

## Sozioökonomische Betrachtung der Niedermoornutzung in Schleswig-Holstein unter besonderer Berücksichtigung des Klimaschutzes

Reinsch, T.<sup>1</sup>, Albrecht, E.<sup>2</sup>, Poyda, A.<sup>3</sup>, Henning, C.<sup>2</sup> und Taube, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

<sup>2</sup> Institut für Agrarökonomie, Abteilung Agrarpolitik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

<sup>3</sup> Institut für Biogeophysik, Universität Hohenheim

[treinsch@gfo.uni-kiel.de](mailto:treinsch@gfo.uni-kiel.de)

### Einleitung und Problemstellung

Die Klimaschutzziele der Bundesregierung die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 40 % bzw. bis zum Jahr 2050 um 80–95 % im Vergleich zum Berichterstattungsjahr 1990 zu reduzieren, stellt die Gesellschaft vor die Herausforderung, Minderungsstrategien zu entwickeln, die einen schnellen und nachhaltigen Handlungserfolg versprechen. Unter Berücksichtigung des Sektors Landnutzung und Landnutzungsänderung trägt die Landwirtschaft mit 12 % zu den jährlichen Treibhausgas (THG)-Emissionen in Deutschland bei, wobei hiervon 40 % der Entwässerung von Moorböden zuzuschreiben sind, obgleich diese nur etwa 5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland ausmachen (UBA 2016, Roßkopf *et al.* 2015). Durch die anthropogene Absenkung der Wasserstände können die Moorflächen nicht mehr ihrer natürlichen CO<sub>2</sub>-Senkenfunktion nachkommen. Im Gegenteil kommt es zu einer Freisetzung des über Jahrtausende akkumulierten Kohlenstoffes. Eine Reduktion dieser THG-Emissionen lässt sich in erster Linie über eine Regulation der Wasserstände auf ein höheres Niveau realisieren. Da mehr als 80 % der Moorböden in Schleswig-Holstein landwirtschaftlich genutzt werden, würde dies in Abhängigkeit des Wassermanagements auf den vornehmlich als Dauergrünland genutzten Produktionsstandorten zu erheblichen Ertragseinbußen führen. Zwar würde hiermit der gesellschaftlichen Forderung nach mehr Klimaschutz nachgekommen aber der finanzielle Druck der betroffenen landwirtschaftlichen Betriebe, vornehmlich Milchviehbetriebe, erhöht. In diesem Zusammenhang ist dringend eine Bewertung solcher Klimaschutzmaßnahmen im Sinne einer Kosten-Nutzen-Analyse vorzunehmen.

### Material und Methoden

Eine der größten arrondierten Niedermoorregionen in Norddeutschland ist die Eider-Treene-Niederung (ETN) welche als Unterkulturräum des Flussniederungsgebietes der Eider-Treene-Sorge in Schleswig-Holstein zu verstehen ist. Sie umfasst eine Fläche von 28.560 ha, wobei etwa 76 % als Niedermoorboden klassifiziert sind. In der Region werden ca. 24.000 Milchkühe mit der entsprechende Nachzucht und Bullen für die Mast gehalten. Mit einem Anteil von 74 % handelt es sich bei einem Großteil der Betriebe um Milchviehhaltungen. Die einzelbetriebliche Flächenexpansion auf die angrenzenden Mineralböden ist durch den hohen Flächendruck schwierig, welches zu hohen Nutzungsintensitäten auf die vorhandenen Grünlandflächen in der Niederung führt. Die hierfür notwendige Entwässerung der genutzten Flächen erfolgt über Drainagen, Grabendrainung und Pumpwerke, wobei die Grundwasserstände kleinräumig durch die topografische Lage der Einzelflächen stark beeinflusst werden. In mehrjährigen Untersuchungen wurden in Abhängigkeit des Grundwasserstandes THG-Emissionen in der Region mit einer Spannweite von 14 bis 65 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>Äq) je ha und Jahr ermittelt (Poyda *et al.* 2016). Mit Hilfe von digitalen Höhenmodellen wurde mittels regressiver Ableitungen das globale Erwärmungspotenzial (GWP) in einem als für die Region repräsentativ angenommenen 650 ha großen Areal in Abhängigkeit der derzeitigen Entwässerungsintensität (Status quo) ermittelt (Abbildung 1).

