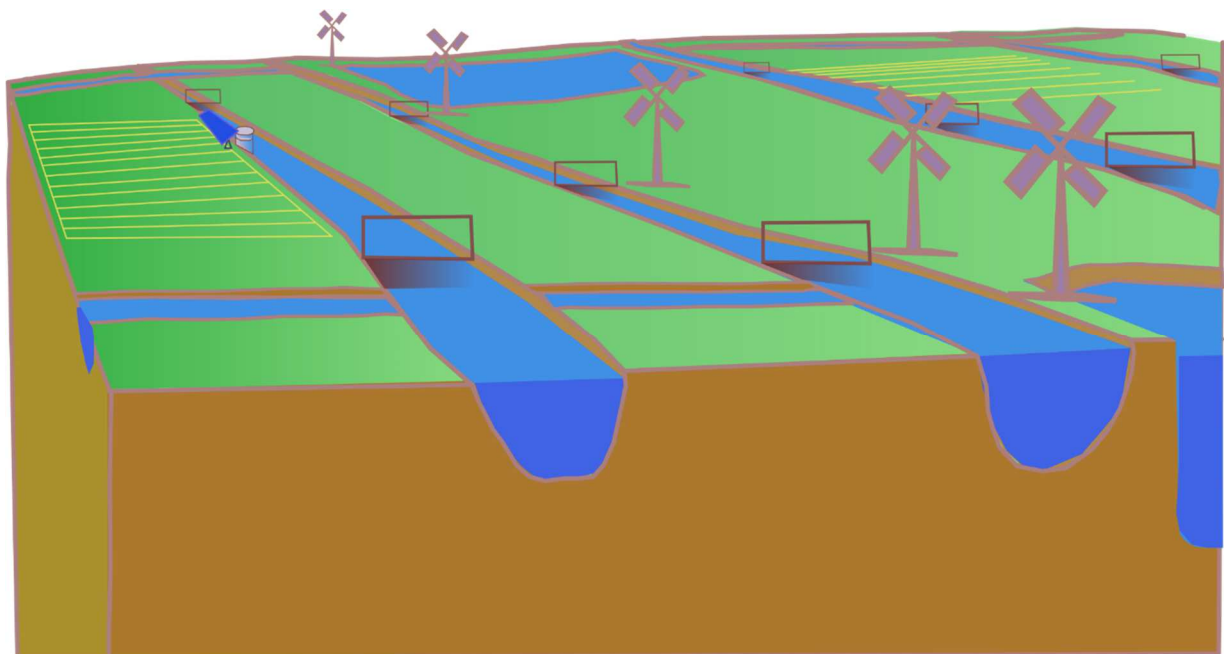




Modellprojekt Gnarrenburger Moor

Vorläufige Empfehlungen und Handlungsoptionen sowie Kernbotschaften aus dem Modellprojekt Gnarrenburger Moor



Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Christian Brümmer³, Heinrich Höper¹, Heike Kruse-Dörgeloh², Gerd Lange², Merten Minke¹, Jeremy Rüffer³, Uwe Schröder², Liv Sokolowsky³, Arne Tegge¹, Bärbel Tiemeyer³, Isabelle Vogel²

12.11.2020

Anschriften und E-Mail-Kontakte: ¹Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Stilleweg 2, 30655 Hannover, E-Mail: heinrich.hoeper@lbeg.niedersachsen.de; ²Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Bremervörde, Albrecht-Thaer-Str. 6a, 27432 Bremervörde, E-Mail: heike.kruse-doergeloh@lwk-niedersachsen.de; Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrarklimaschutz, Bundesallee 65A, 38116 Braunschweig, E-Mail: baerbel.tiemeyer@thuenen.de

Einleitung

Die vorliegenden vorläufigen Empfehlungen richten sich an politisch-strategisch tätige Akteure auf Bundes-, Landes- und Regionalebene, die mit dem Thema Boden- und Klimaschutz auf landwirtschaftlich bewirtschafteten Moorstandorten befasst sind. Angesichts ambitionierter Klimaschutzziele und eines häufig formulierten Handlungsdrucks im Bereich Moore und Klimaschutz ist es erforderlich, Maßnahmen zu ergreifen bzw. zu fördern, die ein Potenzial zur Zielerreichung aufweisen und auch aus anderen, nicht klimapolitischen Gründen, Vorteile aufweisen, auch wenn diese Maßnahmen noch nicht abschließend untersucht worden sind. Hierbei handelt es sich um sogenannte No-Regret-Maßnahmen, d.h. Handlungen, die auf jeden Fall sinnvoll bzw. ein Schritt in die richtige Richtung sind.

Das Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“ hat zum Ziel, Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und der Torfdegradation auf landwirtschaftlich genutztem Hochmoorgrünland unter Beibehaltung der Grünlandbewirtschaftung zu entwickeln und deren Umsetzung zu fördern. Nach 4 Projektjahren werden hier erste vorläufige Empfehlungen und Handlungsoptionen für die Umsetzung von Moorboden- und Klimaschutzzielen auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden, hier v.a. auf Hochmoor, formuliert. Den Hintergrund liefern Kernbotschaften, die sich konkret aus den bisherigen Beobachtungen und Untersuchungen aus dem Projekt ableiten lassen. Zur besseren Einordnung wird das Modellprojekt kurz vorgestellt. Die Empfehlungen basieren auf den Erfahrungen der konkret an der Umsetzung des Modellprojektes beteiligten Personen, die auch die Autorenschaft bilden.

Inhalt

1	Empfehlungen und Handlungsoptionen	3
2	Das Modellprojekt Gnarrenburger Moor	7
3	Kernbotschaften.....	9
4	Offene Fragen	16
5	Literatur und Danksagung	18

1 Empfehlungen und Handlungsoptionen

1. **Ein gebietsbezogenes Wassermanagement mit Rückhalt von winterlichem Überschusswasser zur Wasserbereitstellung und Gewährleistung hoher Grabenwasserstände im Sommer ist ein wichtiger erster Schritt auf dem Transformationspfad von der bisherigen, entwässerungsbasierten Landwirtschaft hin zu moor- und klimaschonenderen Bewirtschaftungsformen.**

