

Gefügesanierung verdichteter Bodenschichten durch Pflanzenwurzeln im Niedermoorgrünland und Nutzungsoptionen

J. Bastian¹, V. Luthardt¹, J. Zeitz²

¹Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Schicklerstraße 5, 16225 Eberswalde,

²Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut, FG Bodenkunde und Standortlehre, Albrecht-Thaer Weg 2, 14195 Berlin

Julia.Bastian@hnee.de

Einleitung und Problemstellung

Durch den Einsatz von schwerer Agrartechnik, die Verlagerung vermulmter Bodenpartikel und den Wechsel von Auftauen und Gefrieren können sich in landwirtschaftlich genutzten Niedermooren oberflächennah Verdichtungsschichten ausbilden. Diese schränken die Wasserleitfähigkeit ein, weswegen es u. a. zu einem saisonalen Überstau der Flächen kommen kann, wodurch die Ertragsleistung verringert wird (Zeitz 2014). Geräte für eine mechanische Tieflockerung sind im Niedermoorgrünland aufgrund des Umbruchverbots nicht anwendbar und sollten aus Umwelt- und Klimaschutzgründen (Belüftung des Bodens, Mineralisation des Torfes) auch nicht eingesetzt werden. Es stellt sich daher die Frage, ob das bisher nur in verdichteten Mineralböden untersuchte Konzept des „bio-tillage“ bzw. „biological drilling“, d. h. der Einsatz von Pflanzenwurzeln zur Lockerung und Regeneration der Bodenstruktur (Zhang & Peng 2021), auch im Niedermoorgrünland einen neuen und nachhaltigen Lösungsansatz darstellt. Dieses Konzept fußt auf den Erkenntnissen, dass Wurzeln den Boden u. a. durch die Bewegung von Bodenaggregaten und das Erschaffen von Wurzelgängen verändern (Helal 1991). Zugleich beeinflusst das Bodengefüge über Größe und Lagerungsdichte der Aggregate maßgeblich das Wurzelwachstum (Nievergelt et al. 2002), wobei das Penetrationsvermögen artspezifisch ist (Dannowski & Werner 1997). Im Rahmen einer Bachelorarbeit von Bastian (2023) wurde untersucht, welche Pflanzenarten für eine Gefügesanierung im Niedermoorgrünland eingesetzt werden könnten. Dieser Beitrag ergänzt die erzielten Ergebnisse um eine Betrachtung der Nutzungsoptionen anhand der Nutzungswertzahlen nach Briemle et al. (2002).

Material und Methoden

Anhand von Stauwasserbeobachtungen durch die Bewirtschaftenden und/oder Mitarbeitenden aus Forschungsprojekten wurden drei Niedermoorgrünlandflächen im Rhinluch, im Havelländischen Luch und auf den Hammerfließwiesen bei Templin ausgewählt. Die Aufnahmen erfolgten vom 15. Juni bis 20. Juli 2022. Bei der Auswahl der Untersuchungspunkte wurden Vorkommen von Zeigerpflanzen für Staunässe, Wechsellnässe, Wechselfeuchtigkeit, Verdichtung und Narbenstörung durch Überstauung und/oder Vermulmung nach Gall (2007) berücksichtigt. Je Untersuchungsfläche (Rhinluch, Havelluch, Hammerfließ) wurden drei Untersuchungspunkte (A, B, C) in jeweils verschiedenen Vegetationsbeständen festgelegt (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Erfasste Vegetationsbestände auf den Untersuchungsflächen

Untersuchungs- fläche	Rhinluch	Havelländisches Luch	Hammerfließ
Punkt A	Ackerkratzdistel- Flutterbinsen-Bestand	Schlankseggen- Dominanzbestand	Gelbe Wiesenraute- Flutterbinsen-Wolliges Honiggras-Bestand
Punkt B	Knickfuchsschwanz- Bestand	Sumpfseggen-Bestand	Kriechender Hahnenfuß- Wiesenrispengras- Flutterbinsen-Bestand
Punkt C	Gänsefingerkraut- Ackerkratzdistel-Bestand	Rasenschmielen- Bestand	Sumpfseggen-Bestand

Je Untersuchungspunkt wurde zuerst ein 4 m x 4 m großes Quadrat für eine Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet abgegrenzt (Dierschke 1994). In das 16 m² große Quadrat wurde das 1 m x 1 m kleine Untersuchungsquadrat gelegt, in dem alle weiteren Aufnahmen erfolgten (siehe Abb. 1 links). Diese umfassten eine weitere Vegetationserfassung mit den Deckungsangaben nach Londo (1976).