Der Einfluss des Grundwasserstandes auf die Ertragsleistung lässt sich auf Basis durchgeführter Ertragsmessungen in vier Kategorien klassifizieren: „Keine Nutzung“, „Extensiv“, „Intensiv mit Einschränkungen“ und „Intensiv“.

Die in Szenarienanalysen ermittelten Vermeidungspotenziale bei einer Anhebung des Grundwasserstandes um 10 (Szenario I) bzw. 20 cm (Szenario II) zeigten, dass die THG-Emissionen in der Modellregion um jährlich 6.000 bzw. 14.000 t CO<sub>2</sub>-Äq. reduziert werden könnten (Abbildung 1).

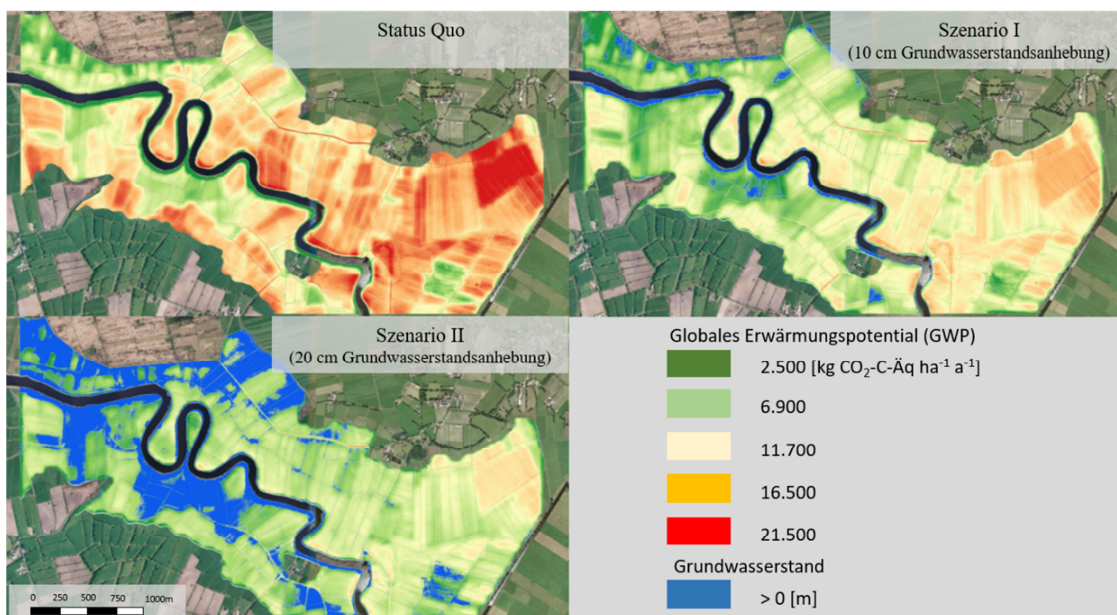


Abbildung 1: Flächenausschnitt der Modellregion. Farbliche Unterschiede zeigen das aktuelle globale Erwärmungspotenzial (Status Quo) und die Veränderungen bei Anhebung des Grundwasserstandes um 10 cm (Szenario I) und 20 cm (Szenario II). Blau eingefärbte Areale kennzeichnen Überstaussituationen (EGEOS, 2015)

Die Flächeneignung für die intensive Grünlandnutzung reduzierte sich bei den durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen von 71 % (Status Quo) auf 27 % (Szenario I) bzw. 5 % (Szenario II) (vergl. Tabelle 1). Die flächenspezifischen Ergebnisse wurden anteilig auf die Niedermoorflächen im Unterkulturräum ETN extrapoliert und das daraus resultierende Vermeidungspotenzial der durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen (Szenario I – II) im Folgenden für die ökonomische Modellierung verwendet.