Mehr als die Hälfte des Projektgebiets wird landwirtschaftlich genutzt. Die meisten ansässigen Betriebe bewirtschaften fast ausschließlich Moorböden und die Milchviehhaltung auf Dauergrünland steht dabei im Zentrum. **Maßnahmen zum Wasserrückhalt sind dort nur möglich, wenn sie von den Landnutzern und Eigentümern mitgetragen und mitgestaltet werden.** Erstens müssen Flächen zur Verfügung stehen, die als Rückhaltebecken genutzt oder auf denen Reservoirs errichtet werden können. Zweitens muss das Grabennetz aufbereitet werden, um eine Wasserrückführung zu ermöglichen. Und drittens kann das Wassermanagement nur dann dem Ziel einer moorschonenderen Bewirtschaftung dienen, wenn der Moorwasserstand durch Grabeneinstau oder andere flächenbezogene Maßnahmen deutlich angehoben wird, was dann aber eine Anpassung der Bewirtschaftung erforderlich machen wird, vor allem hinsichtlich Befahrbarkeit und Düngung. Das gestiegene Interesse der Landwirte an solchen Maßnahmen zur Wasserstandsanhhebung und die vertrauensvolle Zusammenarbeit in der Kooperation sind gute Voraussetzungen dafür, in einem Folgeprojekt ein Umsetzungskonzept für ein einzugsgebietsbezogenes Wassermanagement zu entwickeln. Die neue Herausforderung in der Kooperationsarbeit besteht darin, die Beteiligung der Landwirte an einem gemeinsamen Wassermanagement zu erwirken. Dies kann durch Einzelgespräche und Workshops mit den Landwirten aus dem Einzugsgebiet erfolgen, das die besten Voraussetzungen hinsichtlich der Teilnahmebereitschaft und Clusterbildung bei den Nutzungen verfügt. Zu berücksichtigen sind dabei die Erkenntnisse aus den Demonstrationsversuchen, die individuellen Standortbedingungen, die Möglichkeiten und Vorstellungen der Bewirtschafter und Eigentümer, und die hohen Anforderungen an eine angepasste Bewirtschaftung und an die Unterhaltung der höherwertigen Gewässerinfrastruktur. Den auch in der Kooperation vertretenen **Wasser- und Bodenverbänden könnte als Partner** zukünftig eine zentrale Rolle zukommen.

2. **Die am gebietsbezogenen Wassermanagement anknüpfenden flächenbezogenen Maßnahmen können sukzessive in Abhängigkeit von den Möglichkeiten vom Grabeneinstau (kleiner Transformationspfad) bis zu nassen Nutzungsformen (Paludikultur) weiterentwickelt werden**

Der Grabeneinstau stellt einen unkomplizierten, aber entscheidenden Schritt weg von der Moorentwässerung hin zum Wasserrückhalt dar. **Bei vorhandener mächtiger Weißtorfauflage können durch Grabeneinstau mittlere Moorwasserstände von 30 cm**

unter Geländeoberfläche erreicht werden, wobei sie im Winterhalbjahr bis an die Mooroberfläche steigen und im Sommerhalbjahr bis über 50 cm darunterfallen können (Ergebnisse SWAMPS, Ipweger Moor). Die Treibhausgasmessungen dieser Variante im SWAMPS Projekt zeigen bisher keinen Rückgang der Emissionen. Darüber hinaus ist die Befahrbarkeit im Frühling und Herbst eingeschränkt. Als positive Effekte des Grabeneinstaus wurden im SWAMPS Projekt eine Abnahme der Höhenverluste, eine Verbesserung der gesättigten Wasserleitfähigkeit und eine Ertragssicherung in trockenen Sommern festgestellt. Die positive Wirkung auf Torfstruktur und Wasserrückhalt unterstreicht die Bedeutung des Grabeneinstaus als wichtigen Schritt zu einer moorschutzorientierten Bewirtschaftung. Die Unterflurbewässerung erlaubt eine im Vergleich zum Grabeneinstau bessere Regulation des Moorwasserstandes. Da sie aber hinsichtlich Installation und Wartung sehr aufwändig und mit großen Eingriffen in den Boden verbunden ist und bisher keine Minderung der Treibhausgasemissionen durch diese Maßnahme im Hochmoor festgestellt wurde, kann die **großflächige Umsetzung der Unterflurbewässerung noch nicht empfohlen** werden. Zur Verbesserung der Erkenntnisse zur Wirkung der Unterflurbewässerung sollten im Gnarrenburger Moor im Rahmen des Folgeprojekts die Treibhausgasmessungen auf der schachtbasierten Unterflurbewässerung fortgeführt werden. Darüber hinaus sollte die Hypothese aus dem SWAMPS-Projekt geprüft werden, dass die unverändert hohen Emissionen aus der Unterflurbewässerung durch die intensive Nutzung und entsprechend hohe Düngung verursacht werden. Dazu könnte im Rahmen des Folgeprojektes oder in einem anderen Rahmen auf den etablierten, grabenbasierten Unterflurbewässerungen im Gnarrenburger Moor die Wirkung einer Reduktion der Nutzungsintensität auf Treibhausgasemissionen und Erträge untersucht werden.

Ein gebietsbezogenes Wassermanagement mit Grabeneinstau schafft auch die **Grundlage für im Hinblick auf Moor- und Klimaschutz effektivere Nutzungsformen, wie Paludikultur**, da sich die Landwirte aufgrund der damit entwickelten Wasserbereitstellung für solche Maßnahmen entscheiden könnten, sobald sie für sie betriebswirtschaftlich sinnvoll werden. Der Wasserrückhalt eröffnet auch **Synergien mit dem Natur- und Wasserschutz**, etwa, wenn nasse Senken aus der Produktion genommen werden, und wenn nährstoffreiches Wasser im Gebiet verbleibt.

3. Eine moor- und klimaschutzorientierte Bewirtschaftung von Moorstandorten erfordert hohe Wasserstände, was zu einer verminderten Befahrbarkeit führt. Die Entwicklung geeigneter Maschinenteknik ist von großer Bedeutung, damit die Standorte weiterhin bewirtschaftet werden können

Der Einstieg in das Wassermanagement mit höheren Wasserständen kann sich vor allem im Frühjahr und Herbst, aber auch in sommerlichen Nässeperioden einschränkend auf die Befahrbarkeit mit herkömmlicher Technik auswirken. Darüber hinaus sind sehr wahrscheinlich noch höhere Wasserstände erforderlich, um eine weitere signifikante

Minderung der Treibhausgasemissionen und eine bessere Konservierung der Torfe zu erreichen. Soll eine Grünlandwirtschaft mit der Verwertung des Aufwuchses über den Rindermagen (Milchwirtschaft, Rindermast) aufrechterhalten werden, erfordert dies eine Weiterentwicklung der Agrartechnik. Der Flächendruck durch die Maschinen muss deutlich reduziert werden, was eine leichtere Technik und/oder die Erhöhung der Kontaktfläche (Ballonreifen, Raupenfahrzeuge) erfordert. Einem Mehraufwand an Arbeitszeit könnte ggf. durch den Einsatz kleiner autonomer Maschinen begegnet werden. Da eine entsprechende Weiterentwicklung der Agrartechnik nicht vom einzelnen Landwirt geleistet werden kann, wäre der Ausbau eines Versuchswesens zur nassen Moorbewirtschaftung oder die Etablierung von Musterbetrieben sinnvoll. Hier könnten auch weitere Anpassungsmöglichkeiten, z.B. Sortenwahl, Anbautechnik, Düngung getestet und in ihrer Auswirkung auf die Treibhausgasemissionen unter kontrollierten Bedingungen untersucht werden. Nicht zuletzt könnten der Übergang von einer nassen Grünlandwirtschaft auf Moor in Richtung Paludikultur unter praxisnahen Bedingungen untersucht und die Erkenntnisse in eine landesweite Beratung der Landwirte auf Moorstandorten aufgenommen werden.

