Synergieeffekt zum Klimaschutz und zur landwirtschaftlichen Nutzung zu sehen. Paludikulturen, die an geschützte Gebiete angrenzen, sind als „Pufferzonen“ zu konventionell bewirtschafteten Flächen mit niedrigeren Wasserständen anzusehen. Daher können Paludikulturen standortbezogen bei entsprechender Bewirtschaftung einen Beitrag zur Biodiversität leisten.

Der Wert, den eine Flächennutzung für die Artenvielfalt hat, hängt einerseits davon ab, welche Nutzung zuvor auf dieser Fläche bestand und ob mit der Nutzungsänderung eine Aufwertung für die gebietsspezifischen Zielarten erfolgt ist. Für viele Arten mit großräumigeren Lebensraumansprüchen kommt es jedoch vor allem darauf an, ob sich die Lebensraumqualität innerhalb ihres gesamten Aktionsradius auf Landschaftsebene dadurch verbessert oder verschlechtert. Um dies bewerten zu können, müssen kumulative Effekte bei flächiger Nutzungsänderung bzw. die Auswirkung der Flächennutzungsänderung im Kontext der Umgebung berücksichtigt werden. Auch wenn die Auswirkungen immer zielartenspezifisch zu bewerten sind, ist das Lebensraumangebot i.d.R. umso größer und die Landschaft umso artenreicher, je vielfältiger sich die Fruchtartenverteilung in der Landschaft darstellt. Es ist i.d.R. nicht anzustreben, flächendeckend nur einige bis wenige Kulturarten zu kultivieren. Eingegliedert in eine vielfältige Kulturartenverteilung und bei zielartengerechter Bewirtschaftung können Paludikulturen zu einer Aufwertung der Lebensraumqualität der Agrarlandschaft beitragen. Eine Ausnahme liegt dann vor, wenn ein gebietsprägender Offenlandcharakter mit Bedeutung für den Artenschutz durch die Einführung der Paludikultur beeinträchtigt wird (s. Konfliktpotentiale).

4.2 Konfliktpotentiale mit Naturschutz und Landschaftspflege

Je nach Lage im Raum und Bewirtschaftungsweise, kann der Paludikulturanbau auch zu Konflikten mit Naturschutz und Landschaftspflege führen.

Noch gibt es keine Vorgaben zur guten fachlichen Praxis für den Anbau von Paludikulturen. Daher besteht die Gefahr, dass die hohen ökologischen Potenziale der Paludikultur für eine Bewirtschaftung ohne Nähr- und Schadstoffausträge bzw. sogar deren Pufferung ins Gegenteil verkehrt werden. Dem gilt es durch eine klar definierte Beschreibung der guten fachlichen Praxis vorzubeugen. Das betrifft insbesondere den Einsatz von Düngern und Pestiziden, das Einbringen gebietsfremden Saatguts bzw. die Einschleppung begleitender gebietsfremder Arten, eine nicht angepasste Bodenbearbeitung sowie Konflikte mit Arten- und Biotopschutzzielen oder -regelungen bei der Gewinnung von Aussaatmaterial (Positionspapier Länder-AK Moorschutz).

Die als Dauergrünland genutzten Moorböden nehmen den größten Anteil in der Moorbodenkulisse ein. Diese Flächen sind aus technischer und ökonomischer Sicht sehr geeignet für die Nutzung von Paludikulturen. Der Anbau von Rohrkolben, Schilf oder Torfmoos (Anbau-Paludikulturen) ist aufgrund des Umwandlungsverbotes für Grünland jedoch nicht ohne weiteres möglich.

Zudem ist der Umbruch mit den Vorschriften der Eingriffsregelung sowie den artenschutzrechtlichen Schädigungs- und Störungsverboten konfrontiert. Diese Umstände erfordern die Durchführung eines entsprechenden Zulassungsverfahrens. Wenn die Zulassung nur mit der Auflage von Kompensationsverpflichtungen erteilt werden kann, kann die Wirtschaftlichkeit der Umwandlung und die Paludikultur in Frage stehen.