Tabelle 1: Veränderung der Nutzungsintensität in der Modellregion bei stufenweiser Anhebung der Grundwasserstände, 10 cm (Szenario 1) und 20 cm (Szenario 2)

Nutzungstyp	Flächenanteil in %		
	Status Quo	Szenario I	Szenario II
Keine	5	29	73
Extensiv	24	44	22
Intensiv mit Einschränkungen	59	27	5
Intensiv	12	0	0

Die ökonomische Betrachtung der durchgeführten Szenarienanalysen wurde mit einem ökologisch-ökonomischem linearem Programmierungsmodell (LP) realisiert. Die ETN wurde im verwendeten LP-Modell anhand der für die Region typischen Betriebstypen abgebildet. Konkret handelt es sich dabei um vier Größenklassen der Milchviehbetriebe, die unteren drei Größenklassen der Futterbau-Mast-Betriebe, sowie zwei Größenklassen für Biogasbetriebe (Tabelle 2). Die ermittelten Kosten ( $Kosten_{GW\_Szenario}$ ) für Klimaschutz durch Grundwasseranhebung werden als entgangener Gewinn bzw. Deckungsbeitrag landwirtschaftlicher Betriebe infolge von Nutzungsänderung bzw. Nutzungsaufgabe von Niedermoorflächen betrachtet. Die Kosten sind der Deckungsbeitrag eines Betriebes in der Ausgangssituation ( $DB_{Base}$ ) abzüglich des Deckungsbeitrages nach der Anhebung des Grundwasserspiegels ( $DB_{GW\_Szenario}$ ) und der somit eintretenden Moorvernässung:

$$Kosten_{GW\_Szenario} = DB_{Base} - DB_{GW\_Szenario}$$

Die durch die Klimaschutzmaßnahmen entstehenden Kosten wurden je ha, Betriebstyp, als Durchschnitt des Unternaturraums und auf Basis der oben erläuterten Ergebnisse je Tonne CO<sub>2</sub>Äq in Abhängigkeit des gewählten Szenarios (I – II) berechnet.

## Ergebnisse und Diskussion

Für die Szenarien der Grundwasser-Anhebung um 10 cm und 20 cm sind in Tabelle 2 die durchschnittlichen Kosten der einzelnen Betriebstypen sowie des Unternaturraums je Hektar angegeben. Die Durchschnittskosten in der ETN liegen bei 112 €/ha für eine Anhebung des Grundwasserstandes um 10 cm und bei 359 €/ha für eine Anhebung um 20 cm. Die starke Nutzungseinschränkung des Szenarios II mit fast drei Viertel der Niedermoorfläche ohne landwirtschaftliche Nutzung führt zu mehr als dreimal so hohen Kosten für die Betriebe als die moderatere Einschränkung des Szenario I. Über die unterschiedlichen Betriebsgruppen zeigen sich allerdings für beide Szenarien deutliche Abweichungen vom Durchschnitt der Region. Am stärksten betroffen sind die wenigen Biogasbetriebe, die in beiden Größenklassen über den Durchschnittswerten der Region liegen. Milchviehbetriebe, als die prägende Betriebsausrichtung der Niederung, haben zum Teil ebenfalls überdurchschnittlich hohe Kosten, allerdings hängt dies stark von der Betriebsgröße ab.