4. **Für die Landwirtschaftsbetriebe bedeutet eine Beteiligung an flächenbezogenen Maßnahmen zum Moor- und Klimaschutz erhebliche finanzielle Aufwendungen und Risiken, die sich aus den Kosten für Installation und Wartung, aber auch möglichen Ertragsseinbußen ergeben.**

Wichtig ist daher:

- eine **umfassende Beratung** während der Planung-Genehmigung-Installation, und anschließend eine **laufende Beratung** zur angepassten Bewirtschaftung anzubieten,
- die **Maßnahmen langfristig zu fördern**, lange Laufzeit zu gewährleisten und lange den Einstieg zu ermöglichen, da nicht jeder Betrieb jetzt schon Möglichkeiten zum Einstieg hat, über die Jahre aber viele dazukommen werden,
- eine **attraktive Förderhöhe** langfristig zu gewähren,
- das **Wassermanagement regulierbar** zu gestalten, sodass je nach Dürre / Starkregen Wasser zu- / abgeführt werden kann um geeignete Bewirtschaftungsbedingungen zu schaffen. Die Kümmerer bei den Wasser- und Bodenverbänden koordinieren das Wassermanagement und den Hochwasserschutz, die Landwirte aber müssen die Möglichkeit haben, ihre eigenen Wehre zu steuern, um kurzfristig auf Trockenheit / Starkregen zu reagieren.

Die für eine klimaschonendere Moorbewirtschaftung entscheidende Umstellung des Wassermanagements und die betrieblichen Anpassungen können nicht durch einzelne Landwirte allein umgesetzt werden. Zur Organisation und Begleitung der Transformation

bedarf es niedersachsenweit gebietspezifisch **umfassender** Umsetzungsverfahren mit Gebietsmanager und Kooperation einschließlich Beratung.

5. Im Arbeitskreis der Kooperationslandwirte und in der Kooperation werden folgende Fördermöglichkeiten und Finanzierungsinstrumente zur Umsetzung vorwiegend gebietsbezogener Maßnahmen diskutiert:

- **Flurbereinigungsverfahren** - bieten sich als Instrument zur agrarstrukturellen Verbesserung der Produktionsstandorte durch reguliertes Wassermanagement über die Förderung gemeinsam genutzter Wasserbaueinrichtungen an. Klima- und Naturschutz sollten dabei immer mitgedacht werden. Darüber hinaus empfiehlt es sich zu prüfen, ob Wassermanagement unter dem Aspekt der Klimafolgenanpassung als weitere Maßnahme zur agrarstrukturellen Verbesserung und damit der Sicherung von Produktionsstandorten Berücksichtigung finden sollte.
- **Produktionsintegrierte Kompensation (PIK)** - kann ggf. über hinreichendes Aufwertungspotenzial (Ökopunkte) zur (Teil-) Finanzierung wasserregulierender Maßnahmen beitragen und dadurch Moorflächen unter Minderung der Treibhausgasemissionen in der landwirtschaftlichen Produktion halten sowie für die Sicherung von Offenlandstrukturen sorgen.
- **Agrar-(umwelt- und) -klimaschutzmaßnahmen A(U)KM** – sind in der Regel einzelflächenbezogene Maßnahmen, die von Flächenbesitzern für eine begrenzte Zeit beantragt und umgesetzt werden. Die Umsetzung wasserregulierender Maßnahmen ist auf Einzelflächen häufig nicht möglich. Hier sind daher häufig vorab gebietsbezogene Maßnahmen, z.B. Elemente des Wassermanagements, über Eigentümergemeinschaft oder Wasser- und Bodenverband umzusetzen, bevor einzelflächenbezogene Maßnahmen aktiviert werden können. Über A(U)KM könnte eine (extensive) Robustrinderhaltung über das Findorffsiedlungskonzept unterstützt werden. Im Findorffsiedlungskonzept befinden sich die Weiden für Mutterkuhhaltung von Robustrindern (Marktkomponente: Premiumfleisch) in Hofstellennähe: zwei langgestreckte, durch einen Wirtschaftsweg getrennte Flurstücke hinter den Hofstellen werden durch sie einschließende Gräben in Richtung Hofstelle und Vorfluter entwässert. Über Wehre können in diesen Gräben unterschiedliche Einstauhöhen eingestellt werden, die in Hofstellennähe vergleichsweise gering sind, um die nötige Trittfestigkeit zu gewährleisten. Mit zunehmender Entfernung von der Hofstelle nimmt die Einstauhöhe gekoppelt an entsprechende Ausgleichszahlungen für verringerte Futtermengen und -qualitäten (Förderkomponente) zu. Der Grasaufwuchs dient der Zu- und Winterfütterung der Robustrinder und wird mit angepasster, leichterer Technik geerntet.

Die Entwicklung geeigneter Förder- und Finanzierungsansätze muss auch außerhalb der Kooperation fortgesetzt werden, um die Umsetzbarkeit praxistauglicher klima- und torfschonenden Maßnahmen zu gewährleisten.

2 Das Modellprojekt Gnarrenburger Moor

1. Das Projektgebiet

Das Gnarrenburger Moor liegt im Landkreis Rotenburg (Wümme), Niedersachsen, östlich der Ortschaft Gnarrenburg. Das Projektgebiet „Gnarrenburger Moor“ umfasst, zusammen mit dem assoziierten Rummeldeis Moor, eine Fläche von gut 7.100 ha, wovon gut 4.100 ha unter landwirtschaftlicher Nutzung, überwiegend Grünland, stehen. Landwirtschaftliche Produktionszweige sind die Milchwirtschaft, die Weidemast und, in geringem flächenmäßigen Umfang aber mit erheblicher Wertschöpfung, auch der Kartoffelanbau („Moorkartoffel“). Das Moor ist gekennzeichnet durch einen mächtigen Hochmoorkörper mit mittleren Torfmächtigkeiten zwischen 2 und 4 m, mit einer Weißtorfauflage von 0,5 bis 1,0 m über Schwarztorf. Die Flächen sind überwiegend durch Gräben entwässert und weisen im Sommer Wasserstände von 0,7 bis 1,1 m unter Flur auf.