Aus naturschutzfachlicher Sicht sollten die wenigen verbleibenden artenreichen Dauergrünlandflächen in Niedersachsen, die einen wichtigen Bestandteil der Offenlandschaft und deren Ökosysteme und Kulturlandschaft darstellen, nicht umgewandelt werden. Dies betrifft v.a. die Grünlandgebiete in der Wiesenvogelschutzkulisse Niedersachsens [21], in der der Offenlandcharakter zwingend zu erhalten ist. Dauergrünlandflächen auf Moorböden sind für die Nutzung als Nasswiesen geeignet. Der Fokus für Anbau-Paludikulturen wie Rohrkolben oder Schilf sollte in Niedersachsen primär auf der Nutzung von Moorackerflächen liegen. Aufgrund ihrer schlechten Ökobilanz ist das Aufwertungspotenzial v.a. hinsichtlich Klima-, Wasser- und Bodenschutz hier besonders hoch. Auch mengenmäßig gibt es hier theoretisch hinreichend Flächenpotenziale, da immer noch bedeutende Anteile der niedersächsischen Moorböden ackerbaulich genutzt werden.

Konflikte zwischen Artenschutz und Anbau-Paludikulturen können sich einerseits aufgrund ihrer Lage im Raum ergeben. Andererseits führt eine nicht artenschutzgerechte Bewirtschaftung zwangsläufig zu Beeinträchtigungen der Arten. Zu einer nicht artenschutzgerechten Bewirtschaftung zählen z.B. die Bewirtschaftung der Bestände innerhalb der Brut- und Aufzuchtzeit oder das Spannen von Netzen über den Beständen gegen Fraßschäden (vgl. [19], S. 35, 38), in denen sich Röhrichtbewohner verheddern und qualvoll verenden können. Hinsichtlich der Standortwahl kann es zu Problemen mit dem Wiesenvogelschutz kommen, wenn z.B. hochwüchsige Kulturen wie Schilf in einer charakteristischen Offenlandschaft mit Bedeutung für den Wiesenvogelschutz etabliert werden. Schilfaufwuchs führt auf extensiv genutztem Feuchtgrünland zum Verlust artenreicher Feuchtwiesenvegetation und zerstört Wiesenvogellebensräume [1]. Wiesenvögel wie die Uferschnepfe halten in der Regel deutliche Abstände zu Vertikalstrukturen. Schilfvorkommen entlang von Gräben oder auf ungenutzten Feuchtflächen können dazu führen, dass die Wiesenvögel bisherige Bruträume aufegeben und meiden [23]. Dass die Schilfflächen zudem tatsächlichen Rückzugs- und Reproduktions-und Deckungsraum für Beutegreifer bieten, verschärft die Problematik. Ein Beispiel für die negativen Auswirkungen von Schilf- und Röhrichtaufkommen in für Wiesenvögel wertvollen Gebieten, ist das EU-Vogelschutzgebiet V10 „Emsmarsch von Leer bis Emden“. Verschilfte Grabenkanten u.a. Schilf- und Röhrichtaufkommen waren hier mitverantwortlich für die massive Beeinträchtigung bedrohter Limikolenarten wie der höchst-gefährdeten Uferschnepfe (*Limosa limosa*), deren Bestand hier von 140 auf nur 21 Brutpaare zurückging [1]. Schilfröhrichte sollten in Wiesenvogelschutzgebieten daher nur räumlich begrenzt und differenziert ihrer Entwicklung überlassen werden. In Gebieten, die prioritär für den Wiesenvogelschutz vorgehalten oder entwickelt werden, sollte sowohl das flächenhafte als auch das Schilfaufkommen entlang von Graben- oder

Saumstrukturendauerhaft durch entsprechende Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen unterbunden werden.

Die Etablierung einer Paludikultur setzt die Vernässung der Fläche voraus. Das kann zu Konflikten mit der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) führen, wenn Menge und/oder Güte der Wasserkörper dadurch beeinträchtigt werden, da Grund- und Oberflächengewässer durch die Herrichtung und Bewirtschaftung der Paludikulturen nicht geschädigt werden dürfen [17]. Zur Einhaltung der WRRL müssen die Gewässer gerade in den Sommermonaten genügend Wasser führen. Eine Wasserentnahme, zumindest im Sommer, könnte aufgrund dessen untersagt werden oder auf eine bestimmte Menge reduziert werden. Ein Konflikt kann auch zwischen der Paludikultur und einer Grundwasserentnahme entstehen, so dass ggf. keine Erlaubnis zur Grundwasserentnahme erteilt oder nur eine bestimmte Entnahmemenge erlaubt wird (§ 1 und 4 WRRL).

