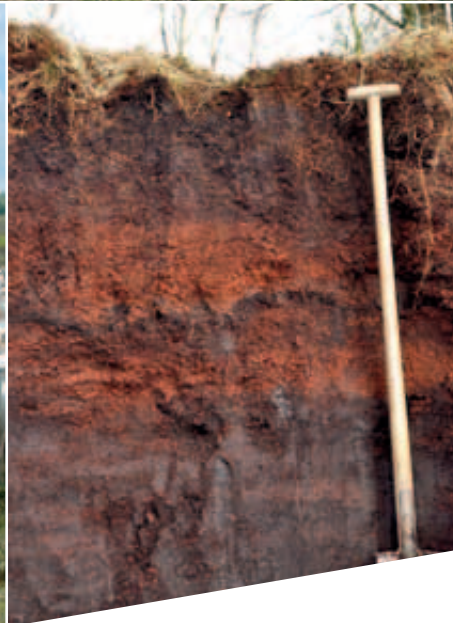


**Schleswig-Holstein**  
Der echte Norden



## Moore in Schleswig-Holstein

Geschichte – Bedeutung – Schutz

**Herausgeber:**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt  
und ländliche Räume des Landes  
Schleswig-Holstein (LLUR)  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel.: 0 43 47 / 704-0  
[www.llur.schleswig-holstein.de](http://www.llur.schleswig-holstein.de)

**Ansprechpartnerin:**

Rita Jensen  
Tel. 0 43 47 / 704-304  
[rita.jensen@llur.landsh.de](mailto:rita.jensen@llur.landsh.de)

Diese Broschüre ist das Gemeinschaftswerk  
einer Vielzahl von Autorinnen und  
Autoren. Diese finden sich jeweils bei den  
Kapitelüberschriften und mit kompletter  
Adresse am Ende der Broschüre.

**Titelfotos (Fotoautoren):**

groß: Renaturierte Torfabbaufäche im  
Dosenmoor bei Neumünster  
(A. Bretschneider)  
links: Eine zeitweise Schafbeweidung ist für  
viele Moore eine geeignete Pflege  
(B.-H. Rickert)  
Mitte: Schwarz-/Weißtorfkontakt, Schülper Moor  
(B. Burbaum)  
Rechts: Niedermoorwiese mit Breitblättrigem  
Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*)  
(Stiftung Naturschutz)

PDF der Broschüre im Internet  
[www.llur.schleswig-holstein.de](http://www.llur.schleswig-holstein.de)  
unter „Bestellsystem“

Mai 2015  
2. Auflage August 2016

**Herstellung:**

nndruck, Kiel

ISBN: 978-3-937937-77-9

Schriftenreihe: LLUR SH – Natur; 23

Diese Broschüre wurde auf Recyclingpapier hergestellt.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der  
schleswig-holsteinischen Landesregierung herausgegeben. Sie  
darf weder von Parteien noch von Personen, die Wahlwerbung  
oder Wahlhilfe betreiben, im Wahlkampf zum Zwecke der  
Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug  
zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in  
einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der  
Landesregierung zu Gunsten einzelner Gruppen verstanden  
werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift  
zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Landesregierung im Internet:  
[www.landesregierung.schleswig-holstein.de](http://www.landesregierung.schleswig-holstein.de)

Einige Maßnahmen in den Projektge-  
bieten wurden von der EU gefördert



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	- 5
<b>Einleitung</b>	- 6
<b>1. Entstehung, Entwicklung und Verbreitung der Moore</b>	- 8
1.1. Entstehung und Gliederung von Mooren	- 8
1.2. Verbreitung der Moore in Schleswig-Holstein	- 16
1.3. Datengrundlagen zur Verbreitung von Mooren in Schleswig-Holstein	- 17
1.4. Entwicklung der Moorböden unter dem Einfluss des Menschen	- 18
<b>2. Moornutzung und Schutz in der Vergangenheit</b>	- 24
2.1. Historische Nutzung der Moore	- 24
2.2. Anfänge des Moorschutzes	- 27
<b>3. Bedeutung der Moore für den Lebensraumschutz</b>	- 33
3.1. Arten- und Biotopschutz	- 33
3.2. Vegetation	- 35
3.3. Wirbellose	- 42
3.4. Brutvögel	- 52
3.5. Amphibien und Reptilien	- 57
<b>4. Bedeutung der Moore für den Klimaschutz</b>	- 61
4.1. Klimarelevanz schleswig-holsteinischer Moore	- 61
4.2. Klimarelevanz landwirtschaftlich genutzter Niedermoores in der Eider-Treene-Sorge-Niederung	- 65
4.3. Überregionaler Moor- und Klimaschutz	- 69
<b>5. Bedeutung von Mooren für Wasserwirtschaft und Gewässerschutz</b>	- 73
<b>6. Naturkundlich-Kulturelle Bedeutung der Moore</b>	- 79
6.1. Archive der Landschafts- und Vegetationsgeschichte sowie der Kulturgeschichte	- 79
6.2. Aktuelle kulturelle Bedeutung der Moore	- 86
<b>7. Moorgrünland - Bedeutung für die Landwirtschaft heute</b>	- 88
<b>8. Instrumente zum Schutz der Moore</b>	- 93
8.1. Moorschutzprogramm	- 93
8.2. Moorschutzfonds	- 97
8.3. Flächensicherung über Flurbereinigungsverfahren	- 98
8.4. Vertragsnaturschutz	- 101
8.5. Zertifizierung, MoorFutures®	- 104
<b>9. Beispielprojekte für Moornaturierungen</b>	- 107
9.1. Naturschutzgebiet Nienwohlder Moor	- 107
9.2. Hartshoper Moor	- 111
9.3. Wildes Moor bei Rendsburg	- 115
9.4. Naturschutzgebiet Dellstedter Birkwildmoor	- 117
9.5. Lehmkuhlener Stauung	- 121
9.6. Pohnsdorfer Stauung	- 124
9.7. Naturschutzgebiet Hohner See	- 127
9.8. Oberes Eidertal	- 129

<b>10. Praktische Erfahrungen in der Umsetzung</b>	- 133
10.1. Praktische Erfahrungen mit der Renaturierung von Mooren	- 133
10.2. Organisatorische Erfahrungen	- 142
<b>11. Fazit</b>	- 143
<b>12. Literatur</b>	- 145
<b>13. AutorInnenverzeichnis</b>	- 158



# Vorwort

Minister für Energiewende,  
Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes  
Schleswig-Holstein



## Liebe Leserinnen und Leser,

bei Mooren denken viele Menschen als erstes an unheimliche und undurchdringliche Naturlandschaften mit viel Nebel oder sogar versunkenen Moorleichen. Andere kennen Moore aber auch als beeindruckenden Lebensraum für zum Teil vom Aussterben bedrohte Tier- und Pflanzenarten.

Moore erfüllen eine Vielzahl an Aufgaben. Sie sind auf jeden Fall ästhetisch besondere Orte, sie sind Lebensraum für seltene und hochspezialisierte Pflanzen und Tiere. Sie stabilisieren als intakte Moore den Landschaftswasserhaushalt, wirken bei Extremregenereignissen regulierend auf die Abflussbildung und können – je nach Lage im Einzugsgebiet – einen Beitrag zum vorsorgenden Hochwasserschutz leisten. Sie haben großes Potenzial Nähr- und Schadstoffe zurückzuhalten und helfen damit auch, die Frachten in die Meere zu verringern. Als intakte Moore können sie Kohlenstoff binden und schützen damit das Klima, aber als entwässerte Moore stoßen sie auch massiv Kohlendioxid aus und tragen damit zum Klimawandel bei.

In der Vergangenheit haben Moore auch in Schleswig-Holstein zur Versorgung der Bevölkerung beigetragen: sie lieferten mit ihrem Torf Brennmaterial und waren vor allem für die arme Landbevölkerung oftmals die einzigen Flächen,

die ihnen für die Landbewirtschaftung zur Verfügung standen. Mit zunehmender Entwässerung und Mechanisierung der Landwirtschaft wurden Moorflächen landwirtschaftlich immer interessanter. Heute ist der allergrößte Teil der Moorflächen entwässert und mehr oder weniger landwirtschaftlich intensiv bewirtschaftet – und damit leider eine nennenswerte Quelle für Treibhausgase. Auch aufgrund dieser Landnutzung ist Mitteleuropa nach Südostasien der wichtigste Hot Spot für Treibhausgase.

Es ist diese Vielfalt an Funktionen, die Moore so interessant und wichtig macht. Aber aus den geschilderten Defiziten leitet sich unmittelbarer Handlungsbedarf für die Renaturierung dieses Lebensraumes her. Dieses darzustellen und Wege in die Zukunft zu weisen ist der Anlass für diese fachübergreifende Broschüre zu den Schleswig-Holsteinischen Mooren. Sie soll sachlich informieren und damit Interesse an und Begeisterung für diese bedeutungsvollen und schönen Böden, Landschaften und Lebensräume wecken.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Robert Habeck', written in a cursive, flowing style.

Dr. Robert Habeck

# Einleitung

Schleswig-Holstein ist seit jeher landwirtschaftlich geprägt. Eine verstärkte Nutzung von Moorflächen mit zunehmenden Eingriffen in den Wasserhaushalt begann im späten Mittelalter.

Die Erfindung des Kunstdüngers und die zunehmende Mechanisierung der Landwirtschaft führten ab Mitte des 19. Jahrhunderts zu einer systematischen Moornutzung und -entwässerung.



Abbildung 1: Kreuzotter im mäßig entwässerten Moor. (Foto: Kuno Brehm)



Zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren noch ungefähr 160.000 ha von Schleswig-Holstein mit Moor bedeckt – das entspricht 10 % der Landesfläche. Heute sind noch rund 130.000 ha der Moorflächen vorhanden, größtenteils unter landwirtschaftlicher Nutzung. Auch der Torfabbau hat seine Spuren hinterlassen. Aber während diese Nutzung hierzulande inzwischen nahezu eingestellt ist, spielen Moore in der Landwirtschaft nach wie vor eine wichtige Rolle.