2. Ziele des Modellprojektes

Das Ziel des Modellprojektes Gnarrenburger Moor ist es, in Kooperation mit den Landwirten Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und Torfverluste bei der landwirtschaftlichen Moornutzung zu entwickeln, die Akzeptanz dafür zu fördern, Wege zur Erhaltung und Verbesserung der Existenz- und Entwicklungsmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Betriebe, sowie Anpassungsmöglichkeiten an eine klimaschonende Moorbewirtschaftung aufzuzeigen und Beratungsgrundlagen dafür zu schaffen.

3. Instrumente des Modellprojektes

Das Modellprojekt arbeitet mit Instrumenten, die auch im Hinblick auf eine flächendeckende Einführung und Umsetzung von Maßnahmen auf freiwilliger Basis sinnvoll sind. Im Wesentlichen sind dies:

Die Kooperation

Im Modellprojekt wurde eine **Kooperation**, bestehend aus Vertretern der freiwillig beteiligten Landwirte, der Landwirtschaftskammer (LWK), des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) sowie beratenden Akteuren aus Gemeinde, Behörden und Verbänden gegründet. Die Kooperation dient der Kommunikation sowie der Beratung und Beschlussfassung über torf- und klimaschonende Maßnahmen im Modellgebiet. In der Kooperation stehen die kooperierenden Landwirte im Mittelpunkt und haben die Möglichkeit, torf- und klimaschutzorientierte Maßnahmen mit Fachbehörden unter

Einbindung von Verwaltung und berufsständischen Vertretungen als Grundlage zukünftiger Förderinstrumente und landesweiter Beratung mitzugestalten. Über den Arbeitskreis der Kooperationslandwirte als assoziiertes Gremium der Kooperation haben sich mittlerweile 59 Bewirtschafter, Hofnachfolger und Eigentümer der Modellregion in die Kooperationsarbeit eingebracht. Sie bewirtschaften rd. 30 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Demonstrationsversuche

In den **Demonstrationsversuchen** werden Maßnahmen zusammen mit Landwirten auf Grünlandflächen unter Praxisbedingungen getestet, weiterentwickelt und einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt. **Im Modellprojekt werden derzeit in 12 Demonstrationsversuchen Maßnahmen zum Wasser- und Grünlandmanagement auf Hochmoor untersucht. Im Hinblick auf den Klimaschutz steht das Wassermanagement im Zentrum, da der Wasserstand der wichtigste Steuerfaktor für die THG-Emissionen ist (siehe Tiemeyer et al., 2020). Aber auch die Versuche zum Grünlandmanagement, etwa zu widerstandsfähigen Gräsermischungen und zur Reduktion der Düngemengen können bei der Maßnahmenentwicklung helfen, da einerseits die THG-Emissionen nach Wasserstandsanhhebung vermutlich auch vom Nährstoffgehalt und dem Zustand der Grasnarbe beeinflusst werden und andererseits eine widerstandsfähige Grasnarbe die Bewirtschaftung trotz hoher Wasserstände sicherstellt. Nicht zuletzt besteht Bedarf an agrartechnischen Weiterentwicklungen, von denen im Modellprojekt die Gülleverschlauchung zur gewichtsreduzierten Ausbringung von Wirtschaftsdüngern vorgestellt wurde.**

Die moorspezifische Beratung

Die Erkenntnisse aus dem Modellprojekt dienen der Weiterentwicklung von Grundlagen einer moorspezifischen **Beratung** der Landwirte für eine torf- und klimaschutzorientierte Bewirtschaftung. Die Ergebnisse aus den von der Kooperation beschlossenen und begleiteten Demonstrationsversuchen fließen in die Beratung durch das Modellprojekt ein, sodass den Landwirten für die Entwicklung zukunftsfähiger Wirtschaftsmethoden ganz konkrete Erfahrungen aus der eigenen Nachbarschaft zugutekommen. **Sie dienen außerdem der Weiterentwicklung von landesweiten Beratungsgrundlagen und der Entwicklung zukünftiger Fördermöglichkeiten für torf- und klimaschutzorientierte Landwirtschaft auf Moorstandorten.**

3 Kernbotschaften

Aus der Perspektive des Modellprojektes lassen sich erste vorläufige Schlussfolgerungen ziehen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um einen Hochmoorstandort handelt und dass der Untersuchungszeitraum durch Jahre mit einer besonderen Sommertrockenheit gekennzeichnet war.

1. **Die Anhebung der Jahreswasserstände im Hochmoorgrünland auf 30 cm unter Geländeoberfläche ist möglich, technisch anspruchsvoll und auf Wasserzufuhr angewiesen.**

Das Ziel der getesteten wasserregulierenden Maßnahmen Grabenanstau und Unterflurbewässerung (UFB) ist die Anhebung der Moorwasserstände auf ein Jahresmittel von weniger als 30 cm unter Geländeoberfläche. Das ist ein Kompromiss zwischen den für eine Verringerung der Treibhausgas(THG)-Emissionen erforderlichen, möglichst hohen Wasserständen und den Anforderungen einer Mindestbefahrbarkeit mit herkömmlichen Maschinen für die Grünlandnutzung. Mit der aufwändigen UFB konnte dieses Ziel erreicht werden; in den beiden Demonstrationsversuchen zur grabenbasierten UFB war der Moorwasserstand 2019 im Jahresmittel 20 und 23 cm unter Geländeoberfläche. Der einfache Grabenanstau dagegen erwies sich im Hochmoor, vor allem in den sommertrockenen Jahren 2018 und 2019, als nicht zur dauerhaften Anhebung der Moorwasserstände geeignet. Der Wasserstand im angestauten Graben sank mit Einsetzen des klimatischen Wasserdefizits im Frühling tief ab und fiel teilweise unter die Grabensohle. Aufgrund geringer Niederschlägen konnte in den Sommermonaten kein Wasser zurückgehalten und somit auch keine Vernässung des Torfkörpers erreicht werden. Die wichtigsten Ergebnisse zu Möglichkeiten der Wasserstandsanhhebung sind:

- **Der Grabenanstau ist nicht geeignet, die Wasserstände im Hochmoor anzuheben, weil die Gräben im Sommerhalbjahr trockenfallen.**
- **Mit der Unterflurbewässerung (UFB) ist es gelungen, die Moorwasserstände auf ≤ 30 cm unter Geländeoberfläche zu halten.**
- **Zur Herstellung der Befahrbarkeit in kritischen Phasen erlaubt die UFB ein Absenken des Moorwasserstandes innerhalb weniger Tage. Dies könnte allerdings zu höheren Treibhausgasemissionen führen.**
- **Der Moorwasserspiegel in der UFB ist im Sommerhalbjahr zwischen den Drainagen tiefer als an den Drainagen, wobei der Gradient von der Wasserleitfähigkeit der Torfe und der klimatischen Wasserbilanz abhängt. Das muss durch entsprechend hohe Wasserstände in Gräben oder Schacht ausgeglichen werden.**

- Die UFB bedeutet einen hohen Aufwand für die Installation und Wartung. Die Wartung umfasst Pumpensteuerung, Wehr- oder Überlaufeinstellungen und Offenhalten der Drainagen.
- Bezüglich der Installation wasserregulierender Maßnahmen sind gebietsbezogene (Wasserbereitstellung, Wasserrückhaltebecken, Stauvorrichtungen) und einzelflächenbezogene Maßnahmen (Dränrohre, Schächte, Pumpen) zu unterscheiden.
- Der Wasserbedarf der UFB liegt etwas über dem sommerlichen klimatischen Wasserdefizit.