Tabelle 2: Durchschnittskosten der Moorvernässung in Abhängigkeit des Betriebstyps und der Betriebsgröße sowie der Höhe der Grundwasserstandsanhhebung (Szenario I: 10 cm, Szenario II: 20 cm)

Betriebstyp	ha	€ je ha und Jahr	
		Szenario I	Szenario II
Milchvieh	< 60	182 €	540 €
Milchvieh	60–100	106 €	416 €
Milchvieh	100–200	106 €	290 €
Milchvieh	200	65 €	240 €
Rindermast	< 60	137 €	268 €
Rindermast	60–100	22 €	150 €
Rindermast	100–200	1 €	12 €
Biogas	60–100	194 €	596 €
Biogas	100–200	119 €	392 €
Ø ETN	112	112 €	359 €

Besonders kleine Betriebe unter 60 ha weisen überdurchschnittlich hohe Kosten auf und große Betriebe über 200 ha liegen im moderaten Szenario mit 10 cm Grundwasseranhebung bei nur etwa 50 % der Durchschnittskosten. Rindermastbetriebe können am besten auf die Nutzungseinschränkungen reagieren und zeigen fast durchgehend relativ niedrige Kosten, allerdings besteht auch ein starkes Gefälle zwischen den Größenklassen, so dass den Rindermastbetrieben über 100 ha kaum Kosten durch die Grundwasseranhebung entstehen.

In Tabelle 3 sind neben den absoluten Flächenumfängen der einzelnen Nutzungskategorien für beide Szenarien ebenfalls die gesamten anfallenden Kosten durch die Grundwasseranhebungen in dem Unternaturraum ETN aufgeführt.

Tabelle 3: Flächenumfang und Gesamtkosten der Moorvernässung in der Eider-Treene-Niederung

	Szenario I		Szenario II	
	Fläche ha	Kosten €	Fläche ha	Kosten €
Intensive Nutzung	113		5	
Intensive Nutzung mit Einschränkungen	5.794		732	
Extensive Nutzung	8.967		5.057	
keine Nutzung	6.903		15.983	
Summe	21.777	2.442.926	21.777	7.825.571

Diese Werte zeigen den gesamten Deckungsbeitragsverlust des landwirtschaftlichen Sektors in der Region. Für die im gesamten Unternaturraum ETN eingesparten Emissionen von 205 Tsd. t  $\text{CO}_2\text{Äq}/\text{Jahr}$  für 10 cm Grundwasseranhebung und 469 Tsd. t  $\text{CO}_2\text{Äq}/\text{Jahr}$  für 20 cm Grundwasseranhebung errechnen sich somit Kosten von 11,89 €/t  $\text{CO}_2\text{Äq}/\text{Jahr}$  (Szenario I) und 16,69 €/t  $\text{CO}_2\text{Äq}/\text{Jahr}$  (Szenario II).

In Abbildung 2 sind die Durchschnittskosten der Grundwasseranhebung für unterschiedliche Milchpreise in einer Spanne zwischen 20 und 40 Cent/kg aufgeführt. Eine Sensitivitätsanalyse der Kosten gegenüber Preisen für landwirtschaftliche Erzeugnisse ist aufgrund der Tatsache, dass es sich bei den im LP-Modell verwendeten Output- und Inputpreisen um Mittelwerte anhand von Zeitreihen der letzten Jahre handelt, sinnvoll. Da Milch das mit Abstand wichtigste Erzeugnis der Region ist, wird der Fokus auf die Preisvariation des Milchpreises gelegt. Preisvariationen für Inputfaktoren wie z.B. Futtermittel wären ebenfalls möglich, da für die Produktionsentscheidung der Betriebe aber lediglich das Preisverhältnis von Input- zu Output-Preisen entscheidend ist, wird an dieser Stelle exemplarisch nur der Milchpreis variiert.