Die herkömmliche landwirtschaftliche Nutzung ist mehr oder weniger auf Entwässerungsmaßnahmen angewiesen. Dieses führt zu Torfzersetzung und Moorsackung. Die Folgen sind – neben dem Verlust an Lebensraum – eine erschwerte Bodenbearbeitung, Nährstoffausträge in Grund- und Oberflächengewässer sowie klimaschädliche Emissionen.

Bemühungen, Moore in Schleswig-Holstein zu schützen, gibt es schon seit über 60 Jahren. Als erstes Bundesland hat Schleswig-Holstein 1973 einen gesetzlichen Biotopschutz für „Moore, Sümpfe, Brüche“ eingeführt. Ab 1978 wurden Hoch- und Niedermoore über die landesweite Biotopkartierung erfasst, und schon zu dieser Zeit wurden verschiedene größere Vernässungsmaßnahmen in Hochmooren – wie dem Dosenmoor, Nienwohlder Moor, Fröslev-Jardelunder Moor, in den Mooren der Eider-Treene-Sorge-Niederung (ETS) und in den Mooren im Hamburger Umland durchgeführt.

1993 wurde der gesetzliche Biotopschutz auch auf genutzte Flächen in Niedermooren auf bin-sen- und seggenreiches Feuchtgrünland erweitert. Ab 2002 kam ein Niedermoorprogramm und 2011 ein umfassendes Moorschutzprogramm hinzu. Neben gesetzlich geschützten Moorflächen sind es bisher aber vor allem die landwirtschaftlich wenig attraktiven Hochmoore, die mit Hilfe dieses Programms renaturiert werden können. Ein Schutz der nach wie vor landwirtschaftlich intensiv genutzten Niedermoore ist weiterhin schwierig.

Für den Schutz der Moore werden unterschiedliche Instrumente eingesetzt. Die ehemals ausschließlich zugunsten der Landwirtschaft eingesetzte Flurbereinigung wurde ab den 1980er Jahren immer häufiger auch zugunsten des Naturschutzes aktiv und hat so ihren Anteil am Schutz wichtiger Lebensräume. Aber nicht jede Vernässungsmaßnahme ist hinsichtlich ihrer Ziele konfliktfrei. Vernässungsmaßnahmen zugunsten des Moor- und Klimaschutzes können gleichfalls Arten in Bedrängnis bringen. Es sind vor allem solche Arten, die sich als Kulturfolger in mäßig entwässerten Mooren etabliert hatten. Hier gilt es, vorab Entwicklungsziele zu erarbeiten, mit Prioritäten zu versehen und sich eng mit allen Beteiligten abzustimmen sowie aus den Erfahrungen zu lernen.

# 1. Entstehung, Entwicklung und Verbreitung der Moore

## 1.1. Entstehung und Gliederung von Mooren

➤ **Bernd Burbaum, Marek Filipinski**

Moore entstehen in wassergeprägten Landschaften dort, wo abgestorbene Pflanzenreste unter Luftabschluss geraten und in Folge von Sauerstoffmangel und ungünstigen Lebensbedingungen für Mikroorganismen nur unvollständig abgebaut werden. Dabei gilt als wichtigste Voraussetzung für ein Moorwachstum, dass das Wasser im langfristigen Mittel nahe an, in oder über der Oberfläche steht (EDOM 2001). Sofern die abgestorbenen und unvollständig abgebauten Pflanzenreste zusammen mit mineralischen Bestandteilen Schichten bilden, deren Trockenmasse mindestens 30 % organische Substanz

aufweist, spricht man von Torf. Erreicht der Torfkörper eine Mächtigkeit von mindestens 30 cm, so handelt es sich nach der bodenkundlichen Definition um einen Moorstandort (AD-HOC-AG BODEN 2005). Geringermächtige Torfkörper (10 bis < 30 cm) führen zum Bodentyp Moorgley, geringere Anteile an organischer Substanz (15 bis < 30 %) zum Bodentyp Anmoorgley. Im landschaftsökologischen Sinn handelt es sich bereits dann um Moore, wenn in einem Lebensraum Torf gebildet wird, unabhängig von der Mächtigkeit der Torfschichten (JOOSTEN & SUCCOW 2001).



Abbildung 2: Bodenprofil eines entwässerten Anmoorgleys aus Beckensedimenten bei Gettorf. (Foto: M. Filipinski)



Die Gliederung der Moore in den verschiedenen Fachdisziplinen ist sehr vielfältig. In Deutschland ist die Unterscheidung von ausschließlich Niederschlagswasser gespeisten Hochmooren und zusätzlich durch Grund- oder Oberflächenwasser gespeisten Niedermooren sowie den vermittelnden Übergangsmooren gebräuchlich. Weitere genetische Gliederungen beziehen sich auf die Reliefsituation (z.B. topogene Moore) oder die Art des Wasserregimes (hydrogenetische Moortypen). Es kommen weitere Einteilungen nach der Torfartenzusammensetzung und -abfolge sowie nach dem Zersetzungsgrad, dem Nährstoffangebot (Trophie), der Mächtigkeit, der aktuellen Vegetationsdecke oder der Nutzung bzw. dem Nutzungswandel hinzu.

Allen Mooren gemeinsam ist jedoch, dass abgestorbene Pflanzenreste unvollständig abgebaut werden und es am Pflanzenstandort, ohne weitere Verlagerung, zu einer Akkumulation von organischer Substanz kommt. Wachsende Moore sind daher durch einen Überschuss von Produktion gegenüber Abbau der organischen Substanz gekennzeichnet und fungieren somit

als Stoffsenken, indem es u.a. zur dauerhaften Bindung von Nährstoffen kommt. Allerdings finden auch in wachsenden Mooren Abbauprozesse der Mineralisierung und Humifizierung statt. Dabei versteht man unter Mineralisierung den Abbau zu niedermolekularen Verbindungen wie  $\text{CO}_2$  und unter Humifizierung die Bildung von relativ stabilen, bräunlich schmierigen organischen Verbindungen (Huminstoffe). Diese Prozesse verlaufen in wachsenden Mooren jedoch gehemmt und überwiegend oberflächennah. Mit zunehmendem Abstand zur Mooroberfläche durch Überdeckung mit jüngeren abgestorbenen Pflanzenresten verringern sich Auftreten und Aktivität der Mikroorganismen und damit der Abbau organischer Substanz sehr schnell, so dass es schließlich zu einer mehr oder weniger dauerhaften Konservierung der Torfe kommt. Kennzeichnend ist, dass die Pflanzenstruktur häufig noch sehr gut zu erkennen ist. Dies gilt, obwohl nach Einwirkung der Prozesse der Auswaschung, Humifizierung und Mineralisierung auch bei gut erhaltener Pflanzenstruktur in der Regel mehr als die Hälfte der ursprünglichen Pflanzenmasse verloren gegangen ist (GROSSE-BRAUCKMANN 1990).



Abbildung 3: Bodenprofil eines Hochmoores bei Flintbek. (Foto: M. Filipinski)

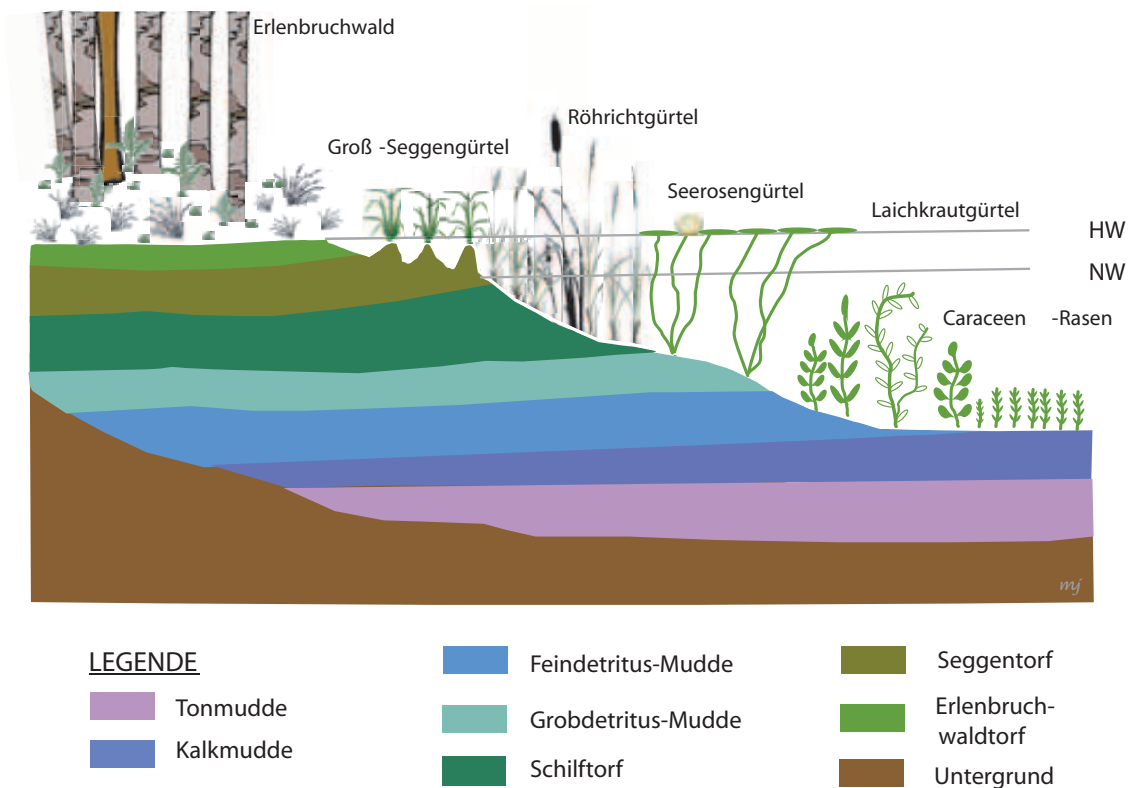
Für den Zersetzungsgrad der abgestorbenen Pflanzenreste in Mooren sind die Beschaffenheit der Pflanzenreste, das Sauerstoffangebot, der pH-Wert des Wassers und die Einwirkungs-dauer der Zersetzungsprozesse entscheidend. Dabei wirken ein hoher Stickstoffgehalt, eine starke Sauerstoffzufuhr, ein hoher pH-Wert und lange Einwirkungszeiten in Richtung einer starken Zersetzung und umgekehrt. Aus diesen Gründen sind die Bruchwaldtorfe langsam wachsender basenreicher Niedermoo-re mit Ausnahme der Hölzer in der Regel stark zersetzt, während die Bleichmoos-Torfe insbesondere junger, schnell wachsender, saurer Hochmoore häufig nur schwach zersetzt sind. Die Zersetzung von Torfen wird in Deutschland in Zersetzungsstufen oder

Zersetzungsgraden angegeben (AD-HOC-AG BO-DEN 2005, S. 128).