Überblick wasserregulierende Maßnahmen

Grabenanstau

Beim Grabenanstau wird Überschusswasser mit Wehren in den Gräben zurückgehalten. Im Hochmoor füllen sich die Gräben nur bei einer positiven klimatischen Wasserbilanz, vor allem im niederschlagsreichen Winterhalbjahr. Der Grabenanstau wurde auf zwei Standorten getestet; einem mit mächtiger (> 1 m) und einem mit geringerer (~0,55 m) Weißtorfauflage über Schwarztorf, wobei am ersten aufgrund der guten Wasserleitfähigkeit von Weißtorf ein größerer Effekt erwartet wurde, als am zweiten. Jedoch zeigte sich auf beiden Standorten, dass der Grabenwasserstand mit Einsetzen des klimatischen Wasserdefizits im Frühling sinkt und nicht zur Anhebung der Moorwasserstände im Sommerhalbjahr führt, unabhängig von der Weißtorfauflage.

Grabeneinstau

Beim Grabeneinstau mit Wehren wird durch Wasserzufuhr der Grabenwasserstand auch im Sommer hochgehalten. Die Wasserzufuhr kann durch Pumpen oder durch Zufluss aus höher gelegenen Einzugsgebieten, wie es im Niedermoor häufig der Fall ist, erfolgen. Bei hohen Wasserständen wirkt der Graben nicht entwässernd, sondern bewässernd, denn er ermöglicht eine Nachlieferung des aus dem Torfkörper verdunstenden Wassers. Die Fließgeschwindigkeit im Boden und damit auch der Moorwasserstand hängen von der Wasserleitfähigkeit der Torfe ab. Der Grabeneinstau wurde im Modellprojekt nicht untersucht.

Unterflurbewässerung (UFB)

Die UFB bietet gegenüber dem Grabenanstau zwei wesentliche Verbesserungen; der Wasserstand im Graben (oder Schacht) wird durch Wasserzufuhr auch im Sommer hochgehalten (wie beim Grabeneinstau) und der Wasserfluss zwischen Graben (oder Schacht) und Torfkörper wird durch die im Abstand von 4-5 m verlegten Drainagerohre verbessert. Die Drainagerohre dienen primär zur Bewässerung und nur ausnahmsweise (z.B. Befahrbarkeit in regenreicher Periode) zur Entwässerung. Aufwand und Kosten für Installation und Wartung sind höher, als beim Grabenanstau und eine beständige Wasserzufuhr muss gewährleistet sein.

Im Modellprojekt wurde auf zwei Standorten (~0,4 m und ~1,3 m Weißtorf über Schwarztorf) die grabenbasierte UFB und auf einem weiteren Standort (~1 m Weißtorf über Schwarztorf) die schachtbasierte UFB angelegt. Auf allen drei Standorten konnten die Moorwasserstände gut reguliert und hoch eingestellt werden. Gemittelt über die Fläche lag in den beiden

grabenbasierten UFBs der Moorwasserstand 2019 im Jahresmittel 20 und 23 cm und im hydrologischen Sommerhalbjahr 34 und 32 cm unter Geländeoberfläche (GOF). Der Moorwasserspiegel ist nicht eben, sondern war z.B. im Sommer 2019 an den Drainagerohren um bis zu 30 cm (2018 sogar bis zu 40 cm) höher, als zwischen den Rohren. Die Höhe dieses sich über die Strecke von 2 m aufbauenden Gradienten hängt von der Wasserleitfähigkeit der Torfe und der klimatischen Wasserbilanz ab und muss durch entsprechend hohe Grabenwasserstände ausgeglichen werden. Die Grabenwasserstände sind allerdings durch die Topographie und Geländeunebenheiten nach oben begrenzt, sodass die grabenbasierte UFB in Extremjahren wie 2018 an ihre Grenzen kommt. In der im April 2019 in Betrieb genommenen, schachtbasierten UFB wurden ab August, nach Auffüllen des Torfkörpers, Moorwasserstände von ~30 cm unter GOF erreicht, wobei auch hier im Sommer ein hydraulischer Gradient auftrat. Der Wasserverbrauch für die UFB liegt leicht über dem klimatischen Wasserdefizit. So betrug die Fördermenge von April bis August 2019 für die grabenbasierte UFB mit geringmächtiger Weißtorfauflage 242 mm und das klimatische Wasserdefizit 222 mm. Von April bis August 2020 wurden für die schachtbasierte UFB mit 1 m Weißtorfauflage 223 mm Wasser gefördert und betrug das klimatische Wasserdefizit 195 mm.

2. Maßnahmen zum Anheben der Wasserstände in größeren Hochmoorgebieten erfordern ein aktives Wassermanagement mit Wasserrückhalt in der Landschaft

Der Wasserbedarf der Versuche mit Unterflurbewässerung lag in den trockenen Sommermonaten April bis August 2019 und 2020 mit 242 und 223 mm jeweils leicht über dem klimatischen Wasserdefizit dieser Monate von 222 und 195 mm (siehe Kasten). Im langjährigen Mittel beträgt das Wasserdefizit der klimatischen Wasserbilanz¹ von April bis August 57 mm (Wetterstation Bremervörde, Jahre 1998-2017), sodass im Mittel mit einem geringeren Wasserbedarf gerechnet werden kann, wenngleich Extremjahre immer wieder vorkommen können und auch mit langfristigen Klimaveränderungen gerechnet werden muss. Im kleinräumigen Demonstrationsversuch wurde der Wasserbedarf mit Grundwasser gedeckt. Auf großen Flächen könnte das zu einer Übernutzung des Grundwassers führen. Der Wasserbedarf für eine großflächige Anhebung der Moorwasserstände im Hochmoor sollte stattdessen vor allem durch Rückhalt von winterlichem Überschusswasser gedeckt werden. Der jährliche klimatische Wasserüberschuss beträgt für das Gebiet im Mittel 233 mm (Wetterstation Bremervörde, Jahre 1998-2017), ist also groß genug. **Die Herausforderung besteht darin, den winterlichen Wasserüberschuss aufzufangen, zwischenzuspeichern und im Sommer nach Bedarf im Gebiet zu verteilen.**

¹ Niederschlag abzüglich potenzielle Verdunstung

3. Die Höhenverluste konnten durch die Wasserstandsanhebungen der Unterflurbewässerungen reduziert werden, aber es ist unklar, wie dauerhaft dieser Effekt ist