Die ein bis drei Gefäßpflanzenarten mit den höchsten Deckungsgraden finden sich in der Bezeichnung des Untersuchungspunktes wieder, da diese Arten aufgrund ihrer Dominanz in den Fokus der Wurzelaufnahmen gestellt wurden. Die Durchwurzelung wurde in Anlehnung an Luthardt (1987) erfasst und um fotografische Beobachtungen ergänzt. Zur Verortung der Wurzeln an der Profilwand kam ein Holzrahmen mit einem Gitternetz zum Einsatz, das die 60 cm x 60 cm große Aufnahme­fläche durch einen roten Faden in 5 cm x 5 cm große Quadrate unterteilte (siehe Abb. 1 rechts). Die Wurzellänge wurde je 5 cm x 5 cm-Rasterfeld in 5 mm-Einheiten erfasst, um die Wurzellängendichte (in mm/cm³ Boden) je 5 cm-Tiefenschicht zu berechnen. Lebert et al. (2004) benennen die Wurzellängendichte als „ideale[n], qualitative[n] Indikator von Schadverdichtungen“ (ebd.: 26), da dieser Parameter gut mit der Wasser- und Nährstoffaufnahmefähigkeit korreliert und damit auch eine ökologische Aussagekraft inkludiert.

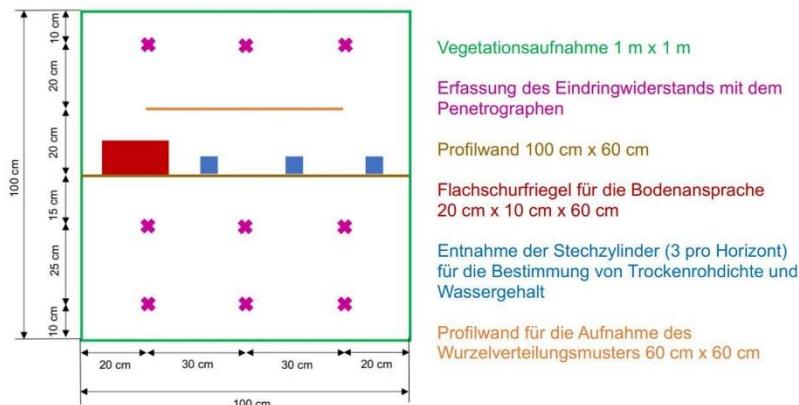


Abb. 1: Aufbau eines Untersuchungspunktes mit Verortung der Aufnahmen im 1 m x 1 m Untersuchungsquadrat (links) und Wurzelprofil mit Holzrahmen (rechts)

Ergebnisse und Diskussion

An allen Untersuchungspunkten zeigte sich ein gehäuftes und nahezu ungestörtes, senkrecht nach unten gerichtetes Wurzelwachstum in den Aggregatzwischenräumen. Allerdings wurden auch abknickende Wurzeln und Verdickungen festgestellt. Wo Wurzeln verschiedener Arten vorkamen, war der Boden intensiver erschlossen. Die Abb. 2 zeigt die Wurzellängendichte der neun erfassten Vegetationsbestände im Vergleich. Die intensivste Durchwurzelung wurde in einem Rasenschmielen-Bestand festgestellt.