Neben den Torfen werden auch Mudden (Seese-dimente) und andere Bildungen in Moorstandor-ten zu den Moorsubstraten gerechnet. Sehr aus-führliche und reich bebilderte Darstellungen der Moorsubstrate bieten die Online-Veröffentli-chung „Steckbriefe Moorsubstrate“ (MEIER-UHL-HERR et al. 2011) und der Aufsatz „Die Unterschei-dung von Torfarten in der bodenkundlichen und geologischen Kartierung“ (CASPERS 2010).

Anhand zweier Abbildungen sollen die wichtigs-ten Moorsubstrate Schleswig-Holsteins erläutert werden:

Abbildung 4:  
Verlandungssche-  
ma eines eutro-  
phen Gewässers.  
(nach OVERBECK  
1975)



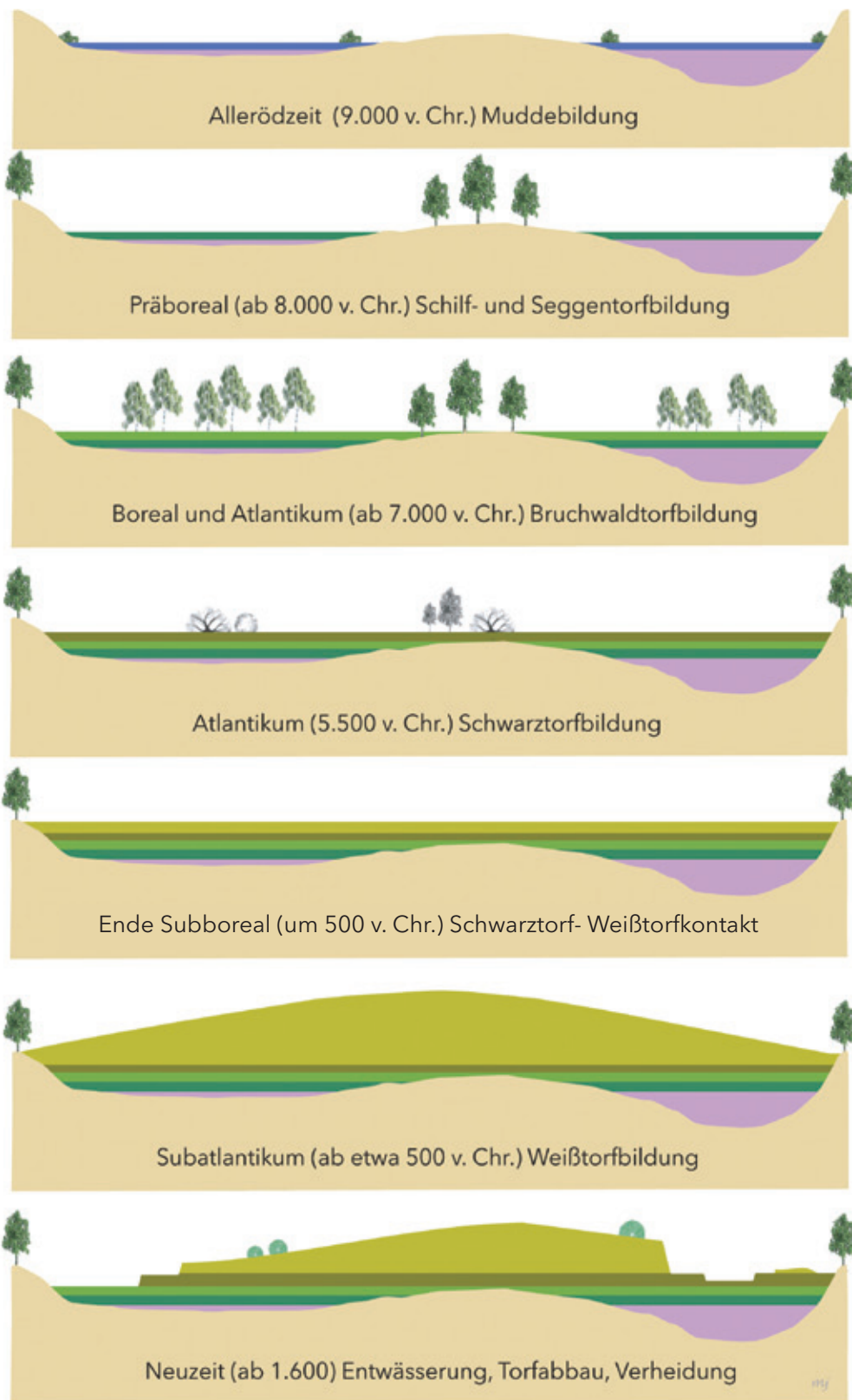
nach Overbeck 1975, Layout M. Jagusch, LLUR

Die Abbildung 4 zeigt das idealisierte Verlandungsschema eines eutrophen Gewässers in Folge einer längeren Entwicklung und gibt Aufschluss über den räumlichen Zusammenhang zwischen der Verbreitung der Torfarten und der Vegetation. Im unteren Teil des Schnitts ist die Abfolge verschiedener Seeablagerungen, welche sedimentäre Bildungen darstellen (sich also aus dem Seewasser abgesetzt haben) und im oberen Teil die typische Niedermoo-torf-Abfolge von Schilftorf, Seggentorf und Bruchwaldtorf (sedentäre Bildungen) zu erkennen. Zu beach-







ten ist jedoch, dass es sich um einen stark idealisierten Schnitt handelt. In der Realität herrschen Bedingungen, die eher zu einem Nebeneinander als zu einem Nach- bzw. Übereinander der Torfschichten führen (Succow 2001, S. 321). Dies schließt auch Zwischenschaltungen von Mudden ein.

Abbildung 5 gibt Aufschluss über die Entwicklung eines typischen atlantischen Hochmoores von der ausgehenden Eiszeit bis heute.

Abbildung 5:  
Die Entwicklung ei-  
nes Hochmoores  
in Nord-West-  
deutschland (nach  
FREESE 2005)



#### LEGENDE

 Wasser	 Schilf- und Seggentorf	 Schwarztorf
 Mudde	 Bruchwaldtorf	 Weißtorf

nach FREESE 2005, Layout M. Jagusch, LLUR



### Alter der Moore in Schleswig-Holstein

Unsere heutigen Moore haben sich im Wesentlichen erst seit dem Ende der letzten Kaltzeit (Weichsel-Kaltzeit) vor ca. 11.500 Jahren gebildet, sie gehören daher zusammen mit den Marschen zu den jüngsten natürlichen geologischen Bildungen. An der Basis mancher Moore

Schleswig-Holsteins lassen sich jedoch auch schon Torfe und Seeablagerungen (Mudden) des Spätglazials nachweisen, dabei handelt es sich bei den Torfen in der Regel um Seggen- und Braunmoostorfe. Im Präboreal (ca. 11.500 bis 10.500 vor heute) und Boreal (ca. 10.500 bis

Abbildung 6:  
Schwarz-/Weißtorf-  
kontakt, Schülper  
Moor. (Foto: B.  
Burbaum)





9.500 vor heute) treten Weiden-, Birken- und Kiefernmoore hinzu. Während des Atlantikums (ca. 9.500 bis 5.500 vor heute) sind Erlenbruchwälder die Haupttorfbildner und es treten die ersten Hochmoore hinzu, die dann im Subboreal (ca. 5.500 bis 2.500 vor heute) an Bedeutung gewinnen. Der zu dieser Zeit gebildete Schwarztorf unterscheidet sich im Zersetzungsgrad wesentlich von dem jüngeren überwiegend im Subatlantikum (2.500 bis heute) gebildeten Weißturf. Dieser Schwarz-/ Weißtorfkontakt (vgl. Abbildung 6) wird für Nord-Westdeutschland auf eine langjährige Zeitspanne (um 2.500 vor heute beginnend) datiert (AVERDIEK et al. 1990, FREESE 2005). In den wenigen nicht oder nur schwach entwässerten Mooren dauert die Torfakkumulation und damit das Moorwachstum bis heute an.

