

Verwertung der Biomasse aus der Offenhaltung von Niedermooren

Utilisation of Biomass from Fen Peatlands

W. Wichtmann, M. Knapp und H. Joosten

Zusammenfassung: Mittelfristig werden Niedermoore aus verschiedenen Gründen aus der intensiven Grünlandnutzung genommen. Alternative Nutzungsweisen sollen eine ungelentke Sukzession verhindern und eine langfristige Offenhaltung der Moore gewährleisten. Konzepte für eine dauerhaft umweltgerechte Landnutzung bedürfen einer Minimierung des Inputs an Arbeit und Kapital bei möglichst nachhaltiger Nutzung des Standortes (Ressourcenschutz, Erhaltung der Biodiversität). Die tiergebundenen Verfahren sind nur bei Subventionierung erfolgversprechend. Möglichkeiten der stofflichen und energetischen Verwertung, der Ernte und Lagerung der Biomasse aus wiedervernässten Niedermooren werden vorgestellt und diskutiert.

Schlüsselwörter: Nachhaltige Niedermoornutzung, Biomasseverwertung, Offenlandschaft

Summary: Agricultural use of fen peatlands in Northeastern Germany will be substantially reduced because of changing political and economic conditions. Alternative land use concepts have to be developed to keep the landscape open. These alternatives should provide a stable income, prevent further peatland degeneration, and guarantee the restoration of biodiversity. Using fen biomass for meat and milk production seems only profitable within EC-subsidy frameworks. Its use for fodder, energy, and as industrial raw materials looks more promising. A review is given on techniques for harvesting, storage and utilisation of fen biomass.

Key words: sustainable use of fen peatlands, utilisation of biomass, open landscapes

1 Einleitung

Wachsende, naturnahe Niedermoore stellten ursprünglich den größten Teil der natürlichen Offenlandschaften Norddeutschlands dar (Succow, 1988). Eine Sukzession zu Wald wurde hier natürlicherweise durch einen hohen Wasserstand verhindert. Nach ihrer Entwässerung, die mit einer fortschreitenden Bodendegradierung und Mineralisierung einherging, wurde lediglich durch die dauerhafte Nutzung die ursprüngliche Offenheit der Niedermoore erhalten. Bei einer Auflassung können nun unter den veränderten Standortbedingungen schnell Gehölze aufkommen (Fischer, 1995).

In der Norddeutschen Tiefebene machen Niedermoore mehr als 15 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche aus (Mecklenburg-Vorpommern ca. 300.000 ha, Brandenburg und Berlin 220.000 ha, Niedersachsen und Bremen 185.000 ha, Schleswig-Holstein und Hamburg 135.000 ha (MLN M.-V., 1996; Steffens, 1996). Die intensive Nutzung der Moore in Nordostdeutschland, die durch die Komplexmelioration in den 60er und 70er Jahren möglich wurde, ist unter den heutigen ökonomischen Bedingungen aufgrund der Bodendegradierung und der Kosten des Wassermanagements nicht mehr wirtschaftlich (Succow, 1997). Demzufolge fallen zur Zeit die Niedermoore großflächig brach. Eine weitere Nutzungsaufgabe dieser „Marginalstandorte“ ist in den nächsten Jahren mit der Umsetzung der EU-Agenda 2000 zu erwarten. Ohne gelenkte Maßnahmen würde dies zu einer weitgehenden Bewaldung der Niedermoorlandschaft führen.

Es gibt mehrere Gründe, um eine derartige spontane Entwicklung nicht (nur) als positiv zu betrachten. Argumente für eine zukünftige Offenhaltung dieser Standorte können die Landschaftsästhetik, der Ressourcenschutz, die Erhal-

tung historischer Landschaften und der Schutz der Biodiversität sein. Auf die Frage nach Gründen für die Offenhaltung soll hier nicht weiter eingegangen werden, sondern ausschließlich Möglichkeiten der Offenhaltung der Landschaft diskutiert werden.