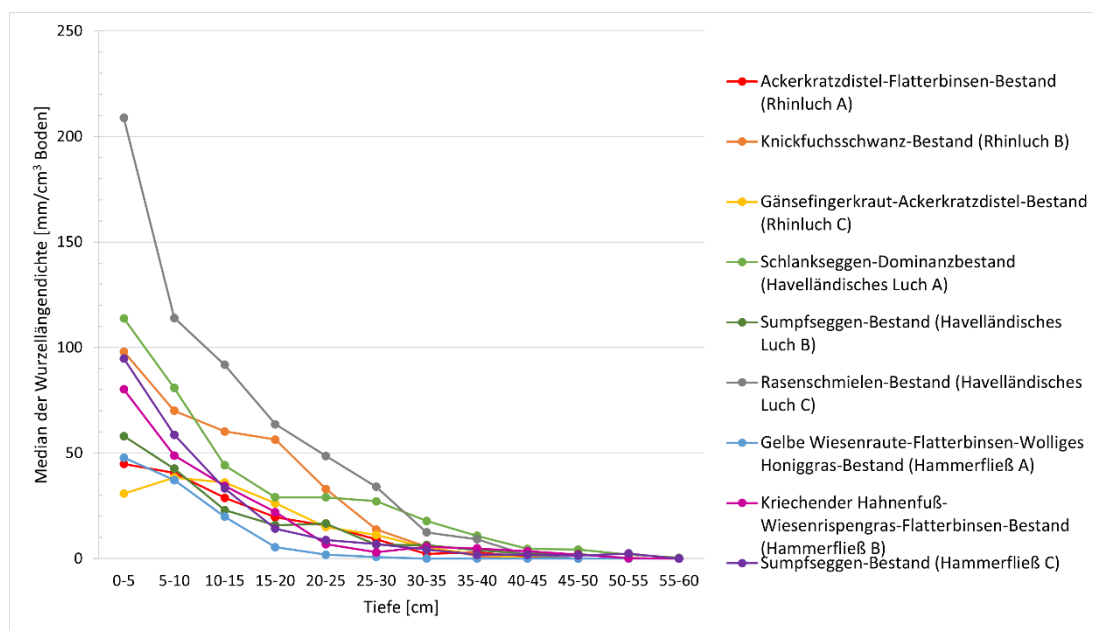


Abb. 2: Median der Wurzellängendichte je 5 cm-Tiefenschicht der erfassten Vegetationsbestände

Unter Hinzuziehung der anatomischen und morphologischen Beschreibungen von Kutschera & Lichtenegger (1982, 1992) und Kutschera & Sobotik (1992) wurde das Potenzial der untersuchten Arten für eine Lockerung verdichteter Bodenschichten eingeschätzt (siehe Tab. 2). Von den elf erfassten Arten erscheinen acht geeignet zu sein. Bspw. stimmt die bei den Geländeaufnahmen festgestellte intensive Durchwurzelung durch die Rasen-Schmiele mit den Angaben bei Kutschera & Lichtenegger (1982) überein. Die starke Verdickung des ausdauernden Außen- und Innenrindenparenchyms begründet, warum die Art große Unterschiede in der Bodenfeuchte erträgt. Das Wiesen-Rispengras ist für eine Gefügesanierung nicht geeignet, da es stauende Wechselfeuchte nicht verträgt (ebd.). Aufgrund fehlender Literaturangaben konnte die Eignung der Gelben Wiesenraute und des Kriechenden Hahnenfuß nicht beurteilt werden.

Um einen Anreiz für die Umsetzung einer Gefügesanierung durch Wurzeln im Niedermoorgrünland zu schaffen, ist die Untersuchung von Nutzungsmöglichkeiten für die Landbewirtschaftenden interessant. Dazu wurden die Nutzungswertzahlen von Briemle et al. (2002) mit in die Betrachtung der Tab. 2 einbezogen. Die Futterwertzahl ist ein Maß dafür, wie hoch die Akzeptanz und Beliebtheit einer Pflanzenart bei Nutztieren, v. a. Rindern, ist. Mahd-, Weide- und Trittsverträglichkeitszahlen sind ein Hinweis für die Toleranz bei einer mechanischen Belastung durch Schnitt, Fraß und Tritt. Es fällt auf, dass das Wiesen-Rispengras zwar den besten Futterwert von 9 ebenso wie eine hohe Weide-, Tritt- und Mahdverträglichkeit besitzt, allerdings nicht für eine Gefügesanierung geeignet ist. Unter den potenziell geeigneten Arten besitzen der Knick-Fuchsschwanz und das Wollige Honiggras den höchsten Futterwert, der jedoch einen mittleren Wert von 5 nicht übersteigt. Der Futterwert der weiteren Arten wird als sehr gering bis gering beurteilt. Die Gelbe Wiesenraute ist für Nutztiere giftig. Bei Betrachtung der Weideverträglichkeit fällt auf, dass sieben von elf Arten als gut bis überaus weideverträglich beurteilt werden. Knick-Fuchsschwanz und Wolliges Honiggras, die beide einen mittleren Futterwert besitzen, sind dagegen bei einem Wert von 4 eher weideempfindlich bis mäßig weideverträglich. Die Trittempfindlichkeit zeigt ein differenziertes Bild.