### Die hydrogenetischen Moortypen in Schleswig-Holstein

Schleswig-Holstein ist nach JESCHKE et al. (2001) fast ausschließlich dem nordwestmitteleuropäischen Regenmoorbezirk zuzuordnen. Nur der äußerste Osten des Landes gehört zum Tieflandsbezirk der subatlantisch-zentraleuropäischen Provinz. Damit ist bereits beschrieben, dass die klimatischen Voraussetzungen für die Bildung von Hochmooren aufgrund des starken atlantischen Einflusses mit relativ ausgeglichenen Sommer- und Wintertemperaturen und Niederschlagsverteilungen günstig sind, wobei ein Gradient von Nord-West nach Süd-Ost festzustellen ist. Neben der Unterscheidung von Hoch- und Niedermooren ist die Einteilung nach hydrogenetischen Moortypen für das Verständnis der Entstehung von Mooren, aber auch für das Management von Moorwiedervernässungen hilfreich. Die hydrogenetischen Moortypen nach Succow (2001) gliedern sich in:

- Verlandungsmoore
- Versumpfungsmoore
- Überflutungsmoore
- Kesselmoore
- Regenmoore
- Hangmoore
- Quellmoore
- Durchströmungsmoore

Dabei ist zu beachten, dass ein Moorstandort im Laufe seiner Entwicklung verschiedenen hydrogenetischen Moortypen entsprechen kann. Die meisten Regenmoore (Hochmoore) haben

sich beispielsweise über anderen Moortypen gebildet. Für Schleswig-Holstein sind die Verlandungs-, Versumpfungs- und Überflutungsmoore neben den Regenmooren weit verbreitet, während Hang-, Quell- und Kesselmoore eher kleinräumig und seltener vertreten sind. Im Folgenden werden die für Schleswig-Holstein wichtigsten hydrogenetischen Moortypen kurz erläutert.

#### • Verlandungsmoore:

Verlandungsmoore entwickeln sich durch die Verlandung von Stillgewässern. Sie sind in Schleswig-Holstein vor allem im Östlichen Hügelland mit seinen zahlreichen Seen weit verbreitet. In den Geestlandschaften treten sie weniger verbreitet auf. Sie werden in der Regel von Mudden unterlagert und werden aus Schilf-, Seggen- und Bruchwaldtorfen aufgebaut. Ihr Wasser beziehen diese Moore aus dem Grundwasser bzw. aus oberflächlichem Zuflutwasser. Typisch sind geringe Wasserstandsschwankungen. Randlich finden sich an der Oberfläche häufig Bruchwaldtorfe, während in zentraler Lage Schilftorfe typisch sind. Sie sind sowohl an bereits vollständig verlandeten Seen als auch an in Verlandung begriffenen Seen anzutreffen. Typische Beispiele sind das Duvenseer Moor (vollständig verlandet) oder die Niederung des Wellsees bei Kiel mit offener Wasserfläche.

#### • Versumpfungsmoore:

Die Versumpfungsmoore werden in der Regel aus dem Grundwasser der näheren Umgebung gespeist und sind Ausdruck des nacheiszeitlichen Meeresspiegel- und Grundwasserspiegelanstiegs, der dazu führte, dass weite Niederungsgebiete der Geestlandschaften vernässten und es hier zur Torfbildung kam. In den Versumpfungsmooren dominieren einheitliche Torfkörper, die in der Regel aus Bruchwaldtorfen und Seggentorfen aufgebaut sind. Im Winter kommt es häufig zum Überstau dieser Moore, während sie im Sommer Trockenperioden ausgesetzt sind, weshalb nicht selten stark zersetzte Torfe am Aufbau dieser Moore beteiligt sind. Die mineralische Unterlagerung wird häufig von eiszeitlichen Tal- und Schmelzwassersanden gebildet. Typische Vertreter sind die Niederungen der Buckener Au zwischen Meezen und Mörel und die Arlauniederung zwischen Bondelum und Arlewatt.

- **Überflutungsmoore:**

Bei den Überflutungsmooren können in Schleswig-Holstein Auen- und Küstenüberflutungsmoore unterschieden werden. Beiden gemeinsam ist, dass mineralische Ablagerungen (Auen-, Marschen- bzw. Küstensedimente) im Wechsel mit Torfen auftreten und in Gewässerphasen auch Mudden zur Ablagerung gekommen sind. Die in den Marschgebieten der Westküste weit verbreiteten Küstenüberflutungsmoore werden überwiegend aus Schilftorfen aufgebaut, während die Auenüberflutungsmoore durch einen engräumigen Wechsel von Erlenbruchwaldtorf, Schilf- und Seggentorf gekennzeichnet sind. Die Abhängigkeit vom Wasserstand der angrenzenden Gewässer führt zu Überstau- und Trockenphasen. In den Trockenphasen kann es zu verstärkter Zersetzung der Torfe kommen. Die von mineralischen Beimengungen als Zwischenlagen oder Durchschlickungen geprägten Torfe werden an der Westküste landläufig auch mit dem Begriff „Darg“ bezeichnet. Im Kontakt mit schwefelreichen Marschsedimenten kommt es häufig zur Bildung von Pyrit, der bei Belüftung zu Jarosit und Schwertmannit (zusammengefasst landläufig als Maibolt bezeichnet) umgewandelt wird und dann extrem saure Bodenverhältnisse kennzeichnet (SCHÄFER et al. 2010). An der Ostsee sind Küstenüberflutungsmoore ebenfalls verbreitet und kommen an ehemaligen Meerresbuchten und -armen wie dem Oldenburger Graben vor. Auenüberflutungsmoore finden sich in Schleswig-Holstein an fast allen Flüssen (z.B. Eider, Treene, Trave, Bille), aber auch an kleineren Auen.

- **Kesselmoore:**

Kesselmoore entstehen in kleinräumigen, abflusslosen Senken, wie sie in Jungmoränenlandschaften häufig in Folge von Toteisdynamik vorkommen. Für die Genese ist neben dieser Kessellage die Abdichtung des Untergrundes durch Auskleidung mit pflanzlichem Material (Kolmation) oder durch Muddeschichten entscheidend. Die allmähliche Auffüllung der Hohlform mit nährstoffarmem Oberflächenwasser führt schließlich zu der charakteristischen Torfartenabfolge in Kesselmooren, die nach oben von Torfmoostorf und Wollgrastorf abgeschlossen wird. Die im Moor enthaltenen Torfe und Mudden sind häufig sehr mächtig (z.T. > 10 m). Bei Jahresniederschlägen über 650 mm, wie sie in Schleswig-Holstein weit verbreitet sind, dominieren Übergänge zu den Regen-

mooren. Nur im äußersten Süd-Osten des Landes kommen vereinzelt typische Kesselmoore vor (SUCCOW 2001, SCHMITZ 1952, RICKERT 2005).

- **Regenmoore:**

Moore, die ihre Wasserspeisung ausschließlich aus dem Niederschlag erfahren, werden in der Gliederung der hydrogenetischen Moore als Regenmoore bezeichnet. In anderen Gliederungen werden sie auch als ombrogene Moore oder – weit verbreitet und herkömmlich – als **Hochmoore** klassifiziert. Die Bildung dieses Moortyps ist an eine positive klimatische Wasserbilanz (Niederschläge höher als Verdunstung und Abfluss) gebunden, wobei das gemäßigte, ozeanisch geprägte Klima in Nord-Westdeutschland besonders günstige Entwicklungsbedingungen liefert (OVERBECK 1975). Entsprechend nehmen Anteil und Verbreitung der Regenmoore nach Osten ab. Dieser Gradient ist auch in Schleswig-Holstein festzustellen, wobei im mittleren Landesteil zu erkennen ist, dass offenbar auch der leichte Reliefanstieg beim Übergang von der Vorgeest ins Östliche Hügelland und die damit verbundene Niederschlagszunahme Einfluss auf die Verbreitung der Regenmoore ausübt, indem es hier zu einer Häufung dieses Moortyps kommt. Auch die schlechten Entwässerungsbedingungen mit weiten Wegen zur Nordsee sind für dieses Phänomen verantwortlich (EIGNER 1998). Beispiele für diese Lage am Jungmoränenrand sind von Süd nach Nord das Nienwohlder Moor, das Dosenmoor, das Große Moor bei Nortorf und das stark abgetorfte Jarplunder Moor. Eine gewisse Sonderstellung nehmen die Regenmoore im Süd-Osten des Landes ein (Bannauer Moor, Salemer Moor, Königsmoor), die bereits im subkontinentalen Klimabereich liegen und dementsprechend sowohl kontinentalere Torfartenzusammensetzungen und -abfolgen zeigen als auch durch ihre aktuelle kieferngeprägte Sekundärvegetation auffallen. Dennoch können sie keinesfalls zu den Waldhochmooren (SCHMITZ 1952) gerechnet werden, da die Bewaldung erst durch Eingriffe des Menschen ausgelöst wurde (SCHMITZ 1962, LÜTT 1988).

Für die Entwicklung der Regenmoore ist entscheidend, dass der Torfkörper aus dem Einflussbereich des mineralreichen Grund- und Oberflächenzulaufwassers herauswächst, der Moorwasserspiegel gleichzeitig steigt und das Moor schließlich ausschließlich vom nährstoffarmen Regenwasser gespeist wird. Dieser Pro-

