Notwendigkeit und Verfügbarkeit von angepasster Landtechnik und Spezialmaschinen für eine moorschonende Grünlandnutzung

P. Mosebach, V. Luthardt, I. Schleip
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Schicklerstraße 5, 16225 Eberswalde,
paul.mosebach@hnee.de

Einleitung und Problemstellung

In Deutschland werden mehr als eine Million Hektar organischer Böden als Grünland genutzt. Hinzu kommen rund 360.000 Hektar derzeit als Ackerland genutzte Flächen. Auf Grund der hohen Klimarelevanz sollten diese Flächen auf eine torferhaltende bzw. schwach torfzehrende Grünlandnutzung oder auf den Anbau von Paludikulturen umgestellt werden. Mit einer Fläche von 243.300 Hektar organischen Böden – davon 155.000 Hektar Niedermoore – kann Brandenburg maßgeblich zum Gelingen der Umstellung hin zu einer zukunftssicheren Moorbewirtschaftung beitragen (Wittnebel et al. 2023).

Insbesondere Landwirtschaftsbetriebe stehen hier vor großen Herausforderungen. Dies betrifft unter anderem die Bewirtschaftungstechnik. Moorgrünland besitzt eine durchwurzelte Schicht an der Oberfläche mit hoher Festigkeit, während darunterliegende mehr oder minder stark zersetzte Torfe und Mudden deutlich geringere Festigkeiten aufweisen (Schmidt 1981, Prochnow 1994, Kraschinski 2001). Die landwirtschaftliche Nutzung solcher Flächen ist unter feuchten bis nassen Bedingungen in der Regel nur mit angepasster Landtechnik oder Spezialmaschinen möglich. Werden bei der Bewirtschaftung nicht hinreichend die standörtlichen Besonderheiten berücksichtigt, ist die Befahrung der Flächen mit hohen Risiken verbunden. So können bei nicht standortgerechter Bewirtschaftungstechnik Schäden der Grasnarbe auftreten, welche die Befahrbarkeit über einen langen Zeitraum herabsetzen und zudem die Erträge deutlich mindern. Schäden an der eingesetzten Technik oder ein Festfahren haben unter Umständen kostenintensive Bergungs- und Reparaturmaßnahmen zur Folge.

In Brandenburg werden Moorbewirtschafter beim Erwerb und dem Einsatz standortangepasster Bewirtschaftungstechnik durch entsprechende Förderangebote des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) unterstützt. Die erstmalig 2019 angebotene Förderung im Rahmen der EFRE-Richtlinie „ProMoor“ haben sieben Landwirtschaftsbetriebe in Anspruch genommen.

Die Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) begleitete 2020-2023 den neuen Technikeinsatz mit wissenschaftlichen Untersuchungen zu dessen Wirkung auf den Standort und die Vegetation sowie der Praktikabilität für die Nutzer. Im Folgenden werden die aus den Erkenntnissen der wissenschaftlichen Begleitung abgeleiteten Empfehlungen vorgestellt.

Material und Methoden

Um die Tragfähigkeit von Niedermoorstandorten qualitativ und quantitativ beschreiben zu können, wurden im Sommerhalbjahr 2022 auf Niedermoorstandorten Messungen von Indikatoren zur Bewertung der Tragfähigkeit vorgenommen. Dabei wurden die Scherfestigkeit (Scherflügel: 14 x 7,6 cm) in einer Bodentiefe von 0-15 cm gemessen, der Pflanzenbestand, die Bewuchsdichte (Deckung der verbliebenen Stoppel in %), die Bodenfeuchte (Theta-Sonde Typ ML3 von Delta-T mit einer Elektrodenlänge von 60 mm), der Bodenzustand sowie der Grundwasserstand erfasst.

Die Wirkung der Technik auf den Boden wurde 2021 im Rahmen von Befahrungsversuchen untersucht. Während der Befahrungsversuche wurden entlang von Teststrecken unterschiedliche Kombinationen aus Reifeninnendruck, Fahrgeschwindigkeit und Anzahl der Überfahrten getestet. Zur Kennzeichnung der Standorteigenschaften wurden unmittelbar neben den Teststrecken ungestörte Bodenproben mittels Stechzylinder (100 cm³) aus zwei Tiefen (0-10 und 20-30 cm) zur Bestimmung von Trockenrohdichte, Substanzvolumen und Bodenfeuchte entnommen. Die Spurtiefe gilt als geeignetes Kriterium zur Beurteilung der Befahrbarkeit (u.a. Prochnow 1994, Schmidt 1995, Kraschinski 2001). Sie fasst die Wirkung aller relevanten Kräfte in der Kontaktfläche Reifen/Boden zusammen und ist damit das Ergebnis der Interaktion zwischen der aktuellen Tragfähigkeit der Fahrbahn und maschinenspezifischen Parametern. Als Befahrbarkeitsgrenze gilt demnach eine Spurtiefe von 7 cm (Prochnow 1994, Kraschinski 2001). Im Zuge der Befahrungsversuche wurden daher ebenfalls die Spurtiefen erfasst. Dazu wurde ein Brett quer über die Fahrspur gelegt, Grasstoppeln und seitliche Aufwallungen durch leichten Druck flach gedrückt, und der Abstand von Brettunterkante und tiefstem Punkt in der Spur gemessen.