Stark umweltbelastende und ökonomisch nicht tragfähige Nutzungsformen kommen für die Offenhaltung von Niedermooren nicht in Frage. Wenn eine natürliche Wiedervernässung einer spontanen Gehölzbesiedlung nicht ausreichend entgegenwirkt, sollten die degradierten und bereits brachgefallenen Niedermoore einer Nutzung zugeführt werden (Wichtmann u. Koppisch, 1998). Diese Nutzung soll zur Verhinderung weiterer Emissionen von Nährstoffen und Treibhausgasen möglichst von einer aktiven Wiedervernässung begleitet sein. Eine ausreichende Wiedervernässung ermöglicht die Wiederherstellung der Regulations- (Retention von Stoffen und von Wasser, Ausgleich von anthropogenen Belastungen) und Biodiversitätsfunktion (Lebensraum für seltene, spezialisierte Lebensgemeinschaften) der Niedermoore (Wichtmann u. Koppisch, 1998).

Bei bisherigen Maßnahmen zur Offenhaltung, vor allem im Bereich des Arten- und Biotopschutzes, spielt die anfallende Biomasse nur eine untergeordnete Rolle. Sie muß oft als Abfall entsorgt werden. Es ist davon auszugehen, daß die Gesellschaft nur bedingt eine flächendeckende Offenhaltung der Landschaft und der hier betrachteten Niedermoore direkt vergüten will. Notwendig sind also Nutzungsalternativen, die eine Aufwertung der Biomasse über Vermarktung zum Hauptprodukt zur Folge haben, so daß Offenheit wieder das spontane Nebenprodukt zukunftsfähiger sozio-ökonomischer Prozesse wird.

Hierzu werden nachfolgend alternative Möglichkeiten der ökonomischen Verwertung von Biomasse dargestellt, die Perspektiven für eine dauerhaft umweltgerechte Nutzung der Niedermoore aufzeigen.

2 Verwertung der Biomasse

Wiedervernässte poly- bis hypertrophe Niedermoore unterscheiden sich deutlich von naturnahen Standorten hinsichtlich Wasserregime, Trophie, Boden (chemische und physikalische Parameter) und Artenpotential.

Die auf vernässten Niedermoorflächen zu erntende Biomasse weist unterschiedliche Qualitäten auf, welche die Verwertungsmöglichkeiten bestimmen. Die Qualität ist von den standörtlichen Gegebenheiten und der daraus resultierenden Artenzusammensetzung der Pflanzenbestände sowie vor allem vom Erntezeitpunkt abhängig.

Der Zeitpunkt der Ernte wird bestimmt von etwaigen Naturschutzzielen (Wiesenbrüterschutz, Regeneration von zu schützenden Pflanzenarten) und dem Wasserhaushalt des Standortes, der sich auf die Begeh- bzw. Befahrbarkeit auswirkt. Besteht die Möglichkeit einer Ernte bei Frost (z. B. Rohrwerbung bei gefrorenen, tragfähigen Mooroberflächen), können schwerere und effektivere Maschinen eingesetzt werden.

Grundsätzlich ist zwischen dem Einsatz in der Tierproduktion als Futter oder Einstreu, als industrieller Rohstoff oder der energetischen Verwertung zu unterscheiden (Tab. 1).

Tab. 1: Möglichkeiten der Verwertung von Biomasse aus der standortgerechten Niedermoorernutzung

Table 1: Alternatives for biomass utilisation from sustainable fen cultivation

Produkt	Verwendung
Stoffliche Verwertung	
Futter- oder Streu (Beweidung und Mahd)	Fleisch-/Milchproduktion
Kompost	Dünger in der Pflanzenproduktion
Preßsaft	Biochemische Produkte
Formkörper, Dachbedeckung, Isolierung	Handwerk und Industrie
Energetische Verwertung	
Biogas und Festbrennstoffe	Wärme und elektrische Energie

2.1 Beweidung

Eine Offenhaltung durch Beweidung ist nur unter aktuellen Förderbedingungen betriebswirtschaftlich interessant (Mutterkuhprämie, Bullenprämie, flächengebundene Prämien). Bei der extensiven Beweidung wurde für verschiedene Rassen eine Kostenunterdeckung zwischen 300 und 800 DM ohne Einbeziehung von Prämien festgestellt (Roth u. Berger, 1996, zusammenfassender Überblick bei Degenhardt u. Gronemann, 1998). Die extensive Beweidung mit konventionellen Rassen zur Milch- bzw. Fleischproduktion scheidet vor allem aus ökonomischen Gründen aus:

- Eine Stallhaltung im Winter ist erforderlich (Kosten für Stallbau und -unterhaltung)
- Nachmahd ist weiterhin erforderlich, da Gräser nur sehr selektiv beweidet werden
- Eine Zufütterung ist immer nötig.