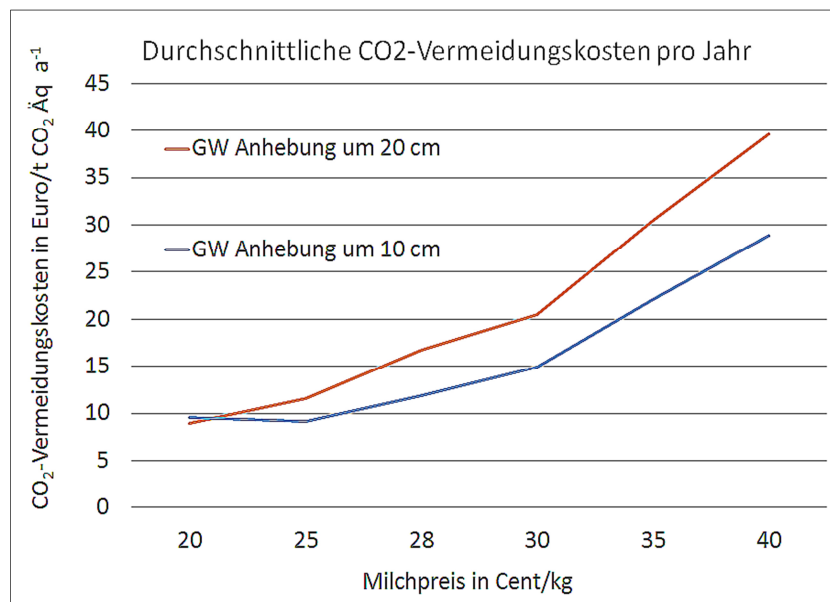


Abbildung 2: Vermeidungskosten der Grundwasseranhebung in Abhängigkeit des Milchpreises

Der Mittelwert der Zeitreihendaten im Modell, der für die in Tabelle 3 berechneten Kosten verwendet wurde, liegt bei 28 Cent/kg Milch. Über die gesamte Spanne ist eine hohe Abhängigkeit der Vermeidungskosten vom Milchpreis zu erkennen. Die Kosten für eine 10 cm Grundwasseranhebung zwischen 50 und 280 €/ha und für eine Anhebung um 20 cm bereits zwischen 138 und 852 €/ha. Dieser grundsätzliche Zusammenhang bleibt bestehen, wenn die Werte für die Vermeidungskosten je Tonne  $\text{CO}_2\text{Äq}$  betrachtet werden. Allerdings sind die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien der Grundwasseranhebung deutlich geringer, so dass bei einem sehr niedrigen Milchpreis von 20 Cent/kg jede eingesparte Tonne  $\text{CO}_2\text{Äq}$  in beiden Szenarien mit ca. 10 €/Jahr etwa gleich teuer ist. Bei einem sehr hohen Preis von 40 Cent/kg Milch ist eine Differenz von 10 €/t  $\text{CO}_2\text{Äq}/\text{Jahr}$  zwischen beiden Szenarien gegeben.

Wie bereits beschrieben, sind die Kosten der Moorvernässung als entgangener Deckungsbeitrag definiert, es ist daher interessant auch die Auswirkungen der eingeführten Restriktionen auf die Produktionsstruktur bzw. realen Outputs zu betrachten. Die relevanten Marktfrüchte werden durch Niedermooreinschränkung nicht beeinflusst, da Moorflächen zur Raufutterproduktion in der Tierhaltung verwendet werden. Zu erkennen ist allerdings eine Abnahme der Milchkühe über die Szenarien und eine Zunahme der Bullenmast (Tabelle 4).

Tabelle 4: Tierbestand in der Eider-Treene-Niederung in Abhängigkeit der Grundwasserstandsanhhebung (Szenario I: 10 cm, Szenario II: 20 cm)

Tiere	Status Quo	Szenario I	Szenario II
Milchkühe	23.652	18.603	9.356
Färsenaufzucht Milch	11.130	8.754	4.403
Bullenmast	7.482	9.838	13.429

Auf den nur noch extensiv nutzbaren Niedermoorflächen ist eine Raufutterproduktion für Bullen weiterhin möglich, die hohen Anforderungen einer intensiven Milchviehhaltung können allerdings nicht mehr vollständig erfüllt werden.