Tab. 2: Einschätzung des Potenzials der untersuchten Arten für eine Gefügesanierung auf Basis eigener Beobachtungen sowie anatomischer und morphologischer Beschreibungen von Kutschera & Lichtenegger (1982, 1992) und Kutschera & Sobotik (1992) ergänzt um Nutzungswertzahlen nach Briemle et al. (2002) und Feuchtezahl nach Ellenberg & Leuschner (2010)

Deutscher Artnamen	Wissenschaftl. Artnamen	Eignung	FW	W	TV	M	F
Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>	Ja	2	7	4	5	x
Flatter-Binse	<i>Juncus effusus</i>	Ja	2	7	6	4	7
Gänse-Fingerkraut	<i>Potentilla anserina</i>	Ja	2	9	9	8	6~
Gelbe Wiesenraute	<i>Thalictrum flavum</i>	k. A.	1	7	2	3	8~
Knick-Fuchsschwanz	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Ja	5	4	5	4	8=
Kriechender Hahnenfuß	<i>Ranunculus repens</i>	k. A.	3	7	7	8	7~
Rasen-Schmiele	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Ja	2	7	4	5	7~
Schlank-Segge	<i>Carex acuta</i>	Ja	2	3	3	5	k. A.
Sumpf-Segge	<i>Carex acutiformis</i>	Ja	2	6	3	5	9~
Wiesen-Rispengras	<i>Poa pratensis</i>	Nein	9	8	8	9	5
Wolliges Honiggras	<i>Holcus lanatus</i>	Ja	5	4	4	6	6

Eignung = Eignung zur Gefügesanierung, FW = Futterwertzahl, W = Weideverträglichkeitszahl, TV = Trittsverträglichkeitszahl, M = Mahdverträglichkeitszahl, F = Feuchtezahl, k. A. = keine Angabe

Aufgrund des geringen Futterwerts erscheint eine futterbauliche Nutzung nicht zielführend. Mit Ausnahme des Wiesen-Rispengrases korreliert die hohe Weideverträglichkeit mit einem geringen Futterwert, sodass diese Einstufung weniger auf das Regenerationsvermögen der Pflanze als auf die Vermeidung durch Nutztiere zurückzuführen ist. Die Mahdverträglichkeit ist überwiegend mäßig, weswegen eine extensive Mahd mit ein bis zwei Schnitten pro Jahr und eine Aufwuchsverwertung als Energiebiomasse, ökologischer Baustoff, Einstreu oder Verpackungsmaterial möglich wäre. Vor dem Hintergrund der angestrebten Wiedervernässung von entwässerten Mooren ist der Anbau als Paludikultur eine nachhaltige Option (Birrr et al. 2021) und mit Blick auf die hohen Feuchtezahlen (siehe Tab. 2) möglich.

Schlussfolgerungen

Das Konzept des „bio-tillage“ ist eine vielversprechende Alternative für die Gefügesanierung von verdichteten Bodenschichten im Niedermoorgrünland. Jedoch besteht noch weiterer Forschungsbedarf zu den geeigneten Pflanzenarten einschließlich der hier nicht betrachteten Arten wie Rohrglanzgras, Wasserschwaden oder Rohrschwengel. Ergänzende Untersuchungen der Wurzelanatomie sind nötig, um die Anpassung an wechselnde Bodenfeuchten zu verstehen. Ebenso bedarf es einer Betrachtung der räumlichen Wurzelverteilung im Boden aus ökologischer Sicht, bspw. inwiefern Wurzeln bei einem gehäuften Vorkommen in wenigen Grobporen und/oder zu weiten Spalten noch ausreichend Wasser und Nährstoffe aufnehmen können (Passioura 1991). Außerdem ist die zusätzliche Wirkung der Bodentiere auf die Bodenlockerung zu untersuchen. Auch die Verwertungsmöglichkeiten des Aufwuchses bedürfen einer weiteren Erforschung ebenso, wie die Gefügesanierung in die nasse Moorbewirtschaftung integriert werden kann.