Eine Beweidung mit Robustrassen (Skudden, Schnucken, Elche, Damwild, Scottish-Highlands, Galloways, Heckrinder) kann nur bedingt diese ökonomischen Nachteile aufwiegen. Die Winterweide auf gefrorenen, teilüberstauten

oder ganzjährig sehr nassen Flächen wird allerdings mit diesen Rassen erst möglich. Dabei erübrigt sich weitgehend eine Winterstallhaltung. Ökonomische Schwierigkeiten, vor allem bei ausschließlicher Haltung auf Niedermooren, bestehen aber weiterhin:

- Aufgrund der schlechten Futterqualität ist Zufütterung weiterhin notwendig (Benke, 1998)
- Hufkrankheiten, Lungenwürmer und Leberegel sind zu erwarten
- Grundkosten für Umzäunung, Tierarzt usw. sind ähnlich hoch anzusetzen wie bei den „normalen“ Rassen
- Der Aufbau der Herden ist deutlich teurer als bei „Normalrassen“, da nicht Fleischpreise ausschlaggebend sind, sondern Zucht tierpreise. Dies hält solange an, bis der Markt gesättigt ist und die Tiere in die Fleischvermarktung gehen.

2.2 Stoffliche Verwertung von Biomasse (Mähgut)

Niedermoore werden aus verschiedenen Gründen gemäht und damit offengehalten, z. B. für die Gewinnung von Silage, Heu, Streu oder Dachreet, zur „Grünlandpflege“ von vorwiegend beweideten Flächen (als Nachmahd), oder zur Verhinderung der Sukzession in Naturschutzgebieten. Das Mulchen von Feuchtwiesen kostete bei einer Zweischnittnutzung im Jahr 1994 145 DM und das Mähen und Abfahren zwischen 450 und 620 DM pro Hektar und Jahr (Verband zur Förderung extensiver Grünlandwirtschaft 1994). Roth u.

Berger (1996) gehen bei der zweischürigen Mahd einer Naßwiese von einer Kostenunterdeckung von 565 DM pro Hektar aus. Für den Landwirt sind also die Mahd mit konventioneller Verwertung und die Beweidung ökonomisch ähnlich schlecht zu bewerten.

Auf der Suche nach neuen Wegen zu einer höheren Kostendeckung werden im folgenden verschiedene Alternativen der stofflichen Verwertung von Biomasse aus wiedervernässten, eutrophen Niedermooren gegenübergestellt. Diese

sollen hier in die Hauptverwertungslinien Tierproduktion, Marktfruchtproduktion im landwirtschaftlichen Betrieb sowie industrielle Verwertung als Rohstoff aufgeteilt werden (Tab. 1). Eine Gesamtübersicht zu den Möglichkeiten der Verwertung von Biomasse gibt Tab. 2.

2.2.1 Verwertung im landwirtschaftlichen Betrieb, Tierproduktion

Die Möglichkeit einer Nutzung als Viehfutter wird stark durch die Qualität des Mähgutes (Pflanzenzusammensetzung, Erntezeitpunkt) bestimmt (s. o.). Eine Werbung des Mähgutes im (Früh-)Sommer bedingt Spezialmaschinen mit geringem Bodendruck. Abgesehen von Heu aus krautreichen Flächen kommt es nur als geringer Anteil der Grundfütterung für Kühe oder Schafe oder als Pferdefutter in Frage (Titze, 1998; Duks, 1998; Benke, 1998; Jilg u. Briemle, 1993). Eine Silierung von Biomasse aus Feuchtwiesen bzw. wiedervernässten Niedermooren ist kaum möglich, da die Silage minderwertig ist, was bei ausschließlicher Ernährung mit

diesem Futter zu konstanten Gewichtsabnahmen führt oder welche überhaupt nicht gefressen wird (Titze, 1998).