Zur Bewertung der Landtechnik wurden die erforderlichen Maschinenparameter, wie die Masse von Zugmaschinen und Arbeitsmaschinen, Reifendaten etc. von den Betrieben erfragt. Direkte Messungen von Maschinengewichten wurden nicht von den Autor*innen dieser Studie vorgenommen. Berechnungen des mittleren Kontaktflächendrucks der eingesetzten Technik wurden mit dem online-Simulationsmodell „Terranimo®" unter Auswahl des Standardbodens „Moorboden" und der Feuchtigkeitsstufe „Feucht" durchgeführt. Um die Vergleichbarkeit der Maschinenkombinationen zu wahren, wurde ein zur Grünlandbefahrung empfohlener Reifeninnendruck von 0,8 bar gewählt.
Die Ergebnisse aller Untersuchungen wurden mit Abfragen bei den teilnehmenden Betrieben ergänzt und Empfehlungen für den konkreten Technikeinsatz abgeleitet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Messungen der Scherfestigkeit auf vierzehn Standorten belegen einen hoch signifikanten Einfluss von Bodenfeuchte, Bewuchsdichte und Vegetation. Dabei nimmt die Scherfestigkeit im Durchschnitt aller Standorte mit steigender Bodenfeuchte ab, während sie mit höherer Bewuchsdichte zunimmt. Diese Zusammenhänge sind jedoch bei Betrachtung der einzelnen Standorte unterschiedlich stark ausgeprägt, in Einzelfällen auch gegenläufig. Eine geschlossene Grasnarbe aus nässeangepassten Arten – insbesondere Seggen – ist essentiell für die Befahrbarkeit, da die Torfe und Mudden unterhalb des durchwurzelten Bereichs einen geringen Eindringwiderstand besitzen und keine schweren Maschinenlasten abstützen können (MLUK in Vorb.).
Zur Bewirtschaftung von sehr feuchtem und nassem Moorgrünland ist demnach geeignete Technik einzusetzen, die sich durch angepasste Radlast, niedrigen Kontaktflächendruck, geringen Zugkraftbedarf und reduzierte Überrollhäufigkeit auszeichnet. Werden die Erfordernisse an die Erntelogistik und Technik berücksichtigt, sind so auch unter sehr feuchten bis nassen Bedingungen ein- bis mehrstufige Verfahren zur Werbung frischer oder getrockneter Biomasse möglich. Die verschiedenen Technikvarianten werden üblicherweise nach folgenden Kategorien klassifiziert (Wichmann et al. 2016):

1. Kleintechnik (fahrerbasiert, ferngesteuert, handgeführt),
2. Angepasste Standardtechnik,
3. Spezialtechnik (raupenbasiert, radbasiert).

Kleintechnik zeichnet sich durch eine geringe Gesamtmasse aus und ist daher besonders narbenschonend. Traditionell kommen derartige Geräte in der Landschaftspflege, z.B. bei der Mahd von Feuchtwiesen im Rahmen des Vertragsnaturschutzes zum Einsatz. Einachsgeräteträger sind mit breiten Stachelwalzen mit großer Aufstandsfläche kombinierbar und daher besonders gut für wenig tragfähige Böden geeignet. Aufgrund einer großen Bandbreite von Anbaugeräten (u.a. Doppelmesser-/Scheibenmähwerk, Schwader, Ballenpresse, Ballengabel, Heuschieber) sind sie vielseitig einsetzbar. Verfügbar sind auch funkferngesteuerte Trägerfahrzeuge, die wahlweise mit Raupenlaufwerken, Reifen oder Stachelwalzen ausgestattet werden können. Auch hier sind diverse Anbaugeräte für vielseitige Einsatzmöglichkeiten vorhanden.
Angepasste Standardtechnik umfasst herkömmliche Landtechnik – wie Traktoren, Pressen, Ladewagen, Anhänger – die mit verschiedensten Maßnahmen für die Moorbewirtschaftung unter angehobenen Wasserständen modifiziert wird. Eine gängige Variante ist die Ausstattung mit möglichst breiter Bereifung. Möglich sind auch Doppel- oder sogar Drillingsbereifungen, durch die der Kontaktflächendruck nochmals erheblich verringert werden kann. Bei Nachrüstung der Traktoren und Anbaugeräte mit Mehrfach- oder Breitbereifung muss die Dimensionierung der Achsen für die gesteigerte Beanspruchung ausgelegt sein und entsprechend umsichtig gefahren werden. Weitere, in der Grünlandnutzung jedoch bisher nicht in breitem Umfang etablierte Möglichkeiten sind Delta-Laufwerke, der Einsatz von Bogie-Bändern, wie sie auch bei Forstmaschinen zum Einsatz kommen, sowie die früher häufiger genutzten eisernen Gitterräder (Schulte 1955).