In den vier Jahren seit Beginn des Modellprojekts sackte die Geländeoberfläche auf Versuchsflächen mit tiefen Moorwasserständen insgesamt um 8 bis 16 cm. Der größte Teil der Höhenabnahme erfolgte im besonders trockenen Sommerhalbjahr 2018. Auf den grabenbasierten Unterflurbewässerungen war der Höhenverlust im gleichen Zeitraum geringer. Die Oberfläche der UFB mit geringerem Weißtorf sank im Mittel um 6 cm, die der UFB mit mächtigem Weißtorf dagegen hob sich sogar um 3 cm. Die Reduktion der Moorsackung ist vor allem ein physikalischer Prozess. Die wassergefüllten Poren stabilisieren die Torfmatrix und lassen sie teilweise rückquellen. Auch „schwimmt“ der Torfkörper bei höheren Wasserständen etwas auf, da ein geringeres Gewicht der oberhalb des Wasserspiegels liegenden Torfschichten auf die unter Wasser liegenden Schichten drückt. Auf eine Lockerung der Torfe deutet die leicht verminderte Tragfähigkeit an beiden UFB-Standorten hin. Höhenverluste in Mooren werden durch drei Prozesse verursacht: Sackung, Schrumpfung und Torfschwund. Die beiden physikalisch bedingten Prozesse Sackung und Schrumpfung konnten durch hohe Moorwasserstände verringert und teilweise sogar umgekehrt werden. Aber nur wenn auch der dritte (biochemische) Prozess, der oxidative Verlust der Torfsubstanz abnimmt, können die Höhenverluste langfristig deutlich reduziert werden. Ob das erreicht werden kann, ist noch unklar.

4. Im Jahr 2019 wurde eine schachtbasierte Unterflurbewässerung eingerichtet, die eine grabenunabhängige Wasserregulierung auf der Fläche erlaubt.

Die Möglichkeiten einer grabenbasierten Unterflurbewässerung zur Anhebung der Moorwasserstände sind begrenzt, da die Grabenwasserstände ohne Verwallung der Gräben nicht über Gelände, bestenfalls auf 0,1-0,2 m unter Gelände angehoben werden können. Die Moorwasserstände können dann in trockenen Sommermonaten nicht höher als 0,3 bis 0,5 m unter Gelände eingestellt werden. Mit dem schachtbasierten Verfahren wird Zusatzwasser über einen Schacht in das Dränsystem eingespeist. Im Schacht können Wasserstände oberhalb der Geländeoberfläche eingestellt und so der hydraulische Druck auf die Dräne erhöht werden.

Um dieses Verfahren zu testen, wurde 2019 eine 3,88 ha große Untersuchungsfläche eingerichtet. Sie besteht drei Teilflächen, die unterschiedlich hoch gelegen sind und wird über eine Solarpumpe mit Grundwasser versorgt. Das Wasser wird über zwei Schächte in die drei Dränfelder geleitet und kann in jeder Teilfläche unterschiedlich hoch angestaut werden. Wie auf den anderen Versuchen zur Unterflurbewässerung erfolgt hier ein hydrologisches und landwirtschaftliches Monitoring. Darüber hinaus ist dieser Versuch der erste im Modellprojekt Gnarrenburger Moor, in dem die Treibhausgasemissionen gemessen und die Wasserqualität untersucht wird. Die Messung der CO₂-Emissionen

erfolgt mit dem Eddy-Kovarianz-Verfahren. Dieses erlaubt es, im Gegensatz zum kleinflächigen Haubenverfahren, die mittleren Emissionen über eine Fläche von mehreren Hektar zu erfassen. Methan- und Lachgas-Emissionen werden mit dem Haubenverfahren bestimmt. Die Messungen finden im Vergleich zu einem regional typischen, tief entwässerten Hochmoorstandort unter Grünland statt.

5. Gleichzeitiger Grünlandumbruch und Wasserstandsanhhebung führten im ersten Jahr unter ungünstigen Bedingungen zu hohen Lachgas- und CO₂-Emissionen und Nährstofffreisetzungen

Die Messungen der Treibhausgasemissionen und der Wasserqualität am Standort zur schachtbasierten Unterflurbewässerung begannen im März 2019 und spiegeln die intensiven Eingriffe bei der Versuchseinrichtung, insbesondere die Folgen des Grünlandumbruchs, wider. Daher lassen sich noch keine Schlüsse über die Eignung einer schachtbasierten UFB zur Minderung von Treibhausgasemissionen aus Moorgrünland ziehen. Für eine fundierte Einschätzung der schachtbasierten UFB sind mehrere Messjahre bei intakter Grasnarbe nötig.

Im Dezember 2018 wurden die Drainagen verlegt. Im April wurde die Fläche eingeebnet und anschließend komplett neu angesät, wobei sich das Grünland aufgrund der Trockenheit erst nach der dritten Ansaat Mitte August zu etablieren begann. Ebenfalls ab April füllte die UFB den Torfkörper mit Wasser, die Zielwasserstände wurden Ende August erreicht.

Die Torfmineralisation nach Bodenlockerung durch die Planierungsarbeiten und die infolge des schütterten Pflanzenaufwuchses geringe CO₂-Aufnahme durch Fotosynthese führten dazu, dass die Netto-CO₂ Emissionen der UFB in der ersten Jahreshälfte deutlich höher waren, als in der Referenz. Aufgrund zunehmender Vegetationsdichte und hoher Moorwasserstände sank die CO₂ Emission der UFB ab September auf etwa Null, während die Referenz weiterhin eine CO₂ Quelle blieb. Insgesamt war die CO₂ Freisetzung der UFB im Einrichtungsjahr 2019 höher, als die der Referenz, einem herkömmlich bewirtschafteten, entwässerten Hochmoorgrünland. Es ist zu prüfen, ob bei weiterhin hohen Moorwasserständen und zunehmender Etablierung der Gräser die CO₂-Emissionen der UFB in den Folgejahren unter die der Referenz sinken.

Die Bilanz der Treibhausgasemissionen wurde in diesem ersten, durch Umstellungseffekte dominierten Jahr 2019 von extrem hohen Lachgasemissionen (N₂O) dominiert. Als Ursache dafür wird ein Zusammenspiel begünstigender Faktoren vermutet: N-Mineralisation aus untergefräster Grasbiomasse, N-Zufuhr mit der Düngung, Mangel an lebender, produktiver Vegetation, die das freie Nitrat aufnehmen könnte, Rückhaltung des nitratreichen Wassers in Drainagen und Boden sowie ansteigende Moorwasserstände und dadurch insgesamt gute Bedingungen für Denitrifikation. Diese Vermutungen werden durch die im Bodenwasser gemessenen sehr hohen Nitratkonzentrationen gestützt. Auch der hohe Phosphatgehalt im Bodenwasser könnte

sich fördernd auf die mikrobiologische Umsetzung ausgewirkt haben. Dazu kommt, dass die Denitrifikation in den sauren Hochmooren zu einem höheren N₂O-Anteil an den freigesetzten N-haltigen Gasen (v.a. N₂O und N₂) führt als an weniger sauren Standorten.