Damit es nicht zu Bodenschäden und -verdichtungen beim Befahren mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen kommt, müssen Technik und Fahrweise angepasst sein. Die Anforderungen gehen weit über die „Leitlinien der ordnungsgemäßen Landwirtschaft“ der Landwirtschaftskammer Niedersachsen von 2019 hinaus. Nur Spezialmaschinen mit geringem spezifischen Bodendruck und geringer Radlast sind geeignet; auch ein wiederholtes Befahren soll vermieden werden [4]. Insbesondere für die Ernte und Pflege von *Sphagnum*-Farming-Flächen sind solche Maschinen bislang nicht verfügbar. Diese Maschinen werden zurzeit entwickelt.

4.3 Hindernisse in der praktischen Umsetzung

4.3.1 Technische Ausstattung (Anschaffungskosten techn. Infrastruktur)

Für eine flächenhafte Änderung der Landnutzung zu Paludikultur ist in keiner Region Niedersachsens die erforderliche Infrastruktur, wie Wasserpumpen, Energieversorgung für die Pumpen, Wasser-Vorratsbecken, Trocknungsanlagen und Fuhrparks vorhanden. Da das bisherige Ziel immer die Entwässerung und eine Landnutzung unter nicht nassen Bedingungen war, ist die Infrastruktur darauf ausgerichtet. Die technische Ausstattung in der Region muss zuerst vorhanden sein, bevor Betriebe in eine Umstellung gehen können. Die Einrichtung dieser Infrastruktur ist mit hohen einmaligen Kosten verbunden. Hinzu kommen laufende Kosten, die allerdings ohnehin vorhanden sind.

Neben der Infrastruktur ist Spezialtechnik für den Anbau notwendig (Abb. 7). Teilweise ist herkömmliche Technik anzuwenden, z.B. für Bodenbearbeitung und Pflanzung. Für andere Arbeiten kann nicht auf herkömmliche Technik zurückgegriffen werden, da die Böden zu nass sind. Die Beschaffung der Maschinen bzw. die Beauftragung entsprechender Firmen verursacht zusätzliche Kosten. Hinzu kommt, dass die Technik für den Anbau und die Verwertung der Biomasse größtenteils nicht ausgereift ist. Daher ist nicht nur eine Weiterentwicklung notwendig, um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern, sondern es müssen zum Teil Maschinen entwickelt werden, die den Anforderungen genügen[4].

Abbildung 7: Ernte eines Rohrkolbenbestandes mit einem kettenbasierten Häcksler mit Bunker (Softrak) (3N Kompetenzzentrum)

Ein großer Kostenfaktor und eine große technische Herausforderung ist die Ernte der Biomasse und teilweise auch die Pflege der Bestände. Dies trifft insbesondere auf das Torfmoosfarming zu. Um Boden und Torfmoose nicht zu beschädigen, müssen Maschinen so konzipiert sein, dass sie unter anderem ein geringes spezifisches und ein geringes Gesamtgewicht haben.

4.3.2 Flächenproduktivität und Deckungsbeitrag

Die derzeitige entwässerungsbasierte Nutzung der organischen Böden in Niedersachsen ist sehr divers. Teilweise werden diese Böden als Acker aber auch als Grünland intensiv genutzt mit einer relativ hohen Produktivität der Fläche und hohen Deckungsbeiträgen. Nach einer Umstellung auf Paludikulturen werden Flächenproduktivität und Deckungsbeiträge niedriger sein. Die hohe Flächenproduktivität und die hohen Deckungsbeiträge der heutigen Nutzung können sich allerdings in Zukunft ändern, da die Bewirtschaftung nicht standortgerecht ist. Durch Bodendegradation und Bodensackung können in Zukunft sowohl die Kosten steigen als auch die Erträge sinken (Teufelskreis der Moornutzung).

Zum jetzigen Zeitpunkt ist keine Verfügbarkeit von Flächen gegeben, da kein Betrieb umstellen kann. Erst nach Verbesserung der Rahmenbedingungen und der Wirtschaftlichkeit werden Flächen verfügbar.

4.3.3 Fehlende Förderung

Neben den EU-Subventionen, die in der nächsten EU-Förderperiode auch für bestimmte Paludikulturen vorgesehen sind, sollte für Paludikulturen auch eine Honorierung für die Vermeidung von THG-Emissionen vorgesehen sein.