Eine Wiederbelebung der *Streunutzung* ist stark von der Art und dem Umfang der Viehhaltung und dem Vorhandensein von Substituten (Getreideanbau und Anfall von Stroh) abhängig. Die Bestände können selektiv z. B. mit leichten Maschinen im Hochsommer beerntet werden. Die Streu kann als zusätzliches Rauhfutter für Rinder, als Pferdefutter oder als Einstreu genutzt werden und gelangt letztendlich mit der Ausbringung von Jauche, Mist oder Gülle auf Mineralböden, die zur Futter- oder Marktfruchtproduktion genutzt werden. Diese Nutzung scheint allerdings nur in Landschaften sinnvoll, die keinen Getreideanbau aufweisen, der Stroh liefern könnte (Pfadenhauer, mündl., 1997). Eine Verbesserung der Absatzmöglichkeiten von Grünlandaufwuchs aus extensiver Nutzung wird durch die Herstellung von *Pellets* erreicht.

2.2.2 Verwertung im landwirtschaftlichen Betrieb, Pflanzenproduktion

Auf heterogenen Standorten mit stark wechselnden Qualitäten kommt eine *Kompostierung* der gehäckselten Biomasse in Frage. Dies gilt auch, wenn eine Fläche bereits seit längerer Zeit aufgelassen wurde und unterschiedliche Sukzessionsstadien nebeneinander auftreten, die bei der Ernte nicht getrennt erfaßt werden können (Weiden, Seggen, Schilf usw.).

Inwieweit eine Ergänzung mit leicht verrottenden Stoffen oder die Rotteprozesse beschleunigende Materialien (Erden, Kalk, Mist, organische Abfälle) für eine Optimierung der Kompostierung nötig ist, müßte entsprechend der Qualität der zur Verfügung stehenden Biomasse geklärt werden. Der Kompost kann zur Bodenverbesserung auf Mineralstandorten eingesetzt werden. Die Nährstoffwirkung ist hier stark von der Zusammensetzung der Biomasse und vom Erntetermin abhängig. Eine kostendeckende Vermarktung und Verwertung von Humus ist insbesondere im ländlichen Raum derzeit nur schwer denkbar.

2.2.3. Industrielle und handwerkliche Verwertung

Großflächig auftretende, homogene Pflanzenbestände (gleichmäßige Qualität der Biomasse) können als *nachwachsende Rohstoffe* genutzt werden. Neue Verwertungsmethoden zeigen deutlich geringere Ansprüche an die Biomassequalität, als die traditionellen Verwertungsmöglichkeiten, wie die Weiterverarbeitung von Preßsäften aus der Pelletproduktion in einer Bioraffinerie (Produktion von biotechnologischen Grundstoffen, Soyez et al., 1998) oder der Produktion von Formkörpern und Isoliermaterialien zeigen (Gesteckträger, Lehmziegel, Matten; Wichtmann, 1999). Neue Ernte- und Vorverarbeitungstechnik ist verfügbar, neue Mahdregime (z. B. alle 2–5 Jahre) sind, abhängig von der benötigten Biomassequalität des jeweils angestrebten Verwertungsverfahrens, realisierbar.

Reine Schilfbestände können zur *Rohrwerbung* (Reet) genutzt

werden. Dieses Rohr kann als Dachbedeckungsmaterial oder, zu Matten verarbeitet, als Sichtschutz, Putzträger oder Isoliermaterial Verwendung finden.

Mischbestände (Schilf, Seggen, Rohrkolben, Wasserschwaden) können gemäht (Heu, Streu) oder direkt bei der Beerntung gehäckselst werden. Das Erntegut kann (ggf. nach Trocknung) dann für verschiedene Verwertungstrecken genutzt werden:

Häckselgut kann nach Zerkleinerung und Homogenisierung gemischt mit Altpapier für die *Produktion von Formkörpern* verwertet werden. Verschiedene Formkörper werden bereits bei der Ökoform GmbH in Neubrandenburg produziert (z. B.: Verpackungsmaterialien, Gesteckträger für die Floristik, Erosionsschutz-Gittersteine, Nisthilfen für Schwalben).