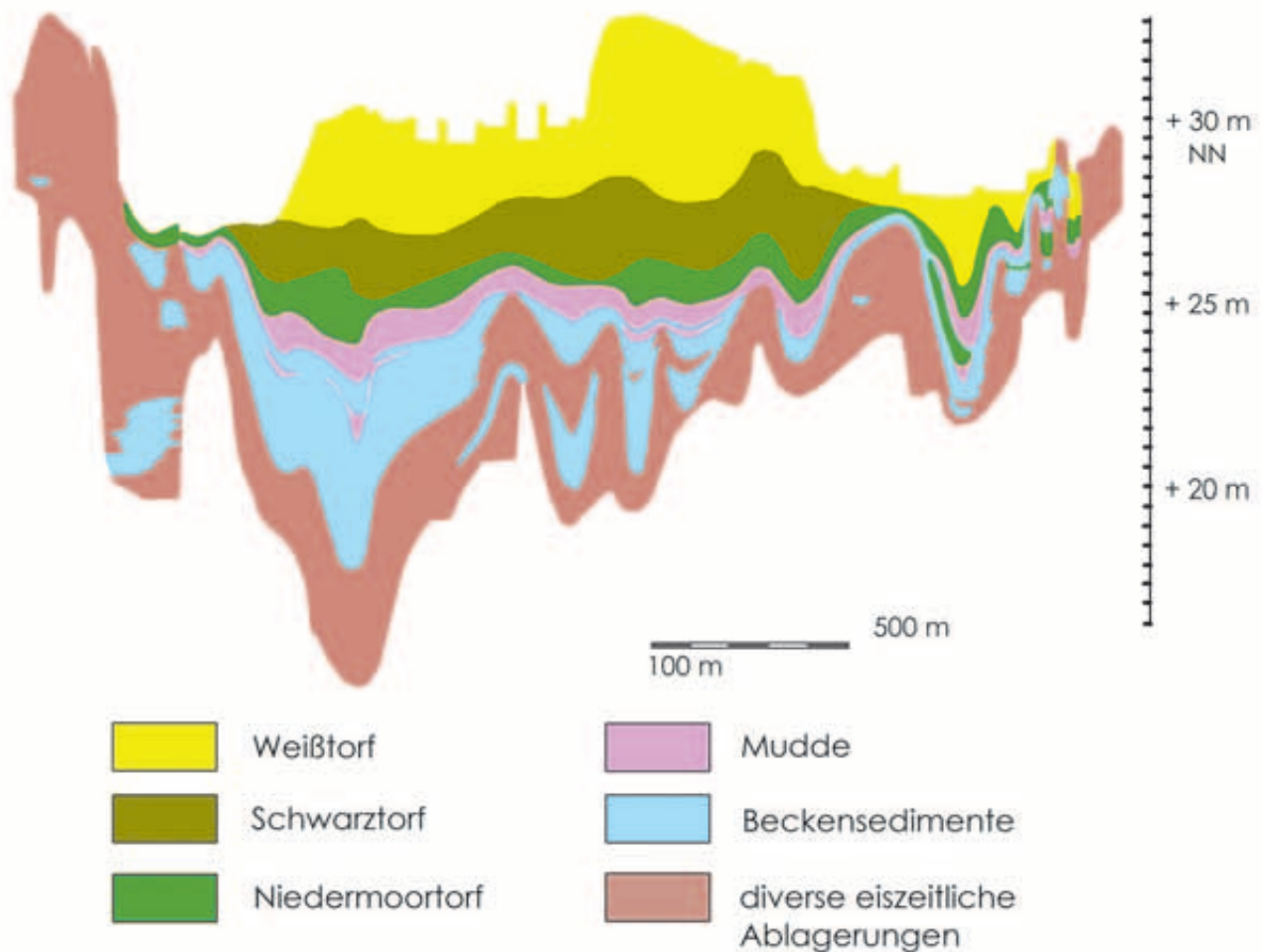


Abbildung 7: Geologischer Schnitt durch das Dosenmoor (vereinfacht nach GEOLOGISCHES LANDESAMT 1994)

zess wird erst durch das Aufwachsen der Torf- oder Bleichmoosarten möglich, die in der Lage sind, große Wassermengen zu speichern (vgl. Kap. 3.2 Vegetation). Folglich handelt es sich bei den norddeutschen Hochmoortorfen vorwiegend um Torfmoostorfe. Wollgrastorfe und Blasenbinsentorfe treten ergänzend hinzu. Das natürliche Relief der nordwestdeutschen Regenmoore weist eine uhrglasförmige Wölbung zur Mitte des Moores auf, die Geländeoberfläche kann dabei mehrere Meter über das Niveau der Umgebung herausragen. Aus diesem topographischen Aspekt leitet sich der Name Hochmoor ab. Die meisten und großen Hochmoore Schleswig-Holsteins haben sich aus Verlandungsmooren entwickelt (Beispiele: Dosenmoor (STEPHAN 1998), Himmelmoor (GRUBE et al. 2010)), eine typische geologische Schichtfolge zeigt der geologische Schnitt in Abbildung 7.

Auf durch Regenwasser vernässten nährstoffarmen Sandböden (Podsolen) konnte es bei entsprechenden klimatischen Bedingungen auf der Geest mehr oder weniger direkt auf mineralischem Grund zur Bildung von Regen- oder Hochmooren kommen. Unter den Sphagnum-Torfen vermittelt hier nur eine dünne Schicht aus Wollgras-Heidetorf zum mineralischen Untergrund (OVERBECK 1975). Solche Bildungen werden als wurzelechte Hochmoore bezeichnet und sind in der Schleswig-Holsteinischen Vor-geest keine Seltenheit (Beispiel: Owschlager Moor). Auch durch randliches Hochmoorwachstum in die Umgebung kann es auf nährstoffarmen Böden zur Ausbildung von Hochmoortorfen mehr oder weniger direkt über mineralischem Grund kommen (Beispiel Rand des Königsmoores bei Königshügel).

## 1.2. Verbreitung der Moore in Schleswig-Holstein

Schleswig-Holstein gehört zusammen mit Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Bayern und Baden-Württemberg zu den moorreichen Ländern Deutschlands. Es wird angenommen, dass in der Vergangenheit über 10 % der Landesfläche von Mooren bedeckt waren (vgl. z.B. SCHÜTRUPF 1956). Die Eingriffe des Menschen in den Wasserhaushalt von Mooren, die landwirtschaftliche Nutzung aber auch der Torfabbau insbesondere zur Gewinnung von Brennmaterial haben zu einem erheblichen Rückgang der Moorfläche Schleswig-Holsteins beigetragen. Vom Menschen unbeeinflusste Moore finden sich in Schleswig-Holstein praktisch gar nicht mehr, etwa 12 % der Moore werden als naturnahe Moore mit Senkenfunktion eingeschätzt (MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME 2011). Der Großteil der Moore unterliegt einer intensiven bis extensiven landwirtschaftlichen Nutzung, Torfabbau findet in Schleswig-Holstein im größeren Umfang nur noch bis 2020 im Himmelmoor bei Quickborn statt.

Abbildung 8 zeigt die Verbreitung der Moore und verwandter Böden Schleswig-Holsteins. Besonders auffällig ist die große Verbreitung der Moore in der Eider-Treene-Sorge Niederung, die weite Verbreitung von Mooren im Übergang von der Marsch zur Geest (Geestrandmoore) sowie die charakteristische Verteilung der Versumpfungsmoore (breite Täler) in den Geestniederungen und der Verlandungsmoore (rundliche Formen) im Jungmoränengebiet. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Verbreitung unterschiedlicher kohlenstoffreicher Böden und Torfvorkommen in Schleswig-Holstein. Abweichungen bei Summenbildungen gegenüber den angegebenen Werten sind rundungsbedingt.

Über die Kategorien von Anmoor, Moorgley, flach überlagertem Moor und mächtig überlagertem Moor hinaus existieren in Schleswig-Holstein weitere mit Mooren in Verbindung stehende Böden. Dies sind insbesondere Böden, die in Seesedimenten (Mudden) entwickelt

Tabelle 1: Verbreitung von Moor und Torf nach Gebietskulisse für den Vollzug des DGLG<sup>1</sup>, für Torfe unter mächtiger Überdeckung ergänzt durch Geologische Übersichtskarte 1:250.000

Moor/Anmoor/ überdeckte Torfe		Bezug	SH	Marsch	Hohe Geest	Vorgeest	Östliches Hügelland
Kohlenstoffreiche Böden (Moore, Moorgleye und Anmoore auch mit flacher Überdeckung)		Fläche [Tsd ha]	161	41	32	29,5	58,5
davon							
	Anmoore	Fläche [Tsd ha]	22	2,5	6,5	6,5	6,5
	Moorgleye	Fläche [Tsd ha]	10,5	2,5	2	2	4
	Niedermoores	Fläche [Tsd ha]	99,5	24,5	18	13	44
	Hochmoore	Fläche [Tsd ha]	28,5	11,5	5	7,5	4
Torfe unterschiedlicher Mächtigkeit im Raum von 0-2 m unter Gelände		Fläche [Tsd ha]	187,5	82	27	23,5	55
		Vol [Mio m <sup>3</sup> ]	2830	1055	437	397	941
davon							
	Torfe anstehend	Fläche [Tsd ha]	120	26	24	21	49
		Vol [Mio m <sup>3</sup> ]	2078	465	406	362	845
	Torfe unter flacher Überdeckung <sup>2</sup>	Fläche [Tsd ha]	18,5	13	1	2	3
		Vol [Mio m <sup>3</sup> ]	309	214	15	25	55
	Torfe unter mächtiger Überdeckung <sup>3</sup>	Fläche [Tsd ha]	49	43	2	1	3
		Vol [Mio m <sup>3</sup> ]	443	376	15	11	41

<sup>1</sup> Dauergrünlanderhaltungsgesetz, Gebietskulisse nach § 4, Absatz 1, Satz 1e) und 1f)

<sup>2</sup> mineralische Überdeckung bis 30 cm mächtig

<sup>3</sup> mineralische Überdeckung mehr als 30 cm mächtig



sind. Ihre Humusgehalte können stark variieren, weshalb organische (Beispiel: Gotteskoog-See-Niederung) und mineralische Mudden (Klostersee-Niederung, Oldenburger Graben) unterschieden werden. Ihr Vorkommen außerhalb von Gewässern geht in der Regel auf künstliche Entwässerung von Seen und kleineren Wasserflächen zurück. Ihre systematische, großmaßstäbige Erfassung steht noch aus. Überschlägig wird ihre Fläche auf 5.000 bis 10.000 ha geschätzt.

### 1.3. Datengrundlagen zur Verbreitung von Mooren in Schleswig-Holstein

In Schleswig-Holstein existieren diverse Grundlagen zur Moorverbreitung. Dabei ist grundsätzlich zwischen den bodenbezogenen Grundlagen und den vegetationskundlichen Grundlagen zu unterscheiden. Die vegetationskundlichen Grundlagen wie die Moorbiotope der Biotopkartierung werden hier nur der Vollständigkeit halber genannt, sie können für die Ableitung der Moorverbreitung im geowissenschaftlichen Sinn nur ergänzend herangezogen werden. Es ist zu beachten, dass entsprechende Flächen in der Karte zum Moorschutzprogramm der Landesregierung (MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME 2011) enthalten sind. Allgemeine Informationen zu den bodenbezogenen Datengrundlagen sind auch im Internet verfügbar<sup>1</sup>.