4.3.4 Kein Markt für die meisten Produkte

Bislang gibt es kaum Produkte aus Paludikulturen auf dem Markt. Realistisch sind zurzeit nur Produkte aus Schilf auf dem deutschen Markt absetzbar. Das Schilf wird teilweise aus China oder Osteuropa importiert, da es wesentlich kostengünstiger ist. Teilweise werden nicht geschützte Schilfbestände in Deutschland, auch in Niedersachsen, geerntet. Allerdings handelt es sich hierbei um eine Nische, da diese Tätigkeit harte körperlich Arbeit für wenig Geld bedeutet. Einige Produkte, wie Baustoffe oder Gartenbausubstrate werden zurzeit in mehreren Forschungs- und Entwicklungsvorhaben entwickelt und sind noch nicht marktreif.

4.3.5 Rechtliche Hindernisse

Der Anbau von Paludikulturen betrifft das Naturschutzrecht, das Wasserrecht und das Bodenschutzrecht. Da das Konzept der Paludikultur relativ neu ist, sind viele Aspekte in den Gesetzen nicht geregelt. Somit besteht ein unklarer Rechtsrahmen. Auf Basis eines unklaren Rechtsrahmens ist die Erstellung eines Geschäftsmodells schwierig oder unmöglich. Teilweise benachteiligen die Rechtsvorschriften aber auch die Umsetzung von Paludikulturen. Zum Beispiel ist die Entwässerung einer Ackerfläche rechtlich möglich, während die Nutzung eines Gewässers für die Vernässung einer Fläche eine Erlaubnis oder Bewilligung erfordert, für die aber kein Rechtsanspruch besteht.

5 Mögliche Umsetzungsinstrumente

Um ein wirtschaftlich tragfähiges Geschäftsmodell für Paludikulturen zu entwickeln, können die geleisteten Ökosystemleistungen monetarisiert werden. Hierfür gibt es Instrumente, die teilweise weiterentwickelt werden müssen. Primär geht es um die Verringerung von THG-Emissionen, die zu einer Verringerung der Klimafolgekosten führt. Ggf. können in Zukunft aber auch weitere Leistungen honoriert werden. Derzeit ist aber in der Regel selbst bei einer Monetarisierung der Anbau unwirtschaftlich.

5.1 Carbon Credits

Vernässungsprojekte, die zu einer Verringerung der THG-Emissionen führen, können über CO2-Zertifikate (Carbon Credits) finanziert werden. Hierbei bezahlt der Käufer eines Zertifikats je berechneter verringerter Tonne CO2 oder CO2-Äquivalent einen festgelegten Betrag und finanziert dadurch die Maßnahme teilweise oder ganz.

5.1 Fördergelder

Fördergelder können sowohl für die Landwirtschaft als auch für Produkte beantragt werden. In Niedersachsen gibt es derzeit für den Anbau von Paludikulturen nur Fördergelder im Rahmen von Projekten, wie z.B. Forschungsvorhaben. Das ist für landwirtschaftliche Betriebe kaum interessant. Auch für die Entwicklung der Produkte gibt es einige Fördertöpfe für Projekte.

5.2 Produktionsintegrierte Kompensation (PIK)

Die Folgen von Eingriffen im Sinne von § 14 Abs. 1 BNatSchG können u. U. mit produktionsintegrierten Kompensationsmaßnahmen kompensiert werden. Die Frage, inwieweit hierfür auch Paludikulturen infrage kommen, ist bisher ungeklärt. In jedem Fall setzt ihre Anrechnung voraus, dass sie der dauerhaften Aufwertung der leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder des Landschaftsbildes dienen und die gesetzlichen Anforderungen an Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen erfüllen.

6 Beschreibung von Paludikultur-Projekten in Niedersachsen

In Niedersachsen gibt es zahlreiche Projekte, die sich mit Paludikulturen beschäftigen (Abb. 8). Es handelt sich um F&E- und Netzwerkprojekte. Zentraler Ansprechpartner für die Paludikultur in

Niedersachsen ist die Kompetenzstelle Paludikultur im 3N Kompetenzzentrum (www.Paludikultur-Niedersachsen.de).