Im Winter beerntete Rohrglanzgrasbestände (z. B. auf nicht optimal vernünftigen Standorten) können *Papiergrundstoffe* (pulp) liefern (Landström u. Olsson, 1998; Nilsson et al., 1998). Außerdem liegen umfangreiche Erfahrungen zur Zelluloseproduktion aus Schilf aus dem Donaudelta vor (Rodewald-Rodescu, 1974).

Eine *Verwertung von Gehölzaufwüchsen* kann auf Flächen erforderlich sein, die seit längerer Zeit brachliegen und auf denen eine Sukzession über Verbuschungsstadien in Richtung Moorwald stattgefunden hat (Entkusselung).

2.3 Energetische Verwertung

Für die Nutzung von Rieden, Röhrlichten und sich in Verbuschungsstadien befindlichen Niedermooren (Weiden, Erlen) ist eine energetische Verwertung in Betracht zu ziehen (Tab. 2) (Kaltschmidt u. Reinhardt, 1997; Brenndörfer et al., 1994).

- Für Holz und Schilf kommt zunächst eine Verwertung durch *Vergasung* in Frage. Das entsprechend aufbereitete Holz wird vergast, die Gase werden in einer Heizungsanlage (ausschließlich thermische Verwertung) oder in einem Blockheizkraftwerk (Erzeugung von Wärme und Strom) verbrannt. Nebenbei fällt Aktivkohle an, die vermarktet werden kann (Easymod-Verfahren; Michel-Kim, 1998).
- Schilf, Rohrglanzgras und Holz können auch direkt zur *Verfeuerung* z. B. in Blockheizkraftwerken verwendet

Tab. 2: Möglichkeiten der Verwertung von Biomasse und zu berücksichtigende Parameter (n.) b. = (nicht) bedeutend

Table 2: Alternatives for biomass utilisation and some parameters that have to be taken into account (n.) b. = (not) important

Verwertung		Vegetation	Erntetermin	Qualität
Landwirtschaftlich	Mahd, Futternutzung	Röhrlichte, Riede	Frühsommer	b.
	Weide	Feuchtwiesen, Riede, Röhrlichte	Gesamtes Jahr	b.
	Pellets	Feuchtwiesen, Röhrlichte	Frühsommer	b.
Industriell	Streunutzung	Feuchtwiesen, Riede, Röhrlichte	Hochsommer	n.b.
	Kompostierung	Feuchtwiesen, Riede, Röhrlichte	Spätsommer?	n.b.?
	Dachreet	Schilfröhrlichte	Winter	b.
	Formkörper	Feuchtwiesen, Riede, Röhrlichte	Herbst/Winter	n.b.
	Papier (Zellulose)	Schilf und Rohrglanzgrasröhrlichte	Winter	b.
	Korbwaren	Weidengehölze	Herbst?	b.
	Möbel-/Bauholz	Erlenbrüchle	n.b. (Frost?)	b.
chem. Grundstoffe	Röhrlichte	Frühsommer	b.	
Energetisch	Verfeuerung	Erlenbrüchle, Weidengehölze	Winter	n. b.
	Verbrennung	Riede, Röhrlichte	Sommer	b.

- werden. Eine Trocknung des Ernteguts ist dabei vorteilhaft.
- c) Eine *Silierung* mit späterer Pressung und *Verbrennung* kommt für die Verwertung der im Sommer geernteten Frischbiomasse z. B. aus Seggenrieden und Rohrglanzgras- und Wasserschwadentrüchtern in Frage (Scheffer et al., 1996).
- d) Eine *Vergärung von Biomasse* ist für wechselnde Biomassequalitäten, Häcksel bzw. Mahlgut möglich. Das Mähgut muß möglichst direkt bei der Ernte gehäckselt werden, um in Biogasanlagen zur Methanherzeugung verwendet zu werden. Hier ist über verschiedene Zuschlagstoffe nachzudenken, die den Prozeß beschleunigen bzw. verbessern.