Aus den Beobachtungen lässt sich ableiten, dass eine gleichzeitige Durchführung von Grünlanderneuerung und Wasserstandsanhhebung auf Moorstandorten, hier im speziellen auf Hochmoor, vermieden werden sollte. Maßnahmen zur Anhebung der Moorwasserstände sollten erst dann erfolgen, wenn sich das neue Grünland erfolgreich etabliert hat. Auch könnte es angesichts der Trockenheit der vergangenen Sommerhalbjahre, v.a. 2018 und 2019, insgesamt günstiger sein, eine Neuansaat im Herbst vorzunehmen, damit die Pflanzen im folgenden Sommerhalbjahr bereits eine tiefere Durchwurzelung aufgebaut haben und das durch die UFB bereitgestellte Wasser direkt nutzen können.

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen und der Wasserqualität in den Folgejahren wird derzeit untersucht.

6. Die Bewirtschaftung von Hochmoorgrünland mit Unterflurbewässerung und Wasserständen um 30 cm unter Geländeoberfläche ist möglich, die Erträge und Grünlandnarbe sind gut, die Befahrbarkeit ist etwas eingeschränkt

Die ursprüngliche Vermutung, dass eine Anhebung der Moorwasserstände zu einer deutlichen Einschränkung der Bewirtschaftung und zu Ertragseinbußen und Vegetationsschäden führen würde, hat sich bisher nicht bestätigt. Auf den beiden Demonstrationsversuchen mit grabenbasierter Unterflurbewässerung kam es in den trockenen Jahren 2018 und 2019 sogar zu einer Ertragssicherung und damit höheren Erträgen als in den entwässerten Referenzflächen (Jahreserträge der UFBs mit mächtiger/geringmächtiger Weißtorfauflage um 10%/29% (2018) bzw. 52%/54% (2019) höher als in den Referenzflächen). Hinzu kam ein starker Mäusebefall auf einem Versuchsstandort, welcher die Referenzfläche stark schädigte, in der UFB jedoch kaum vorkam. Allerdings ist die Befahrbarkeit in Phasen mit Niederschlägen und geringer Verdunstung beeinträchtigt, v.a. im Frühjahr und Herbst, aber auch in niederschlagsreichen Sommerperioden. Das sollte bei der Auswahl der Maschinentchnik berücksichtigt werden. Während auf einem der Versuchsstandorte mit leichter, angepasster Maschinentchnik 2018 und 2019 jeweils vier Ernten eingefahren wurden und die Fläche auch bei sehr hohen Moorwasserständen ohne Bodenschäden befahren werden konnte, kam es am anderen Standort teilweise zu Fahrspuren durch zu hohe Maschinengewichte. Im Sommer 2020, der ebenfalls überdurchschnittlich trocken war, war hier die Befahrbarkeit einer kleinen Senke so stark vermindert, dass das Gras nicht geerntet werden konnte. Da für eine klimaschutzorientierte Moornutzung die Wasserstände im Mittel mindestens 30 cm unter der Geländeoberfläche eingestellt werden sollten, ist es wahrscheinlich, dass auch bei Nutzung leichterer Technik solche Geländesenken zu nass für die Bewirtschaftung werden und aus der Nutzung fallen.

7. Die Akzeptanz der Landwirte für klima- und torfschonende Maßnahmen ist gewachsen.

Seit Beginn des Modellprojektes hat das Bewusstsein zur Problematik Klimaschutz unter den Landwirten zugenommen. Dazu beigetragen hat das Angebot an die Landwirte der Modellregion, sich in der Kooperation freiwillig an der Gestaltung klima- und torfschonender Maßnahmen zu beteiligen und dabei einerseits zum Klimaschutz, andererseits aber auch zur Sicherung ihrer Produktionsstandorte beizutragen. Gleichzeitig diskutiert die Kooperation die transparente Festlegung von Ausgleichszahlungen für freiwillige Vereinbarungen im Rahmen von zukünftigen Fördermaßnahmen. Sowohl die Beratung und Öffentlichkeitsarbeit des Modellprojektes, als auch die öffentliche Diskussion und zwei extrem trockene Sommer haben dazu geführt, dass die Landwirte den Klimawandel als Problem anerkennen, an dessen Vermeidung sie, auch im eigenen Interesse, mitwirken sollten. Deutliche Geländehöhenverluste und Ertragseinbußen führten zu einem Hinterfragen der rein auf Entwässerung ausgerichteten Wasserregulierung im Moor. So spielt für die Landwirte neben dem Klimaschutz nun auch die Sicherung des Pflanzenwachstums durch höhere Wasserstände bei Trockenheit und der Erhalt guter Bodeneigenschaften eine Rolle. Die Landwirte sind daran interessiert, den Wert der Flächen zu erhalten und Verbote abzuwenden. Ihnen ist die Freiwilligkeit der Maßnahmen wichtig. Sie erhoffen sich vom Modellprojekt Unterstützung in der Entwicklung und Umsetzung innovativer Bewirtschaftungsformen und im Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit.

8. Einer Umsetzung von klima- und torfschonende Maßnahmen durch die Landwirte stehen planerische, rechtliche und finanzielle Hürden entgegen

Die Beratungsgespräche zeigten, dass mehrere Landwirte bereits eigene Ideen zur Anhebung der Wasserstände haben und auch zu einer schnellen Umsetzung bereit wären. Die jahrelange Erfahrung der Landwirte zum Abflussverhalten der Gräben und der Befahrbarkeit der Flächen ließe sich gemeinsam mit einem Planer zu einer Wassermanagementmaßnahme kombinieren. Allerdings bestehen zurzeit noch mehrere Hürden. Da ein Wassermanagement oft nicht auf Einzelflächen umzusetzen ist, müssen Gebiete mit mehreren Schlägen und Bewirtschaftern als Einheit geplant werden. Hierfür müssen in Zukunft geeignete Gebiete identifiziert und Gebietskonzepte erstellt werden. Auch sind für eine Änderung des Wassermanagements wasserrechtliche Verfahren, mindestens jedoch Genehmigungen der UWB nötig. Planung und Beantragung eines solchen Wassermanagements muss für die Landwirte von einem Kümmerer übernommen werden. Zusätzlich zu den dabei anfallenden Kosten sind Investitionen für die Einrichtung der einzelnen Flächen, sowie für die Anpassung der Bewirtschaftung und Umstellung auf leichtere Technik nötig. Je nach Standort und Wassermanagement ist mit Ertragseinbußen zu rechnen, etwa wenn die Flächen im Frühling oder Herbst zu nass für