Abbildung 8: Forschungspolder (Pilot Site) mit Rohrkolben und Schilf im Landkreis Oldenburg (3N Kompetenzzentrum)

Laufende Projekte in Niedersachsen:

Einrichtung einer „Kompetenzstelle Paludikultur“	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Interreg-Projekt CANAPE - Creating a New Perspective for Peatland Ecosystems	Stiftung Naturschutz im Landkreis Diepholz
Interreg-Projekt „Bioökonomie-Grüne Chemie“ (Interreg V A Deutschland – Nederland)	3N Kompetenzzentrum
Monitoring Torfmoosfeld im Ahlenmoor	Landkreis Cuxhaven
Moor- und Klimaschutz (MoKli): Praxistaugliche Lösungen mit Landnutzern realisieren	Deutscher Verband für Landschaftspflege, Greifswald Moor Centrum
Moosweit TV3- Treibhausgasbilanz von Anbau und Ernte	Universität Rostock
MOOSWEIT, Teilvorhaben 2	Ernst Moritz-Arndt University Greifswald
MOOSWEIT, Teilvorhaben 5	Torfwerk Moorkultur Ramsloh GmbH

OptiMOOS - Teilprojekt: Biodiversität & Messungen	Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
OptiMOOS - Teilprojekt: Klimabilanz	Universität Rostock
OptiMOOS - Teilprojekt: Wassermanagement und Klimawirkung	Landwirtschaftskammer Niedersachsen
OptiMOOS, Teilprojekt Vegetationsentwicklung und Wassermanagement	Ernst Moritz-Arndt University Greifswald
Pilotstudie Vermehrung Torfmoose	NABU Kreisverband Gifhorn e.V.
Produktketten aus Niedermoorbiomasse	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Sukzession der Libellenfauna einer Torfmooskultur	Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Darüber hinaus gibt es weitere Projekte in anderen Bundesländern und Ländern. Viele Projekte werden in den Niederlanden durchgeführt.

7 Literatur

[1] Barkow, A., & Melter, J. (2020). Optimierung von Wiesenvogel-Habitaten im Projektgebiet V10 "Emsmarsch von Leer bis Emden" 2019. Rückgangsursachen und Massnahmenvorschläge.

[2] Baumann, K., Kastner, F., Borkenstein, A., Burkart, W., Jödicke, R., & Quante, U. (2021). Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Libellen mit Gesamtartenverzeichnis, 3. Fassung – Stand 31.12.2020. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs, 40 (1) (1/21)*, 3-37.

[3] Beyer, C., & Höper, H. (2014). Greenhouse gas exchange of rewetted bog peat extraction sites and a Sphagnum cultivation site in northwest Germany. *Biogeosciences, 12*(2101–2117).

[4] Beyer, C., Siedentopp, A., & Biskupek-Korell, B. (2020). Anbau- und Erntetechnik von Paludikulturen. *Mensch und Technik, VDE Hannover*(3/2020).

[5] Bundesamt für Naturschutz, B. (2022). Moortypen und gefährdete Arten. Moore sind wertvolle Lebensräume für viele seltene Arten.

[6] Drösler, M., Freibauer, A., Wolfram, A., Augustin, J., Bergman, L., Beyer, C., . . . Wehrhan, M. (2011). Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis - Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt "Klimaschutz-Moornutzungsstrategien". Braunschweig: Institut für Agrarrelevante Klimaforschung (AK).

[7] El Bassam, N. (2010). *Handbook of Bioenergy Crops, A Complete Reference to Spechies, Development and Applications*. London, Washington, DC.: Earthscan.

[8] Garve, E. (2004). Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. 5. Fassung, Stand 1. 3. 2004. *Information der Naturschutz Niedersachsen*.

[9] Gaudig, G., Krebs, M., & Joosten, H. (2017). Sphagnum farming on cut-over bog in NW Germany: Long-term studies on Sphagnum growth. *Mires and Peat, 20* (4), 1–19.

[10] Gaudig, G., Oehmke, C., Abel, S., & Schröder, C. (2014). Moornutzung neu gedacht: Paludikultur bringt zahlreiche Vorteile. *ANLIEGEN NATUR, 36*(2), 67-74.

[11] Geurts, J., Duinen, G. A., Belle, J., Wichmann, S., Fritz, C., & Wichtmann, W. (2019). Recognize the high potential of paludiculture on rewetted peat soils to mitigate climate change. *Landbauforschung Volkenrode, 69*, 5-8.