3 Erntetechnik, Abtransport und Lagerung

Für die Beerntung von Feuchtgebieten stehen Maschinen zur Verfügung, die speziell für die Mahd von Feuchtpflanzen entwickelt wurden oder konventionelle Maschinen, die ohne größere technische Änderungen auf Niedermooren eingesetzt werden können. Ein begrenzender Faktor ist der ausgeübte Bodendruck, der auf ungefrorenem Boden nicht mehr als 100g/cm² ausmachen sollte (mündl. Mitteilung Klötzli, 1997). Auf gefrorenem Boden können auch Maschinen aus der konventionellen Pflanzenproduktion (Feldhäcksler aus der Gras-, Miscanthus- oder Maiswirtschaft) für die Ernte eingesetzt werden.

Eine Beerntung im Sommer unter ungünstigen Bodenbedingungen ist mit Amphibienfahrzeugen (meist noch Einzelanfertigungen) möglich, die mit Mähbalken und Bunker- vorrichtung ausgestattet sind. Weitere Methoden zur Sommermahd sind die Ernte in Handarbeit (Sense) bzw. mittels Handbalkenmäher.

Die Beerntung von Schilf zur Gewinnung von Qualitätsrohr kann mit Spezialrohrerntemaschinen (z. B. Saiga) die z. T. bereits eine Sortierung des Ernteguts vornehmen, durchgeführt werden. Die auf dem Markt befindlichen Maschinen zeichnen sich durch unterschiedliche Tagesleistungen (bzw. Bedarf an Arbeitskräften) und erreichbare Erntegutqualitäten aus. Ein Saiga-Mähbinder kann bereits bei im Winter möglichen 60 Feldarbeitstagen und einer Flächenleistung von etwa 240 ha pro Jahr wirtschaftlich eingesetzt werden (Schäfer u. Wichtmann, 1998).

Für die Ernte von gehäckselttem Material sind verschiedene Wege vorstellbar, wie

- Mahd, Abtransport vom Feld und Häckseln am Feldrand bzw. auf dem Hof
- Mahd und Häckseln in einem Arbeitsgang, Abtransport mit anderen Fahrzeugen zum Ort der Weiterverarbeitung
- Mahd, Häckseln und Komprimierung in einem Arbeitsgang.

Das Sammeln des Ernteguts und der Abtransport kann also gemeinsam oder getrennt ablaufen.

Für alle Verwertungsverfahren sind die Transportwege für die Biomasse zu berücksichtigen. Um den Transport so effektiv wie möglich zu gestalten, sollte das Erntegut zunächst komprimiert werden. Für die Verdichtung stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, die aus der Heu- bzw. Stroherhebung übernommen werden können:

- Binden zu Lockerbunden mit einem „Mähbinder“
- Verdichtung zu gepreßten Ballenquardern (HD-Ballen) verschiedener Größe
- Pressen (Wickeln) von Rundballen

- d) *Pelletierung* (sehr hohe Verdichtung).

Die Verdichtung kann entweder gleichzeitig mit der Mahd von der Erntemaschine oder zeitversetzt am Feldrand oder auf dem Hof vorgenommen werden. Zum Zwecke der Konservierung kann das Mähgut anschließend siliert werden. Zu berücksichtigen ist, daß die Verdichtung selbst oft einen eigenen Arbeitsgang und sehr hohen Energieeinsatz erfordert (schwere Maschinen, hoher Energieverbrauch). Andererseits werden z. B. durch die Weiterverarbeitung der bei der Pelletierung anfallenden Preßsäfte neue Verwertungsmöglichkeiten erschlossen (Scheffer et al., 1996; Soyez et al., 1998).

Entsprechend der vorgesehenen Verwertung muß das Erntegut zwischen dem Erntetermin und dem Verwertungszeitpunkt getrocknet, aufbereitet und gelagert werden. Verschiedene Möglichkeiten hierfür sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tab. 3. Lagermöglichkeiten für Biomasse

Table 3. Storage alternatives for biomass

Verwertungszweck	Methode	Ort der Lagerung
Tierfutter	Silieren Rundballen, Silo	Fahrsilo am Feldrand oder auf dem Betriebsgelände
	Trocknen und Stapeln lose: Silo, Heuboden verdichtet: Rundballen, HD-Ballen	offen auf dem Hof, Scheune Hof, Scheune, am Feldrand
Rohstoff	Miete, Rundballen, Tank Silo	Landwirtschaftl. Betrieb, verarbeitender Betrieb

4 Fazit

Wird eine weitere Nutzung von wiedervernähten Mooren angestrebt, existieren verschiedenste Möglichkeiten für die Verwertung der anfallenden Biomasse. Sie ergeben sich aus

- neuen Biomassequalitäten, bedingt durch die Dominanz polytropher Pflanzengesellschaften
- verbesserter Erntetechnik und
- neuen Verwertungsverfahren, die neue Märkte für Biomasse erschließen können.