die Bewirtschaftung sind oder manche Senke ganz aus der Nutzung fällt. Das erste betrifft vor allem den hier nicht untersuchten Grabeneinstau, bei dem die Gräben ganzjährig hoch gefüllt werden, aber keine Dränagen verbaut sind, sodass das Wasser in regenreichen Perioden nur langsam aus der Fläche abfließen kann. Das zweite aber gilt auch für die Unterflurbewässerung, bei der eine verringerte Befahrbarkeit vor allem in den Senken festgestellt wurde. Unabhängig davon erscheint zusätzlich zur Anhebung der Moorwasserstände auch ein genereller Übergang von intensiver auf mittelintensive Grünlandnutzung notwendig, um eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen aus der landwirtschaftlichen Moornutzung zu erreichen. Eine Umstellung auf moorschonende Bewirtschaftung ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht nur möglich, wenn es Unterstützung bei der Planung und Einrichtung und eine dauerhafte Ausgleichszahlung für die dadurch entstehenden, laufenden Kosten gibt. Vorhandene Förderinstrumente, wie AUMs, sind auf maximal sieben Jahre beschränkt und bieten den Landwirten keine langfristige Planungssicherheit. Solange diese Hürden bestehen, ist auch die Beratungstätigkeit eingeschränkt.

4 Offene Fragen

1. Wie flexibel müssen oder können die Wasserstände gefahren werden?

Die Jahre 2018 bis 2020, in denen die Maßnahmen zum Wassermanagement im Modellprojekt Gnarrenburger Moor in Betrieb waren und untersucht wurden, waren von überdurchschnittlich trockenen Sommern geprägt. Die hohen Moorwasserstände brachten Vorteile für die Ertragssicherung und nur wenig Nachteile für die Befahrbarkeit. Wenn die Sommer aufgrund der Klimaänderung zukünftig häufig trocken sein werden, dann würde die Gewährleistung hoher Moorwasserstände eine wichtige Anpassungsmöglichkeit darstellen. Dennoch wird es auch immer wieder nasse Sommer geben und es ergibt sich die Frage, wie Erträge und Bewirtschaftung dann bei hohen Moorwasserständen aussehen werden. Die Grabenwasserstände können dann tiefer eingestellt werden, um die gleichen Zielwasserstände zu erreichen. Offen ist allerdings die Frage, wer die Einstellung der Grabenwasserstände vornimmt und in welcher zeitlichen Auflösung dies erfolgen kann. Entscheidend ist, dass möglichst hohe Moorwasserstände v.a. im Sommerhalbjahr eingestellt werden, um die Treibhausgasemissionen so stark wie möglich zu reduzieren. Günstig wäre es in diesem Zusammenhang, die Agrartechnik so weit anzupassen, dass die nassen Verhältnisse die Bewirtschaftung möglichst wenig beeinträchtigen.

2. Die Aufwendungen für die Grabenpflege, Wasserbereitstellung und Instandhaltung der Drainagesysteme sind im derzeitigen Maßstab schwer abzuleiten

Die Versuche zum Wassermanagement im Modellprojekt beschränkten sich auf kleine Flächen und wurden intensiv betreut, so dass die Kosten pro Fläche sehr hoch waren. Wenn Landwirte die Moorwasserstände größerer Flächen anheben wollen, sind damit ebenfalls erhebliche Kosten für Installation, Betrieb und Wartung verbunden, die der Landwirt allein aber nicht aufbringen kann. Zur Entwicklung von entsprechenden Förderprogrammen ist es notwendig, diese Kosten zu ermitteln.

3. Es ist ungewiss, ob die THG-Emissionen von intensiv genutztem Hochmoorgrünland durch Anhebung der Moorwasserstände auf 30 cm unter GOF vermindert werden können.

Zwar ist diese Annahme durch die Abhängigkeit insbesondere der CO₂-Emissionen vom Wasserstand begründet (Tiemeyer et al., 2020), konnte aber durch THG-Messungen auf Unterflurbewässerungen noch nicht bestätigt werden. Das erste Messjahr auf dem neuen Versuch der schachtbasierten UFB ist aufgrund der intensiven Eingriffe bei der Versuchseinrichtung wenig aussagekräftig. Aber auch mehrjährige THG-Messungen auf Hochmoorgrünland im Ipweger Moor im SWAMPS-Projekt zeigten keine Reduktion der Emissionen im Vergleich zur Referenz, trotz hoher Moorwasserstände in der UFB. Die Gründe sind unklar. Es könnte sich um einen Übergangseffekt handeln. Der Grund könnte aber auch sein, dass die Umsetzungsprozesse in den oberen, belüfteten 30 cm aufgrund der intensiven Nutzung und Düngung unverändert hoch bleiben. Daher sollten die THG-Emissionen auf UFBs weiter beobachtet werden. Dabei sollte auch untersucht werden, ob eine Reduzierung der Nutzungsintensität und Düngung zu einer Emissionsminderung führt.

4. Anpassung der Bewirtschaftung und Notwendigkeit von Feldversuchen

Wie bereits oben angesprochen, kann die Minderung der THG-Emissionen umso erfolgreicher sein, je höher die Moorwasserstände gefahren werden. Nachdem im Projekt wasserregulierende Maßnahmen technisch etabliert worden sind, wäre systematisch zu untersuchen, wie die Landwirte die Bewirtschaftung optimal an die höheren Wasserstände anpassen können. Hier spielen v.a. das Düngeregime (zeitlich und mengenmäßig), eine angepasste, leichtere und autonome Landtechnik und ggf. die Sorten- und Artenwahl bei der Narbenverbesserung eine Rolle. Hierzu wären Feldversuche und die Kooperation mit Landmaschinenherstellern sinnvoll.

5 Literatur und Danksagung

Literatur

Tiemeyer, B., Freibauer, F., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Gensior, A., Giebels, M., Glatzel, S., Heinichen, J., Hoffmann, M., Höper, H., Jurasinski, G., Laggner, A., Leiber-Sauheitl, K., Peichl-Brak, M. & Drösler, M. (2020). A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: data synthesis, derivation and application. *Ecological Indicators* 105838: doi:10.1016/j.ecolind.2019.105838.

Danksagung

Die Autoren danken der Europäischen Union und dem Land Niedersachsen für die Bereitstellung von Finanzmitteln aus dem EFRE-Förderprogramm „Klimaschutz durch Moorentwicklung“. Darüber hinaus sei den kooperierenden Landwirten aus dem Gnarrenburger Moor sowie den Beteiligten an der Kooperation für die aktive Zusammenarbeit und die vielen Diskussionen gedankt, aus denen Erkenntnisse in die o.a. Empfehlungen eingeflossen sind.



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

