

Annette Prochnow, Sven Kraschinski, Rainer Tölle und Jürgen Hahn, Berlin

# Belastungsklassen für Technik zur Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland

*Für eine angepasste Nutzung von Niedermoorstandorten ist die Befahrbarkeit von zentraler Bedeutung. Die Belastung durch Technik muss auf die Tragfähigkeit der Fahrbahn abgestimmt werden. Die Bildung von Belastungsklassen erfolgt auf der Grundlage umfangreicher Befahrversuche. Sie ermöglicht die Abschätzung der Belastung durch Technikvarianten aus leicht verfügbaren technischen Daten und die Zuordnung des möglichen Einsatzbereiches auf Niedermoorgrünland. Die Erhaltung der Niedermooere erfordert eine ganzjährig ausreichende Wasserversorgung sowie die standortspezifische Begrenzung von Radlasten und Zugkräften.*

## Schlüsselwörter

Niedermoor, Befahrbarkeit, Tragfähigkeit, Bodenbelastung

## Keywords

Fens, trafficability, load-bearing capacity, soil load

Dr. rer. agr. Annette Prochnow, Dipl.-Ing. agr. Sven Kraschinski und Dr. agr. Rainer Tölle sind wissenschaftliche Mitarbeiter, Prof. Dr. Jürgen Hahn ist Leiter des Fachgebietes Technik in der Pflanzenproduktion der Humboldt-Universität zu Berlin, Philippstr. 13, 10115 Berlin.

Das Projekt „Befahrbarkeit von Niedermoorflächen bei Maßnahmen zu deren Schutz und angepasster Nutzung“ wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Die Autoren danken für die Unterstützung der Untersuchungen mit Leihmaschinen durch die Firmen Aebi, Kalinke, Krone, John Deere, New Holland, Reform und Welger.

**Referierter Beitrag der LANDTECHNIK; die Langfassung erscheint in Bd. 5 der Agrartechnischen Forschung, H. 1/99**

Niedermooere nehmen in Deutschland eine Fläche von etwa 1 Mio ha ein. Diese Standorte erfüllen wichtige ökologische Funktionen als Wasser- und Nährstoffspeicher sowie als Lebensraum für Pflanzen- und Tierarten. Zur Erhaltung der Niedermooere bedarf es ganzjährig geringer Grundwasserflurabstände und angepasster Formen der gegenwärtig vorherrschenden Grünlandbewirtschaftung. Die Befahrbarkeit ist dabei von zentraler Bedeutung. Belastungen durch Technik sind auf die standortspezifischen Tragfähigkeiten der Fahrbahn abzustimmen. Über die Erkenntnisse vorangegangener Arbeiten [4, 6, 7, 9, 10] hinaus ist dafür die Prüfung moderner Technik- und Reifenvarianten auf nassen bis wassergesättigten Niedermooeren mit unterschiedlicher Vegetation erforderlich.

## Tragfähigkeit von Niedermoorgrünland

Die Tragfähigkeit von Niedermoorgrünland wird bei hohem Wassersättigungsgrad vorrangig von der Grasnarbe bestimmt und ist damit von der Vegetationsform und der Bewuchsdichte abhängig. Darüber hinaus ist ein Einfluss der Bodenfeuchte zu verzeichnen. Zur Kennzeichnung der Tragfähigkeit hat sich die Scherfestigkeit als geeignet erwiesen [1, 2]. Darunter wird im Folgenden die mit einer Flügelsonde (GEONOR H-704) [3] in der Bodenschicht zwischen 0 und 14 cm gemessene Scherfestigkeit verstanden. Zwischen den Scherfestigkeiten von Grünlandbiotopen auf Niedermoor bestehen aufgrund der sehr verschiedenartigen Durchwurzelung erhebliche Unterschiede. Die Scherfestigkeiten sind bei Flutrasen am niedrigsten und nehmen über Feuchtwiesen bis zu den Frischwiesen hin zu, um bei Seggenrieden die höchsten Werte zu erreichen. Innerhalb der Biotoptypen steigen die Scher-

festigkeiten mit wachsender Bewuchsdichte und sinken mit zunehmender Bodenfeuchte.

Die gemessenen mittleren Scherfestigkeiten auf Niedermooeren liegen zwischen  $\tau = 15$  kPa für wassergesättigte Flutrasen mit geringer Bewuchsdichte und  $\tau = 55$  kPa für dichtbewachsene Seggenriede in trockenen Zeitspannen. Damit hängt die flächenbezogene Prognose der Befahrbarkeit sowohl von der Biotopansprache als auch von der Bestimmung der Bodenfeuchte ab.