Einige Probleme müssen noch gelöst werden: Die Biomassepreise müssen eine kostendeckende Verwertung ermöglichen. Eine deutliche Aufwertung der Konkurrenzfähigkeit der energetischen Nutzung könnte durch eine höhere Besteuerung nicht umweltgerechter Energieformen erreicht werden (ökologische Steuerreform). Durch eine verstärkte Vermittlung alternativer Rohstoffe zwischen Erzeugern und Verarbeitern kann die Nachfrage nach Biomasserohstoffen gesteigert werden (z. B. regionale Biomassemärkte). Die Entwicklung von Labels für die Vermarktung von Produkten aus Wiedervernässungsprojekten könnte die Nachfrage nach diesen Produkten steigern und somit die stoffliche Verwertung interessanter machen.

Forschungsbedarf besteht v. a.

- im Bereich der Optimierung der Erntetechnik,
- zum Ausmaß der stofflichen Entlastung des Ökosystems durch die Abschöpfung der Biomasse,

- zu den Auswirkungen verschiedener Ernteverfahren auf Pflanzenartenzusammensetzung und den Offenhaltungserfolg
- sowie bezüglich der Entwicklung direkter Vergütungskonzepte für die Offenhaltung von Landschaften durch die Gesellschaft mittels Akzeptanzuntersuchungen und Zahlungsbereitschaftsanalysen.