Sie gliedern sich wie folgt:

- **Daten der Geowissenschaftlichen Landesaufnahme (Bodenkarten, Geologische Karten)**

Die Karten der geowissenschaftlichen Landesaufnahme gliedern sich in Bodenkarten und Geologische Karten unterschiedlicher Maßstäbe von 1:5.000 bis 1:500.000. Landesweit sind bisher nur die Übersichtskarten ab 1:200.000 verfügbar. Mit jeweils etwa 50 % Flächendeckung kommen die Bodenkarte und die Geologische Karte 1:25.000 hinzu. Sehr geringe Flächendeckungen weisen die Bodenkarten 1:5.000 und 1:10.000 auf, die allerdings weite Teile der Niederungsgebiete Schleswig-Holsteins abdecken. Nützliche

Hinweise können auch die Holozän-Mächtigkeitskarten in den Maßstäben 1:25.000 und 1:10.000 enthalten. Veröffentlichte geowissenschaftliche Karten können beim LLUR bestellt werden<sup>2</sup>. Im Geologischen Landesarchiv sind darüber hinaus zahlreiche Manuskriptkarten und Profilbeschreibungen bzw. Schichtenverzeichnisse einsehbar.

- **Daten der Forstlichen Standortkartierung**

Schleswig-Holstein wird zu etwa 10 % von Wald bedeckt, für ca. 90 % der Waldfläche liegen detaillierte Karten der Forstlichen Standortkartierung im Maßstab 1:10.000 vor. Moormächtigkeiten kleiner 1,5 m werden sehr differenziert abgebildet, große Mooregebiete wurden z.T. nicht systematisch abgebohrt. Bei der Aufnahme erfolgte keine Differenzierung in Hoch- und Niedermoor (NIEDERSÄCHSISCHES FORSTPLANUNGSAMT 2009).

- **Daten der Bodenschätzung**

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche unterliegt seit den 1930er Jahren der amtlichen Bodenschätzung. Diese Bodeninventur wird von der Finanzverwaltung durchgeführt und von der Katasterverwaltung in den Liegenschaftskarten mit Bodenschätzung kartographisch umgesetzt<sup>3</sup>.

Die Bodenschätzung bietet für weite Teile der landwirtschaftlich genutzten Fläche Schleswig-Holsteins mit einer Auflösung um den Maßstab 1:5.000 die hochauflösendste bodenbezogene Datengrundlage. Die Bodenaufnahme erfolgt bei der Bodenschätzung in hoher Dichte bis 1 m unter Flur – in Bezug auf die Moore jedoch häufig ohne Torfartendifferenzierung. In den zum Teil 80 Jahre alten Profilbeschreibungen der Bodenschätzung (Grablochbeschriebe) sind differenzierte Angaben zu Moormächtigkeiten, -zersetzung und -beimengungen enthalten. Diese besitzen heute keine absolute Gültigkeit mehr, da bekannt ist, dass es unter landwirtschaftlicher Nutzung zu verstärkter Zersetzung und Torfschwund kommt. Überschlägig kann angenommen werden, dass naturraumspezifisch Böden mit ursprünglich (in den 1930er Jahren) 15 bis 60 cm mächtigen Torfschichten heute nur noch anmoorige Böden darstellen und geringer mächtige Torfschichten heute gänzlich mineralisiert sind (vgl. Kapitel 1.4). Bei mächtigeren Torf-

1 [www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/bodis.html](http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/bodis.html), 27.7.2016

2 [www.umweltdaten.landsh.de/bestell/bestellpubl.html](http://www.umweltdaten.landsh.de/bestell/bestellpubl.html), 13.10.2014

3 [www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/bodenschuetzung.html](http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/bodenschuetzung.html), 27.7.2016

schichten ist bei landwirtschaftlich genutzten Mooren, auch unter Grünland, von einem Torfschwund von ca. 0,7 cm pro Jahr auszugehen. Eigene Auswertungen zeigen dabei im Einklang mit veröffentlichten Studien eine Zunahme der Torfmineralisation bei Ackernutzung (vgl. HÖPER 2007). Allgemein bekannt ist zudem, dass niedrige pH-Werte, wasserstauende Schichten im näheren Untergrund, Überschüsse in der klimatischen Wasserbilanz und extensive Nutzung mit hohen Wasserständen die Abbauraten mindern.

- **Zusammengeführte Daten**

Eine aktuelle hochauflösende Darstellung der Moore und verwandter Böden ist für den Vollzug des Dauergrünlanderhaltungsgesetzes (DGLG) entwickelt worden. Diese Gebietskulisse der Moore und Anmoore nach dem 2013 in Kraft getretenen Gesetz weist Moorböden und Anmoorböden unabhängig von ihrer tatsächlichen Nutzung für ganz Schleswig-Holstein aus. Die Anforderungen an einen anmoorigen Boden sind so definiert, dass der Boden in seinen obersten 40 cm eine mindestens 10 cm mächtige Schicht aufweisen muss, die mindestens 15 % Humus enthält. Für den Vollzug dieses Gesetzes wurde eine landesweite Gebietskulisse mit entsprechenden Böden auf der Grundlage der oben aufgelisteten bodenbezogenen Datengrundlagen erarbeitet. Dabei wurde eine hierarchische Zusammenführung der Datengrundlagen gewählt. Höchste Priorität genießen die entsprechend der oben dargelegten Vorgehensweise ertüchtigten Bodenschätzungsdaten, es folgen die Daten der Forstlichen Standortkartierung und schließlich die Daten der geowissenschaftlichen Landesaufnahme. Auf diese Weise wurden zusammen rund **161.000 ha Moorböden und Anmoorböden** identifiziert. Tabelle 1 basiert mit Ausnahme der mächtig überlagerten Moore auf dieser Auswertung. Die Kulisse wurde für zusammenhängende Flächen mit einer Flächengröße von mindestens 2 ha in den Agrar- und Umweltatlas unter dem Thema Landwirtschaft eingestellt<sup>4</sup>. Die Reduzierung auf Flächen  $\geq 2$  ha führt zu einer Gebietskulisse von ca. 152.000 ha.

## 1.4. Entwicklung der Moorböden unter dem Einfluss des Menschen

Die Moornutzung hat auch in Schleswig-Holstein eine lange Tradition. Zu den Themen Moorkolonisation und -melioration und Torfabau sei auf Kapitel 2.1 dieser Broschüre verwiesen. Ausführungen zur Bedeutung von Mooren als Archive der Kulturgeschichte finden sich in Kapitel 6.

Hier sollen die Prozesse der Moorsackung, Torfschrumpfung und Torfmineralisation in Verbindung mit der Bodenentwicklung im Vordergrund stehen, wobei selbstverständlich auch immer ein Bezug zur Vornutzung und den durchgeführten Meliorationsmaßnahmen der Moore besteht, dies wird besonders deutlich bei den profilverändernden Meliorationsmaßnahmen des Tiefpflügens (Sandmischkultur vgl. Abbildung 9), der Baggerkühlung und der Überdeckung von Mooren mit mineralischem Bodenmaterial (Sanddeckkultur). Der Bodenaufbau kann durch diese Maßnahmen so stark verändert sein, dass diese Böden auch im geowissenschaftlichen Sinn nicht länger als Moorstandorte anzusehen sind.

Die meisten Moorböden in Schleswig-Holstein unterliegen allerdings nicht diesen starken anthropogenen Eingriffen, sondern sind mittelbar durch Entwässerung, Düngung und Kalkung betroffen. Als erste **Folgen der Entwässerung** sind das Absterben der standorttypischen Vegetation, die Besiedlung mit moorfremden Arten oder Nutzpflanzen sowie das sofortige Ende der Torfbildung anzusehen. Folgen, welche die Mächtigkeit des Torfkörpers betreffen, können mit den Begriffen Moorsackung, Schrumpfung (und -quellung) sowie Torfmineralisation beschrieben werden. Weitere Prozesse in entwässerten Mooren sind die Humifizierung, Verlagerungs-, Auswaschungs- und Anreicherungs Vorgänge sowie Bodenlockerung und Durchmischung durch Bearbeitung oder Bioturbation (STEGMANN & ZEITZ 2001).