Tab. 1: Vor- und Nachteile verschiedener Technikvarianten (ergänzt nach Wichmann et al. 2016) und ihre Einsatzbereiche zur Ernte im Sommerhalbjahr.

Vorteile (+) / Nachteile(-)	Einsatzbereiche
Kleintechnik	
+ geringe Gesamtmasse und daher besonders narben- und bodenschonend + geringer Transportaufwand (bspw. mittels Anhänger am Geländewagen) + geringe Arbeitsbreite und hohe Wendigkeit (Einsatz z.B. zwischen Agri-PV) + je nach Gerät vergleichsweise niedrige Investitions- und variable Maschinenkosten - geringe Flächenleistung bei der Biomasseberäumung - erhöhtes Risiko des Festfahrens in Störstellen (z.B. alte Fahrspuren) bei kleiner Aufstandsfläche (insbesondere bei Einachsgeräteträgern) - dichte, hochwüchsige Bestände aufgrund geringer Bodenfreiheit problematisch (Mahdgut kann ggf. nicht überfahren werden)	• flurnahe Wasserstände möglich (0-20 cm unter Flur) • Stellen mit verringerter Tragfähigkeit ggf. umfahren (z.B. Bestandeslücken, alte Fahrspuren) • vorzugsweise Kleinflächen • große Flächen möglich (Pressen/Beräumung dann jedoch mit leistungsstärkeren Maschinen)
Angepasste Standardtechnik (Masse <8 t, KFD max. 450-500 g/cm²)	
+ hohe Flächenleistung + hohe Auslastung auch durch Einsatzmöglichkeiten abseits des Moorgrünlandes + vergleichsweise geringe Investitionskosten bei Nachrüstung des Fuhrparks + Technik i.d.R. bekannt + Hangtechnik: vergleichsweise leicht aber leistungsstark - Zwillingsreifen: Aufwand für Montage/Demontage am Feldrand - Erhöhte Belastung der Achsen durch Breit-/Doppelbereifung - Komplizierte Bergung festgefahrener Maschinen bei hohen Maschinenmassen Delta-Laufwerke: - bei Durchbruch der Grasnarbe/Fahrspuren ggf. Probleme aufgrund geringem Böschungswinkel - erhöhter Verschleiß bei Straßenfahrten	• Wasserstände von 20-45 cm unter Flur und tragfähiger Grasnarbe möglich • vorzugsweise größere Flächen Leichte Maschinenkombinationen mit Masse <4 t, KFD bis 300 g/cm²: • flurnahe Wasserstände bei tragfähiger Grasnarbe möglich (0-20 cm unter Flur) • Flächenzuschnitt erfordert häufige Wendemanöver und Überfahrungen (narbenschonende Bereifung wählen, opt. mit Allradlenkung)
Raupenbasierte Spezialtechnik (KFD <200 g/cm²)	
+ äußerst geringer Kontaktflächendruck + mittlerweile breites Angebot am Markt + auch bei Überstau einsetzbar - Investitionskosten und Erntekosten vergleichsweise hoch (Dahms et al. 2017) - hoher Transportaufwand (z.B. mittels Tieflader) - gesteigertes Risiko von Narbenschäden bei Kurvenfahrten (Schröder et al. 2015) - ggf. Probleme aufgrund geringem Böschungswinkel	• Wasserstände in Flur bis Überstau möglich • auch bei verringerter Tragfähigkeit einsetzbar (kleinere Störstellen können i.d.R. überfahren werden) • vorzugsweise größere Flächen bzw. Flächen mit günstiger Spurplanung (bei engen Kurvenradien und Manövrieren auf engem Raum hohe Belastung der Grasnarbe durch die Ketten)

Die angegebenen Spannen der Wasserstände entsprechen den Wasserstandsmedianen im Sommerhalbjahr. Berechnungen des mittleren Kontaktflächendrucks (KFD) erfolgten mit dem online-Simulationsmodell „Terranimo®" unter Auswahl des Standardbodens „Moorboden", der Feuchtigkeitsstufe „Feucht" und einem Reifeninnendruck von 0,8 bar.