## Zulässige Belastung

Für die Befahrversuche wurden Traktoren mit Motornennleistungen von  $P_N = 33$  bis 96 kW mit Arbeitsmaschinen und Anhängern zu zwölf praxisüblichen Technikvarianten kombiniert [2], die hinsichtlich Radlasten, Bereifungen, Zugkräften und Überrollhäufigkeiten variierten. Den Anforderungen des Niedermoorgrünlands wurde durch Ausrüstung mit Terrareifen, Grünland-Niederdruck-Reifen und Doppelrädern entsprochen. Die Versuchsfahrten fanden auf fünf repräsentativen Niedermoorstandorten während der frostfreien Zeit statt. Im Bereich der Fahrspuren wurden jene Abschnitte untersucht, in denen der Durchbruch der Grasnarbe begann und damit die Grenze der Befahrbarkeit erreicht war [2].

Somit konnte für jede der untersuchten Technikvarianten jene Scherfestigkeit der Fahrbahn ermittelt werden, die erforderlich ist, um den Durchbruch der Grasnarbe mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% zu vermeiden. Diese mindestens erforderliche Scherfestigkeit der Fahrbahn steht mit den Belastungskennzahlen der Technikvarianten in Verbindung und kann aus diesen mit folgender Regressionsfunktion berechnet werden:

Tab. 1: Belastungsklassen für Technik zur Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland

Table 1: Classes of load-input for machinery used on fen grassland

Belastungs-klasse	Bewertung der Belastung	Erforderliche Scherfestigkeit der Fahrbahn [kPa]	Maximale Radlast [t]	Mittlerer Zugkraftbedarf [daN]
1	sehr gering	$\leq 20$	$\leq 0,9$	0
2	gering	$>20 \dots \leq 26$	$>0,9 \dots \leq 1,2$	$<0 \dots \leq 500$
3	mittel	$>26 \dots \leq 32$	$>1,2 \dots \leq 1,8$	$<500 \dots \leq 900$
4	hoch	$>32 \dots \leq 36$	$>1,8 \dots \leq 2,5$	$<900 \dots \leq 1500$
5	sehr hoch	$>36 \dots \leq 46$	$>2,5 \dots \leq 4,0$	$<1500 \dots \leq 2000$

Belastungs-kategorie	Traktoren, Selbstfahrer	Arbeitsmaschinen, Anhänger	Bereifung
1	Standardtraktor, $P_N \leq 50$ kW, $m_G \leq 3$ t	Rotationsmäherwerk im Frontanbau, $b_A \leq 2,50$ m;	Breit-/Doppelreifen
	Hangtraktor, $P_N \leq 60$ kW, $m_G \leq 4$ t	Rotationsmäherwerk im Heckanbau, $b_A \leq 2,00$ m;	
2	Standardtraktor, $P_N \leq 60$ kW, $m_G \leq 4$ t	Doppelmessermäherwerk, $b_A \leq 5,80$ m	Breit-/Doppelreifen
	Standardtraktor, $P_N \leq 50$ kW, $m_G \leq 3$ t	Rotationsmäherwerk im Frontanbau, $b_A \leq 3,00$ m;	
3	Standardtraktor, $P_N \leq 80$ kW, $m_G \leq 5$ t	Rotationsmäherwerk im Heckanbau, $b_A \leq 2,50$ m	Breit-/Doppelreifen
	Standardtraktor, $P_N \leq 60$ kW, $m_G \leq 4$ t	Rundballenpressen, $m_G \leq 1,5$ t;	
4	Standardtraktor, $P_N \leq 60$ kW, $m_G \leq 4$ t	Ladewagen mit Tandemachse, $m_G \leq 2,5$ t, $V_L \leq 10$ m <sup>3</sup>	Breit-/Doppelreifen
	Standardtraktor, $P_N \leq 80$ kW, $m_G \leq 5$ t	Anhängemäherwerk, $b_A \leq 3,20$ m;	
	Standardtraktor, $P_N \leq 100$ kW, $m_G \leq 6$ t	Rotationsmäherwerk in Kombination, $b_A \leq 4,50$ m	Breit-/Doppelreifen
	selbstfahrende Erntemaschinen, $m_G \leq 7$ t	Rundballenpressen, $m_G \leq 2,5$ t;	
5	Standardtraktor, $P_N \leq 100$ kW, $m_G \leq 6$ t	Ladewagen mit Tandemachse, $m_G \leq 4$ t, $V_L \leq 15$ m <sup>3</sup>	Standard-/Breitreifen
	selbstfahrende Erntemaschinen, $m_G \leq 12$ t	zweiachsige Anhänger, $m_G \leq 6,5$ t	

$P_N$  - Motornennleistung [kW],  $m_G$  - Gesamtmasse [t],  $b_A$  - Arbeitsbreite [m],  $V_L$  - Ladevolumen [m<sup>3</sup>] (nach DIN 11741)