---

4 <http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php>, 13.10.2014

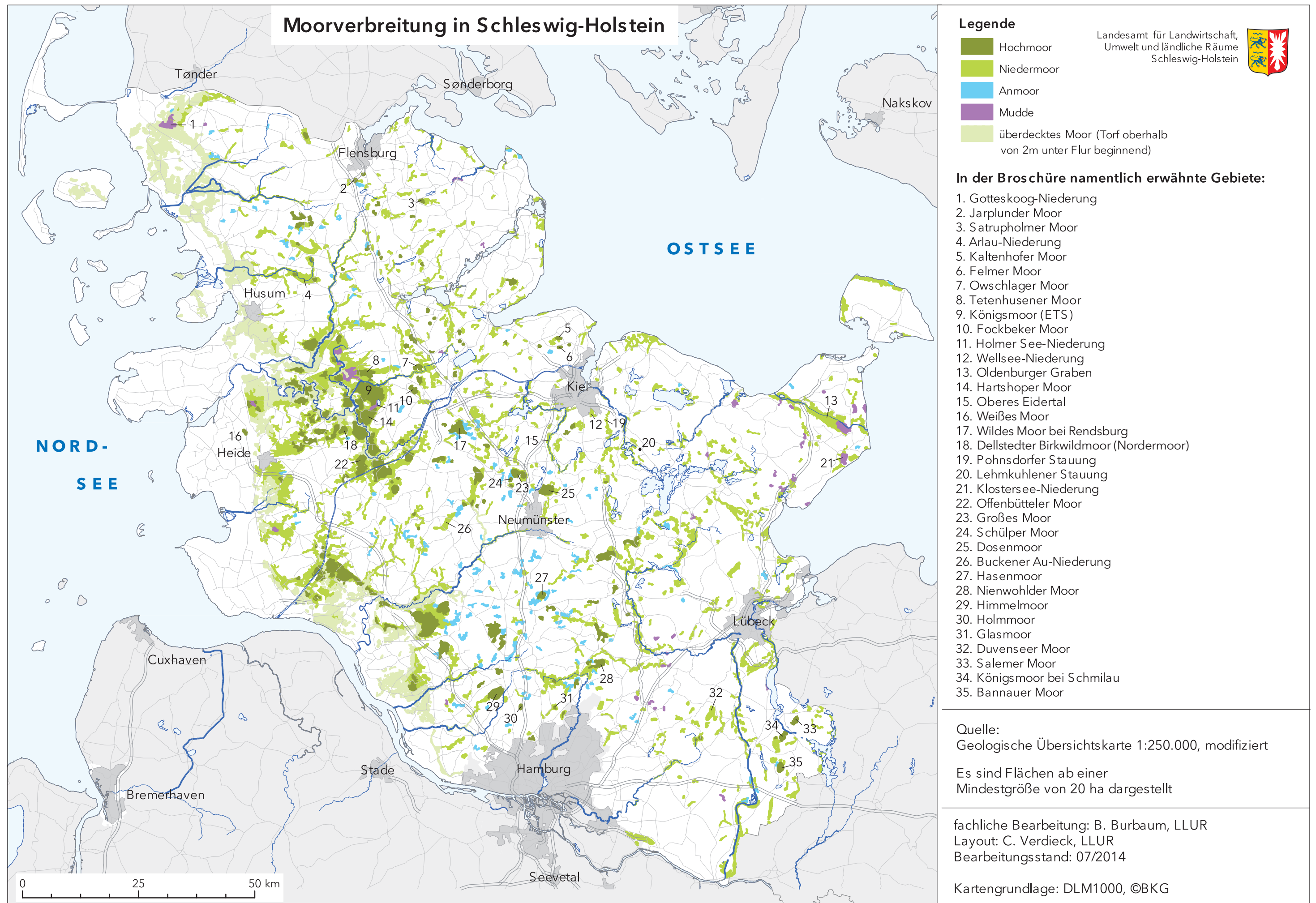


Abbildung 8: Karte der Moorverbreitung in Schleswig-Holstein





Abbildung 9: Tiefgepflügtes Moor mit schräg gestellten Torfbalken bei Oldenburg (NDS). (Foto: H. Burghardt, OFD Niedersachsen)

- **Moorsackung**

Die Moorsackung wird in der Literatur auch als Setzung oder Kompression bezeichnet. Sie geht auf die erhöhte Druckspannung durch Verlust des Auftriebs in entwässerten Mooren zurück und führt insbesondere in der tieferen noch wassergesättigten Zone zu einer Erhöhung des Substanzvolumens bei gleichzeitiger Abnahme des Wassergehaltes, der in unentwässerten Mooren bis zu 97 % betragen kann. Es ist eine Abnahme der Grobporen zu verzeichnen, mit der wiederum eine verminderte Wasserleitfähigkeit einhergeht. Bei Erstentwässerung mächtiger Moore können in den ersten Jahren Setzungsraten von mehr als 3 cm pro Jahr festgestellt werden.

- **Schrumpfung und Quellung**

Schrumpfung und Quellung finden ausschließlich im wechselfeuchten Bereich des Bodenprofils insbesondere im Bereich direkt oberhalb des mittleren Wasserspiegels statt. Unter Schrumpfung versteht man dabei die Abnahme des Porenvolumens in Torfen in Folge der Entwässerung durch sich zusammenziehende Bo-

denteilchen (die nach innen gekrümmten Menisken des Wassers in den Poren ziehen die Bodenteilchen zusammen). Dieser Prozess ist nur zum Teil reversibel, so dass man auch von einer irreversiblen Erstschrumpfung spricht. Bei Wasserzufuhr kann nur ein Teil der geschrumpften Poren wieder durch Quellung mit Wasser gefüllt werden. Irreversible Erstschrumpfung führt also wie die Moorsackung zu einer Erhöhung des Substanzvolumens von Torfen.

- **Torfmineralisation**

Unter Torfmineralisation (oxidativer Torfverzehr) wird die Umwandlung von hochmolekularen organischen Verbindungen zu einfachen Verbindungen ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  etc.) verstanden. Mikrobieller Torfabbau findet überwiegend oberflächennah bei guter Durchlüftung des Bodens statt. Es ist der einzige durch Entwässerung ausgelöste Prozess, bei dem Torfsubstanz verloren geht. Die höchsten Torfmineralisationsraten werden in Deutschland auf tief entwässerten kalkreichen Niedermooren in stärker kontinental geprägten Klimaregionen erreicht. Auf Schleswig-Holstein übertragen kann gefolgert werden,



dass entwässerte Niedermoore im Süd-Osten des Landes besonders starke Torfmineralisationsraten aufweisen können. Bei der Torfmineralisation werden auch erhebliche Mengen an Stickstoff freigesetzt, welche z.B. in Form von Nitrat ins Grundwasser und angrenzende Oberflächengewässer oder z.B. in Form von Lachgas in die Atmosphäre gelangen können.



Abbildung 10: Dieser Moorpegel im Hartshoper Moor belegt gut zwei Meter Geländehöhenverlust (Foto: M. Trepel)

Die Geländehöhenverluste in entwässerten Mooren (vgl. Abbildung 10 mit Moorpegel als Beleg für ca. 2 m Geländehöhenverlust) gehen sowohl auf Sackung als auch auf Schrumpfung und Torfmineralisation zurück. Der Torfmineralisation werden dabei Anteile von 33 bis 55 % zugeschrieben (STEGMANN & ZEITZ 2001). In der Literatur werden Höhenverluste von über 2 cm pro Jahr beschrieben, entsprechende Beispiele finden sich in einer zusammenfassenden Auswertung (HÖPER 2007). Diese Werte sind auch für mächtige Moore in Schleswig-Holstein plausibel, wie zum Beispiel die Geländehöhenverluste im Hartshoper Moor (vgl. Kapitel 9.2) zeigen. Starke Höhenverluste treten dabei insbesondere zu Beginn der Entwässerung auf. Für flachgründige, lang anhaltend landwirtschaftlich genutzte Moorböden in Schleswig-Holstein konnten entsprechende Verluste allerdings in einer eigenen Auswertung nicht nachvollzogen werden. Hier werden mittlere Höhenverluste von weniger als 1 cm pro Jahr (um 0,4 bis 0,7 cm pro Jahr) erwartet. Diese Zahlen decken sich mit den Angaben im Abschlussbericht der ARBEITSGRUPPE NIEDERUNGEN 2050 / MARSCHENVERBAND SCHLESWIG-HOLSTEIN (2014) und dem Abschlussbericht „Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen – Teil Grünland“ (MANOLIS et al. 2014).

#### **Bodentypen und -horizonte natürlicher und entwässerter Moore**

Die traditionellen landwirtschaftlichen Nutzungen von Mooren erfordern zunächst die Entwässerung der obersten Bodenhorizonte. Diese erfolgt zumeist durch die Anlage von Gräben und ergänzend durch Drainagen. Unter dem Einfluss von Belüftung, Düngung, ggf. Kalkung und Bodenbearbeitung entwickelt sich im Laufe der Zeit ein für die landwirtschaftliche Nutzung günstiges Bodengefüge (vgl. Abbildung 13, Stadium 2-4). Der Oberboden ist vererdet (Hv-Horizont), darunter folgen ein wechselnd wassererfüllter Hw-Horizont und ein ständig wassererfüllter Hr-Horizont. Je nach eingestelltem Wasserstand, Torfart, pH-Wert und klimatischen Bedingungen können sich aus diesen Erd-Mooren (Erd-Niedermoor, Erd-Hochmoor) stärker degradierte Moore entwickeln, die für die landwirtschaftliche Nutzbarkeit negative Eigenschaften aufweisen. Solche Moore werden in der Bodenkunde als Mulm-Moore (Mulm-Niedermoor bzw. Mulm-Hochmoor, vgl. Abbildung 13, Sta-





Abbildung 11: Gefügebildung im stark zersetzten Moor bei Mölln (Foto: M. Filipinski)

dium 5-6) bezeichnet. Sie weisen einen vermulmten Oberboden (Hm-Horizont) auf, der z.T. schwer benetzbar sein kann und dann sowohl stauend gegenüber Niederschlagswasser wirkt als auch von kapillar aufsteigendem Wasser schlecht befeuchtet werden kann. Im trockenen Zustand ist der Boden pulvrig bis staubig. Darunter folgen ein Ha-Horizont mit starker Gefügebildung (vgl. Abbildung 11), der in Trockenphasen erhebliche Schrumpfrisse zeigen kann, aber auch durch horizontale Risse gekennzeichnet ist, welche den kapillaren Aufstieg erschweren (ZEITZ 1992; AD-HOC-AG BODEN 2005).

Unter dem Ha-Horizont folgt der Torfschrumpfungshorizont (Ht-Horizont), der durch vertikale Risse in Folge von Quellung und Schrumpfung gekennzeichnet ist (vgl. Abbildung 12).

Er vermittelt schließlich zum pedogenetisch nur schwach beeinflussten Hw-Horizont, der auch in natürlichen Mooren vorzufinden ist. Stark degradierte Mulm-Moore entstehen bei mittleren Wasserständen tiefer als 80 cm unter Flur. Die landwirtschaftlich genutzten Moore Schleswig-Holsteins gehören klimabedingt überwiegend zu den weniger stark veränderten Erd-Mooren (TREPEL 2013).