Literatur

- Benke, M., 1998: Futterverwertung von Mähgut aus wiedervernähten Niedermooren. – BMBF-Statusseminar Ökosystemforschung Niedermoore in Müncheberg 1998, unveröffentlicht.
- Brenndörfer, M. K. Dreiner, M. Kaltschmitt u. N. Sauer, 1994: Energetische Nutzung von Biomasse. KTBL Arbeitspapier, 199. Erwin Lokay, Reinheim. 138 S.
- Degenhardt, S. u. S. Gronemann, 1998: Die Zahlungsbereitschaft von Urlaubsgästen für den Naturschutz. – Peter Lang, Frankfurt, 353 S.
- Duks, P., 1998: Das Moor bei Gragetopshof – der Versuch der Wiederaufnahme der Nutzung eines schwach entwässerten, tiefgründigen Niedermoorstandortes. Schutz von Niedermooren durch Nutzung – Konflikt oder Ausweg –. – Tagungsmaterial zur Tagung am 17. 2. 98; Universität Rostock, Institut für Landschaftsplanung und Landschaftsökologie, 2 S.
- Fischer, U., 1995: Das NSG „Peenewiesen bei Gützkow“. Zur Vegetationsentwicklung im mittleren Peenetal. – Diplomarbeit am Botanischen Institut der Universität Greifswald. Teil 1. 125 S.
- Jilg, T u. G. Briemle, 1993: Futterwert und Futterakzeptanz von Magerwiesen-Heu im Vergleich zu Fettwiesen-Heu. Naturschutz u. Landschaftsplanung, 25 (2), 64–68
- Kaltschmitt, M. u. G. A. Reinhardt (Hrsg.), 1997: Nachwachsende Energieträger, Grundlagen, Verfahren. – Vieweg Verlag Braunschweig, 527 S.
- Klein, M., U. Riecken u. E. Schröder, 1997: Begriffsdefinitionen im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Landwirtschaft. – Naturschutz und Landschaftsplanung 29, 229–237
- Landström, S. u. R. Olsson, 1998: Perennial rhizomatous grasses. Cultivation experiments with reed canary grass for bioenergy in Sweden. – In: N. El Bassam et al. (eds): Sustainable agriculture for food, energy and industry, James & James (science publishers) Ltd, London Vol. 2, S. 942–944
- Michel-Kim, H., 1998: Klimaschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern auf Basis der biogenen Potentiale der Land- und Forstwirtschaft. – Unveröff. Manuskript, Easymod AG Bioenergiesysteme, Güstrow, 18 S.
- MLN M.-V., 1996: Agrarbericht 1996 des Landes Mecklenburg-Vorpommern. – Copy Print Schwerin, 184 S.
- Rodewald-Rodescu, L., 1974: Das Schilfrohr. – Die Binnengewässer. Band XXVII, E. Schweitzerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 302 S.
- Roth, D. u. W. Berger, 1996: Vergütung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft – weshalb und wie? Begründung, Bedarf, Höhe und Realisierungswege. – Naturschutz und Landschaftsplanung, 28, 107–112.
- Sager, D., B. Kasper u. J. Hahn, 1997: Überschubbiomasse aus der Landschaftspflege verbrennen? – Tagungsband zum Symposium Nachwachsende Rohstoffe in Brandenburg, herausgegeben von der FEE-Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e. V., Berlin, S. 59–67.
- Schäfer, A. u. W. Wichtmann, 1998: Fen restoration and reed cultivation – First results of an interdisciplinary project in northeastern Germany, economic aspects. – In: T. Malterer, K. Johnson and J. Stewart (eds): Peatland Restoration and reclamation. Techniques and regulatory considerations. Proceedings of the international peat symposium Duluth, Minnesota, USA. Printed by: Paino Porras Oy, Jyväskylä, Finland, S. 244 – 249.
- Scheffer, K, R. Stülpnagel, U. Geilen u. T. Oefelein 1996: Einfluß von Aufbereitung und Lagerung auf Brennstoffeigenschaften feuchter Brennstoffe. – In: Biomasse als Festbrennstoff, Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, Band 6. Landwirtschaftsverlag Münster S. 89–106.
- Soyez, K., B. Kamm u. M. Kamm, 1998: Die grüne Bioraffinerie – Ein ökologisches Technologiekonzept für regional nachhaltige Produktions- und Wertschöpfungsprozesse. – Beiträge zur ökologischen Technologie, 5, Verlag Ges. f. ökologische Technologie und Systemanalyse e.V., Teltow, S. 3–14.
- Steffens, P., 1996: Mires and peat resources in Germany. – In E. Lappalainen (Ed.): Global Peat Resources. International Peat Society, S. 75 –78.
- Succow, M., 1997: Nutzung, Nutzen und zukünftige Nutzbarkeit von Niedermoorstandorten. Zehn Jahre Wurzach Ried. – Internationale Fachtagung zur Erhaltung und Regeneration von Moorgebieten, 6–9. Okt. 1997, Bad Wurzach. Naturschutzzentrum Bad Wurzach, Markgraf Weikersheim, S. 21–33.
- Succow, M., 1988: Landschaftsökologische Moorkunde. – Fischer Verlag, Jena, 340 S.
- Titze, A., 1998: Bewertung der Feuchtwiesenbewirtschaftung aus Sicht der Tierproduktion. Schutz von Niedermooren durch Nutzung – Konflikt oder Ausweg. – Tagungsmaterial zur Tagung am 17. 2. 98; Universität Rostock, Institut für Landschaftsplanung und Landschaftsökologie.
- Verband zur Förderung extensiver Grünlandwirtschaft, 1994: Leistungen der Grünlandbewirtschaftung, 26, 16–169.
- Wichtmann, W. u. D. Koppisch, 1998: Nutzungsalternativen für Niedermoore am Beispiel Nordostdeutschlands, –Z. für Kulturtechnik und Landentwickl., 39, 162–168.
- Wichtmann, W., 1999: Nutzung von Schilf (*Phragmites australis*). – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 38, 217–231.

Anschrift der Verfasser: Dr. agr. Ing. Wendelin Wichtmann, Dipl. Biol. Matthias Knapp, Dr. rer. nat. Hans Joosten, Botanisches Institut der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Grimmer Strasse 88, D-17487 Greifswald, e-mail: wicht@mail.uni-greifswald.de, knapp@mail.uni-greifswald.de, joosten@mail.uni-greifswald.de.