Tab. 2: Ausgewählte Technikvarianten in den Belastungsklassen

Table 2: Selected variants of machinery in classes of load-input

$$\tau_e = x + a \cdot \ln m_{R_{max}} + b \cdot \ln DI_{max} + c \cdot \ln SDI + d \cdot \ln F_{ZB} \quad (1)$$

$B = 0,87$

$\tau_e$  erforderliche Scherfestigkeit der Fahrbahn [kPa]

$m_{R_{max}}$  maximale Radlast im Aggregat [t]  
 $DI_{max}$  maximaler Druckindex im Aggregat [t/m<sup>2</sup>]

SDI Summe der Druckindices in einer Fahrspur [t/m<sup>2</sup>]

$F_{ZB}$  mittlerer Zugkraftbedarf [daN]

Der Druckindex DI ist definiert als Quotient aus Radlast  $m_R$  und Projektionsfläche des Reifens [5].

Diese Funktion ermöglicht es, für das Befahren von Niedermoorgrünland mit beliebigen Technikvarianten die mindestens erforderliche Scherfestigkeit zu kalkulieren und der tatsächlich vorhandenen Scherfestigkeit bei gegebenen Standortbedingungen gegenüberzustellen.

### Belastungsklassen

Belastungsklassen ermöglichen die Abschätzung der Belastung durch Technikvari-

anten aus leicht verfügbaren technischen Daten und die Zuordnung des möglichen Einsatzbereiches auf Niedermoorgrünland (Tab. 1). Die Abstufung der Belastungsklassen basiert auf den berechneten erforderlichen Scherfestigkeiten von zahlreichen typischen Technikvarianten für die Grünlandbewirtschaftung und steht in Beziehung zur biotop- und feuchtespezifischen Tragfähigkeit von Niedermoor.

Die Belastungen, die von Technikvarianten der Klasse 1 ausgehen, sind sehr gering. Damit können sehr wenig tragfähige Biotop-typen wie Feuchtwiesen und Flutrasen bei voller Wassersättigung befahren werden. Diese Standorte sind weniger häufig, oft aber aus naturschutzfachlicher Sicht besonders wertvoll. Da keine nennenswerten Zugkräfte aufgebracht werden können, ist die Bergung des Aufwuchses auf diesen Flächen nur mit Handarbeitsverfahren, Bergeplanen oder Ladegabeln am Traktor möglich.

In Klasse 2 wird die Technik eingeordnet, die geringe Belastungen ausübt. Dazu gehört leichte Standardtechnik mit breiten Niederdruckreifen oder Doppelrädern an allen Achsen. Damit kann wenig tragfähige Vege-

tation bei torfkonservierenden Bodenfeuchten befahren werden.

Der Klasse 3 ist Technik mit mittleren Belastungen zuzuordnen. Diese eignet sich für den Einsatz auf den weit verbreiteten Frischwiesen bei voller Wassersättigung sowie auf Flutrasen und Feuchtwiesen in trockenen Zeitspannen. Um diese Klasse zu erreichen, müssen häufig die Fahrwerke von Anhängern und angehängten Arbeitsmaschinen angepasst werden.

Der Einsatz von Technik der Klasse 4 ist mit hohen Belastungen verbunden. Die erforderlichen Scherfestigkeiten kommen nur bei den Biotoptypen Frischwiese und Seggenried vor, wobei erstere dann nicht mehr wassergesättigt sind. Infolge hoher Radlasten erreichen nur wenige selbstfahrende Erntemaschinen und Quadergroßballenpressen diese Klasse.

Für den Einsatz von Technik mit sehr hohen Belastungen der Klasse 5 müssen auf den Frischwiesen die Grundwasserstände übermäßig abgesenkt werden, während Feuchtwiesen und Flutrasen selbst in trockenen Zeitspannen nicht die entsprechende Tragfähigkeit aufweisen. Zu dieser Klasse gehören Aggregate mit einachsigen Quadergroßballenpressen, Transporteinheiten mit schweren Kippanhängern, Plattformwagen oder Ballenladewagen sowie die meisten selbstfahrenden Schwadmäher, Feldhäcksler und Quadergroßballenpressen.

Technik, deren Belastungskennzahlen die Richtwerte der Klasse 5 überschreiten, ist für Niedermoorstandorte auch in trockenen Zeitspannen nicht geeignet.

### Schlussfolgerungen

Der Einsatz besonders leistungsfähiger Großtechnik auf Niedermoorgrünland ist überwiegend mit hohen und sehr hohen Belastungen verbunden und meist nur unter Inkaufnahme der weiteren Degradierung dieser Standorte möglich. Die Erhaltung der Niedermoores erfordert ganzjährig eine ausreichende Wasserversorgung und damit eine standortspezifische Begrenzung von Radlasten und Zugkräften sowie angepasste Bereifungen. Die damit verbundenen Aufwendungen werden gegenwärtig ermittelt.

### Literatur

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99335 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.