Literatur

- Bastian, J. (2023): Wurzelverteilungsmuster im stauwassergeprägten Niedermoorgrünland. Analyse der Stauschichtvorkommen in den Mooren des Landes Brandenburg und Möglichkeiten einer Gefügesanierung durch Wurzeln. *Bachelorarbeit*, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. 317 S.
- Birr, F., Abel, S., Kaiser, M., Närmann, F., Oppermann, R., Pfister, S., Tanneberger, F., Zeitz, J. & Luthardt, V. (2021): Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermoores – Steckbriefe für klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren (=Auszug aus den BfN-Skripten 616). 148 S.; Eberswalde, Greifswald (Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und Greifswald Moor Centrum).
- Briemle, G., Nitsche, S. & Nitsche, L. (2002): Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 38: 203–225.
- Dannowski, M. & Werner, A. (1997): Die Bedeutung von Pflanzenwurzeln bei der ökologischen Beurteilung des Bodengefüges im Labor und in der Landschaft. *Die Bodenkultur*, Jg. 48, Nr. 2: 73–88.
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. 683 S.; Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- Ellenberg, H. & Leuschner, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 6. vollst. neu bearb. u. stark erw. Aufl. 1333 S.; Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- Gall, B. (2007): Sicherung und Entwicklung von Böden und ihren Funktionen in Niederungen durch Naturschutzmaßnahmen. Anhang I. *Dissertation*, Universität Potsdam.
- Helal, H. M. (1991): Bodengefüge, Wurzelentwicklung und Wurzelfunktionen. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, Jg. 154, Nr. 6: 403–407.
- Kutschera, L. & Lichtenegger, E. (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 1: Monocotyledoneae. 516 S.; Stuttgart, New York (Gustav Fischer Verlag).
- Kutschera, L. & Lichtenegger, E. (1992): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 2: Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida), Teil 1: Morphologie, Anatomie, Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft. 851 S.; Stuttgart, Jena, New York (Gustav Fischer Verlag).
- Kutschera, L. & Sobotik, M. (1992): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 2: Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida), Teil 2: Anatomie. 261 S.; Stuttgart, Jena, New York (Gustav Fischer Verlag).
- Lebert, M., Brunotte, J. & Sommer, C. (2004): Ableitung von Kriterien zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung, entstanden durch nutzungsbedingte Verdichtung von Böden/Regelungen zur Gefahrenabwehr. 122 S.; Berlin (Umweltbundesamt).
- Londo, G. (1976): The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio*, Vol. 33, No. 1: 61–64.
- Luthardt, V. (1987): Ökologische Untersuchungen an landwirtschaftlich genutzten tiefgründigen Niedermoorstandorten unterschiedlicher Bodenentwicklung. *Dissertation*, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik.
- Nievergelt, J., Petrasek, M. & Weisskopf, P. (2002): Bodengefüge. Ansprechen und Beurteilen mit visuellen Mitteln (=Schriftenreihe der FAL 41). 93 S.; Zürich (Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau).
- Passioura, J. B. (1991): Soil Structure and Plant Growth. *Australian Journal of Soil Research* 29: 717–728.
- Zeitz, J. (2014): Prozesse und Auswirkungen einer entwässerungsbedingten Moornutzung. In: Luthardt, V. & Zeitz, J. (Hrsg.): *Moore in Brandenburg und Berlin*: 113–122; Rangsdorf (Verlag Natur+Text GmbH).
- Zhang, Z. & Peng, X. (2021): Bio-tillage: A new perspective for sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research* 206: 104844.