Raupenbasierte Spezialtechnik wird mittlerweile von mehreren Herstellern angeboten. Dies sind Pistenraupen, die für den landwirtschaftlichen Einsatz umgebaut werden. Aber auch eigens dafür entwickelte Trägerfahrzeuge werden angeboten. Je nach Ernteverfahren (ein- oder mehrstufig) und Biomasseprodukt (Ballen, Häcksel oder Bunde) können beispielsweise Mähraupen oder Mäh-Laderaupen mit aufgesetztem oder angehängtem Bunker beziehungsweise Ballenpresse zum Einsatz kommen.
Radbasierte Spezialtechnik, wie die Seiga-Maschinen mit großvolumigen Reifen eines dänischen Herstellers, wurden speziell für den Einsatz auf nassen Flächen entwickelt. Der Vorteil des Aufschwimmens aufgrund der „Ballonreifen“ vermindert zwar das Risiko des Einsinkens, doch wird dadurch bei höherem Überstau die Manövrierfähigkeit eingeschränkt und der Radschlupf auf ein narbenschädigendes Maß erhöht. Die Produktion solcher Maschinen wurde bereits eingestellt. Dennoch sind sie beziehungsweise Nachbauten weiterhin, insbesondere für die Schilfwerbung, im Einsatz (Wichmann et al. 2016).
Einen Überblick zur Eignung der vorgenannten Technikvarianten ist der Tab. 1 zu entnehmen.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen bestätigen, dass eine Anhebung der Wasserstände mit einer Verminderung der Tragfähigkeit der Fahrbahn einhergeht. Landwirtschaftsbetriebe müssen darauf mit einer Anpassung des Bewirtschaftungsmanagements sowie der einzusetzenden Landtechnik reagieren.
Neu entwickelte Kleintechnik, Anpassungen von Standardtechnik und Spezialtechnik ist bereits verfügbar. Die Möglichkeiten zur Anpassung von Standardtechnik reichen von Breit- und Doppelbereifung, Tandemachsen, Delta Tracks bis hin zu Gitterrädern oder Bogiebändern. Ausgesprochen narbenschonend sind Reifen mit hohem Positiv-Anteil der Stollen, abgerundeten Schultern und niedrigem Reifendruck. Raupenbasierte Spezialtechnik bringt hohe Investitionskosten mit sich, weshalb eine ausreichende Auslastung gewährleistet sein sollte.
Über die Richtlinie „Klima-/Moorschutz-investiv“ wird die Förderung von moorbodenschonender Technik und Nutzungsverfahren in Brandenburg fortgeführt.

Literatur

Berner Fachhochschule (BFH): Terranimo® expert. Online verfügbar unter https://ch.terranimo.world/ expert

Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W., Schröder, C. (2017): Paludi-Pellets-Broschüre. Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 2. Auflage. Universität Greifswald. Greifswald.

Kraschinski, S. (2001): Ein verfahrenstechnischer Beitrag zum angepassten Befahren von Niedermoorgrünland. Dissertation, Humboldt Universität Berlin.

MLUK (in Vorb.): Biodiversitätsfördernde Maßnahmen und Bewirtschaftungstechnik für eine standortgerechte Niedermoornutzung. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde im Auftrag für Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg (MLUK), Potsdam.

MLUK: Investitionen in eine klimagerechte Landnutzung und Entwicklung von organischen Böden – Klima-/Moorschutz-investiv. Online unter:
https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/service/foerderung/fachuebergreifend/rl-klima-moorschutz-investiv/

Prochnow, A. (1994): Verfahrenstechnische Grundlagen für die großflächige Landschaftspflege am Beispiel der Nuthe-Nieplitz-Niederung. Dissertation, Forschungsbericht Agrartechnik der MEG, Nr. 265.

Schmidt, W. (1981): Kennzeichnung und Beurteilung der Bodenentwicklung auf Niedermoor unter besonderer Berücksichtigung der Degradierung. Leistung des Institutes für Futterproduktion Paulinenaue der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.

Schröder, C., Dahms, T., Paulitz, J., Wichtmann, W., Wichmann, S. (2015): Towards large-scale paludiculture: addressing the challenges of biomass harvesting in wet and rewetted peatlands. Mires and Peat, Volume 16 (2015), Article 13, 1–18.

Schulte, K. H. (1955): Prüfung von Gitterrädern auf Dauerfestigkeit. Teil I. Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim, Agrartechnik Heft 10: 409-412.

Wichmann, S., Dettmann, S. & Dahms, T. (2016): Landtechnik für nasse Moore. In: Wichtmann et al. (Hrsg.): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 63-70.

Wittnebel, M., Frank, S., Tiemeyer, B. (2023): Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland Thünen Working Paper 212. doi: 10.3220/WP1683180852000.