Bei dem verwendeten LP-Modell handelt es sich um einen komparativ-statischen Ansatz, mit dessen Hilfe mittelfristige Gleichgewichtszustände abgebildet werden können. Dynamische Effekte, wie Investitionsentscheidungen, Pachtmärkte oder Hofnachfolge werden nicht modelliert. Es ist wahrscheinlich, dass bei Einbeziehung dieser Effekte die Kosten noch niedriger ausfallen.

Durch die Einstellung der landwirtschaftlichen Produktion auf einzelnen Betrieben und die Verlagerung von Produktionsfaktoren zu den effizienter wirtschaftenden Betrieben würden auch die Vermeidungskosten des Klimaschutzes profitieren. Vor allem aufgrund der beobachteten niedrigen Kosten des Modells für große Betriebe lässt sich diese Entwicklung ableiten. Dies bedeutet indes auch, dass für einzelne Betriebe durch eine Moorvernässung ein erheblicher Eingriff in die Produktion erfolgt und zum Teil die Entscheidung über eine Weiterführung des Betriebes beeinflusst wird. Es ist davon auszugehen, dass der Strukturwandel durch eine solche Maßnahme deutlich verstärkt wird. Die in dieser Arbeit berechneten Vermeidungskosten sind explizit als die in der Landwirtschaft anfallenden Kosten definiert, in anderen Forschungsprojekten zu diesem Thema, wie beispielsweise bei Drösler *et al.* (2012), wurden teilweise auch die Planungs- und Durchführungskosten der konkreten Vernässungsmaßnahmen mit berücksichtigt. In der untersuchten ETN und für den Großteil der Niedermoorflächen in Schleswig-Holstein sind die Planungs- und Durchführungskosten allerdings wenig relevant.

Bei den untersuchten Flächen handelt es sich um tief liegende Niedermoorflächen, in denen das Grundwasser mit Pumpwerken auf dem derzeitigen Stand gehalten wird, um eine landwirtschaftliche Nutzung überhaupt möglich zu machen. In der Regel führt bereits eine Einstellung dieser Entwässerungsmaßnahmen zu einer Vernässung der Flächen, so dass kaum weitere Kosten anfallen. Vielmehr ist zu konstatieren, dass der Betrieb von Pumpstationen bereits jetzt Kosten verursacht und das bei unverändertem Grundwassermangement durch den damit verbundenen Torfschwund bzw. Höhenverlust hier auch langfristig mit steigenden Investitionen zu rechnen ist. Prospektiv gibt es somit nur die Möglichkeiten, die Torfschicht des Moores zur landwirtschaftlichen Nutzung aufzubrauchen und dabei weiterhin Treibhausgase zu emittieren oder ein Grundwassermanagement mit möglichst naturnahem Wasserstand durchzuführen, damit das Moor langfristig erhalten bleibt. Die 12 bzw. 17 €/t CO<sub>2</sub>-Äq/Jahr welche für das Verfahren einer solchen Maßnahme aufgebracht werden müssten entspräche dabei den Kosten der Landwirtschaft bzw. den Budgetkosten des Staates. Die Klimaschutzkosten liegen damit am unteren Ende vergleichbarer Ergebnisse aus anderen Mooregebieten (Drösler *et al.* 2011, Schaller 2014).

Ähnliches gilt für einen Vergleich mit den Kosten anderer Klimaschutzmaßnahmen. So liegen beispielsweise die Vermeidungskosten durch die Energieerzeugung aus Biomasse (Biogas, Hackschnitzel) oder mit Hilfe neuer Technologien (Photovoltaik, Windenergie) zwischen 30 und 400 €/t CO<sub>2</sub>-Äq/Jahr. Wobei nur durch den Einsatz von Kraftwärmekopplung und Reststoffen, wie Gülle oder Stroh, Kosten unter 100 € erreicht werden (BMU 2009, McKinsey 2007, WBA 2007).