[12] Geurts, J., & Fritz, C. (2018). Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands: Technical report CINDERELLA project FACCE-JPI ERA-NET Plus on Climate Smart Agricultur: Radboud University Nijmegen.

[13] Greifswald Moor Centrum. (2017). Concluding statement of the RRR2017 conference. Retrieved 07.09.2022, from https://www.moorwissen.de/doc/aktuelles/veranstaltungen/rrr2017//downloads/final%20statement%20RRR2017%20with%20annex.pdf

[14] Höper, H. (2007). Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. *TELMA, 37*, 85-116.

[15] Humboldt-Universität zu Berlin. (2019). *Großseggenried (Carex spec.)*

[16] Joosten, H., Schroeder, C., & Wichtmann, W. (2016). *Paludikultur-Bewirtschaftung nasser Moore: Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung*. Stuttgart: Schweizerbart. Stuttgart.
[17] Länder-Arbeitskreises Moorschutz. (2016). Paludikultur – nasse torferhaltende und klimaschonende Bewirtschaftung von organischen Böden. In A. M. d. L. f. N. d. m. B. u. d. BfN (Ed.): LfU Bayern, LfU Brandenburg, LUNG Mecklenburg-Vorpommern, NLWKN Niedersachsen und LLUR Schleswig-Holstein.
[18] Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, M. V. (2017). Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes.
[19] Närmann, F., Birr, F., Kaiser, M., Nerger, M., Luthardt, V., Zeitz, J., & Tanneberger, F. (2021). Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden (Vol. BfN-Skripten, 616): Bundesamt für Naturschutz
[20] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, K.-u. N., (NLWKN). (2013). Lebensraumansprüche, Verbreitung und Erhaltungsziele ausgewählter Arten in Niedersachsen- Teil 3: Amphibien, Reptilien, Fische. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs, 33*(3), 89-120.
[21] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, K.-u. N., (NLWKN). (2022). Wiesenvogelschutzkulisse auf landwirtschaftlichen Nutzflächen.
[22] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, E., Bauen und Klimaschutz,. (2016). Programm Niedersächsische Moorlandschaften (pp. 71). Hannover: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz.
[23] Oosterveld, E. B., & Altenburg, W. (2005). Kwaliteitscriteria voor Weidevogelgebieden. Hg. v. W. Altenburg und Wymenga ecologisch onderzoek by *A&W-rapport* (Vol. 412).
[24] Pfadenhauer, J., & Wild, U. (2001). Rohrkolbenanbau in Niedermooren - Integrations von Rohstoffgewinnung, Wasserreinugung und Moorschutz zu einem nachhalitgen Nutzungskonzpt. In A. z. D.-P. N. 10628 (Ed.). Freising-Weihenstephan: Technische Universität München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie.
[25] Podloucky, R., & Fischer, C. (2013). Rote Listen und Gesamtarenlisten der Amphibien und Reptilien in Niedersachsen und Bremen. 4. Fassung, Stand Januar 2013. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs, 33*(4), 121 - 168.
[26] Silvan, N., Jokinen, K., Näkkilä, J., & Tahvonen, R. (2017). Swift recovery of Sphagnum carpet and carbon sequestration after shallow Sphagnum biomass harvesting. . *Mires and Peat, 20*(1), 1-11. doi: 10.19189/MaP.2015.OMB.198
[27] Temmink, R. J. M., Fritz, C., van Dijk, G., Hensgens, G., Lamers, L. P. M., Krebs, M., . . . Joosten, H. (2017). Sphagnum farming in a eutrophic world: The importance of optimal nutrient stoichiometry. *Ecological Engineering, 98*, 196-205. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.10.069
[28] Tiemeyer, B., Freibauer, A., Borrazb, A. E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., . . . Drösler, M. (2020). A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application *Ecological Indicators, 109*, 1-14.
[29] Ueber, E., & Gaudig, G. (2014). Azerca-Kulturen: Torfmoos als Substratbestandteil geeignet. *TASPO, 19*(14).
[30] Wichtmann, W., Oehmke, C., Bärisch, S., Deschan, F., Malashevich, U., & Tanneberger, F. (2014). Combustibility of biomass from wet fens in Belarus and its potential as a substitute for peat in fuel briquettes. *Mires and Peat, 13*, 01-10.