### Schlussfolgerungen

Durch die Anhebung des Grundwasserstandes auf Niedermoorflächen lassen sich relevante Mengen an Treibhausgasen zu niedrigen Kosten einsparen. Dies konnte exemplarisch für die Eider-Treene-Niederung in Schleswig-Holstein für zwei Szenarien der Grundwasserstandsanhhebung (10 und 20 cm) gezeigt werden.



Für eine Anhebung des Grundwasserstandes um 10 cm lagen die Kosten im Mittel bei 12 €/t CO<sub>2</sub>Äq/Jahr und für 20 cm bei 17 €/t CO<sub>2</sub>Äq/Jahr. Für landwirtschaftliche Betriebe bedeutet dies Kosten in der Größenordnung 112 € bzw. 359 € je ha und Jahr. Besonders betroffen von einer solchen Maßnahme wäre in den für die Vernässung relevanten Gebieten die Milchviehwirtschaft.

Da in dieser Studie die berechneten Kosten dem entgangenen Produktionsgewinn entsprechen, zeigt sich eine starke Variabilität der Einzelbetrieblichen Kosten in Abhängigkeit des ausgezahlten Milchpreises. Von möglichen Kompensationszahlungen vom Staat an die Landwirte würden vor allem die größeren Milchviehbetriebe und Rindermastbetriebe profitieren. Kleinere Betriebe sähen sich durch eine solche Klimaschutzmaßnahme einem höheren Kostendruck ausgesetzt, so dass der Strukturwandel in der Region weiter verstärkt würde.

Im Vergleich zu anderen Klimaschutzmaßnahmen stellt die Grundwasseranhebung in Niedermoorgebieten eine kostengünstige Möglichkeit dar Treibhausgasemissionen einzusparen. Die Umsetzung eines dynamischen Grundwassermanagements, d.h. hohe Grundwasserstände im Winter und niedrigere Wasserstände während der Vegetationsperiode würde zudem, die Fortführung einer moderaten Milchviehwirtschaft in Niederungsregionen erlauben.

## Literatur

- Drösler, M., Freibauer A, Adelman, W., Augustin, J., Bergman, L., Beyer, C., Chojnicki, B., Förster, C., Giebels, M., Görlitz, S., Höper, H., Kantelhardt, J., Liebersbach, H., Hahn-Schöfl, M., Minke, M., Petschow, U., Pfadenhauer, J., Schaller, L., Schägner, P., Sommer, M., Thuille, A. und Wehrhan, M. (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis. *Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung*. [http://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/dn049337.pdf](http://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn049337.pdf)
- Drösler, M., Augustin, J., Bergmann, L., Förster, C., Fuchs, D., Hermann, J.-M., Kantelhardt, J., Kapfer, A., Krüger, G., Schaller, L., Sommer, M., Schweiger, M., Steffenhagen, P., Tiemeyer, B. und Wehrhan, M. (2012): Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung. *BfN-Skripten* 328. [www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript328.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript328.pdf)
- EGEOS (2015): [www.egeos.de](http://www.egeos.de). Beitrag zur Abschlussveranstaltung: Moor-Klima-Milch. Zukunftsperspektiven der Moornutzung in Schleswig-Holstein.
- Umweltbundesamt (2016): Berichterstattung unter den Klimarahmenkonventionen der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2016. Umweltbundesamt.
- Poyda, A., Reinsch, T., Kluß, C., Loges, R., Taube, F. (2016): Greenhouse Gas Emissions from Fen Soils Used for Forage Production in Northern Germany. *Biogeosciences*, 13, 5221–5244. 10.5194/bg-13-5221-2016.
- Roßkopf, N., Fell, H. und Zeitz, J. (2015): Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. *CATENA* 133, 157–170.
- Schaller, L.L. (2014): Landwirtschaftliche Nutzung von Moorflächen in Deutschland – Sozioökonomische Aspekte einer klimaschonenden Bewirtschaftung. *Dissertation*, Technische Universität München. <http://mediatum.ub.tum.de/?id=1229919>