Bei Moorwiedervernässungen von degradierten Standorten ist zu beachten, dass es nur zu einer geringen Rückquellung der Torfe kommt, der Großteil der Geländehöhenverluste also irreversibel ist (SCHMIDT 1995). Allerdings konnten bei Wiedervernässungsprojekten von Hochmooren mit schwach zersetzten Torfen in Schleswig-Holstein Rückquellungen von mehreren Dezimetern festgestellt werden (vgl. Kap. 9.2).





Abbildung 12: Schrumpfrisse im Niedermoor bei Bad Oldesloe (Foto: M. Filipinski)

### Entwicklung der Moore unter dem Einfluss des Klimawandels

Die Szenarien des Klimawandels in Norddeutschland gehen von einem relativ gleichmäßig über das ganze Jahr verteilten Temperaturanstieg aus. Bei den Niederschlägen steht eine prognostizierte Abnahme der Sommerniederschläge einer Zunahme der Winterniederschläge gegenüber. Außerdem wird eine leichte Zunahme von Trockenperioden (MEINKE & GERSTNER 2009, NORDDEUTSCHES KLIMABÜRO 2014) erwartet. Das bedeutet insgesamt eine Verschlechterung der Erhaltungsbedingungen von entwässerten Moorstandorten, weil die Niederschlagsverteilung, die erhöhte Verdunstung und die Zunahme von Trockenphasen bei noch ausreichender Wasserversorgung der Mikroorganismen den oxidativen Torfabbau im Sommerhalbjahr fördern. Erst bei starker Austrocknung der oberflächennahen Horizonte wird der mikrobielle Abbau hier verlangsamt, kann sich aber in tieferen Bodenzonen intensivieren.

Als Anpassungsstrategie gegen die Folgen des Klimawandels bietet sich für landwirtschaftlich genutzte Flächen eine extensive Grünlandnutzung bei Sommer-Wasserständen von 30 bis 35 cm unter Flur an. Auf ungenutzten Flächen können auch noch höhere Wasserstände sinnvoll sein. Auch ohne Berücksichtigung der Verschärfung der Situation durch den Klimawandel ist die Wiedervernässung die effektivste Maßnahme zur Reduzierung der Torfmineralisation. DRÖSLER et al. (2012) haben Messergebnisse von Treibhausgasemissionen veröffentlicht, die belegen, dass aus nassen, extensiv genutzten Grünlandstandorten nur etwa 1/3 der Treibhausgasemissionen wie aus Ackerflächen auf Moorböden ausgehen. Naturnahe oder renaturierte Standorte weisen nur 1/10 der Emissionen von Ackerstandorten auf Moor auf. Weitere Ausführungen zur Klimarelevanz von Mooren finden sich in Kapitel 4.

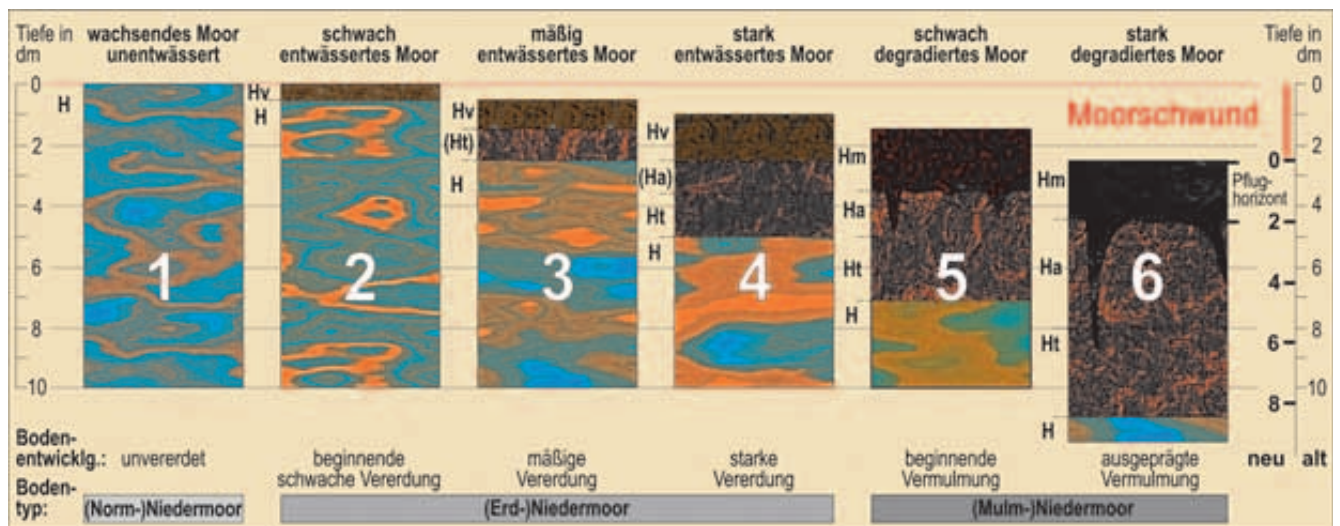


Abbildung 13: Bodenentwicklung in Folge von Moorentwässerung (MLUR Brandenburg 2003)

## 2. Moornutzung und Schutz in der Vergangenheit

### 2.1. Historische Nutzung der Moore

#### ➤ Liesel Schnibbe

Zum Jagen und Fischen gingen Menschen schon während der Steinzeit in die Moore. Ebenfalls aus dieser und sogar früheren Zeiten stammen kilometerlange Bohlenwege aus Eichen- oder Erlenholz, die die Durchquerung des unwegsamen Geländes ermöglichten. Zahlreiche Moorleichen und Mooropferplätze des 3. und 4. Jahrhunderts n. Chr. belegen die Anwesenheit der Menschen. Der Abbau von Torf wurde zunächst von den Bewohnern der Moorrandgebiete begonnen und mit der Besiedelung der Moore stark ausgedehnt. Torf diente als Vieheinstreu und vor allem als Brennmaterial für den Hausbrand, für die Eisengewinnung aus Raseneisenstein, für die Glasschmelzen und Ziegeleien. Aus Torfen der Küstenüberflutungsmoore konnte mittels Verbrennen Salz gewonnen werden (GESELLSCHAFT FÜR SCHLESWIG-HOLSTEINISCHE GESCHICHTE<sup>1</sup>). Dieser Raubbau an Torflandschaften trug maßgeblich zu massiven Landverlusten an der Westküste durch Sturmfluten im Mittelalter bei.

Norddeutsche Moore wurden ab dem 18. Jahrhundert systematisch „kolonisiert“ (STIFTUNG LEBENSRAUM MOOR<sup>2</sup>). Die Entwässerung der Moore sollte den Kolonisten Viehhaltung und Ackerbau ermöglichen. Doch für die ersten Siedler reichte es selbst mit dem Abbau und Verkauf von Torf als Zubrot kaum zum Überleben. Erst spätere Generationen konnten infolge der durchgeführten Entwässerung Landwirtschaft in einem größeren Ausmaß betreiben. Das Sprichwort: „Den Ersten sien Dod, den Tweeten sien Not, den Drütten sien Brod“ – Dem Ersten der Tod, dem Zweiten die Not und dem Dritten das Brot – beschreibt es sehr anschaulich.

#### **Besiedlung der Moore, Kolonisation**

Schleswig-holsteinische Dörfer mit den königlichen

Ortsnamen wie Friedrichsholm, Friedrichsau, Christiansholm und Prinzenmoor gehören zu den sogenannten Kolonistendörfern (FRIES<sup>3</sup>). Sie wurden im 18. Jahrhundert im Rahmen der Heide- und Moorkolonisation 1759-1765 gegründet, als in Jütland und Schleswig-Holstein die riesigen ungenutzten Moorflächen systematisch kolonisiert werden sollten. Dem Werben des dänischen Königs und Herzogs von Schleswig-Holstein Friedrich V. folgten über 4.000 Menschen aus Süddeutschland ab 1759 nach Dänemark und ab 1761 zur Trockenlegung der Moore und Sümpfe nach Schleswig-Holstein. Bis 1764 entstanden hier 47 Kolonien mit je bis zu 44 Siedlerstellen (GESELLSCHAFT FÜR SCHLESWIG-HOLSTEINISCHE GESCHICHTE). Netzartig wurden tiefe Kanäle angelegt, die über 2.500 Hektar Moorfläche entwässerten. Schiffbar waren sie wegen des weichen Moores jedoch nicht. Schon 1765 musste das Projekt eingestellt werden. Die Heide- und Moorböden waren mit den Kenntnissen und Hilfsmitteln der Zeit nicht zu kultivieren und konnten die Kolonistenfamilien nicht ernähren. Angebaut wurden Gemüse in den Kohlhöfen und anspruchslose Feldfrüchte wie Buchweizen, Roggen, Gerste, Hafer und Kartoffeln. Im ersten Jahr lieferte die Asche der Brandrodung die notwendigen Nährstoffe. Schon im zweiten Jahr sanken die Erträge. Nur mit Buchweizen und Kartoffeln waren noch etwas bessere Ernten möglich. Das große Projekt scheiterte wie schon zuvor die Projekte der Ödlandkolonisation in den Jahren 1723, 1751 und 1753 kläglich.

Auf dem anschließend weitgehend brachliegenden Kolonistenland begannen um 1900 große Veränderungen, nachdem Mineraldünger und Dampfpflüge erfunden waren. Preußen kurbelte die staatliche Bodenverbesserung, die Melioration, an. Während des 1.

1 <http://www.geschichte-s-h.de/vonabiszindex.htm>, Kapitel Moor

2 <http://www.stiftung-lebensraum-moor.de/index.htm>

3 <http://www.friedrichsholm.de>. Die Geschichte Friedrichsholms.



Weltkrieges intensivierte sich die flächenhafte Moorentwässerung unter Einsatz von Kriegsgefangenen (TREDE 2013). 1913 wurde die Landgesellschaft zur Ödlandkultivierung gegründet. Sie initiierte bis 1939 bereits 6.600 neue Siedlerstellen mit 91.000 Hektar Land zur Bewirtschaftung. Die Nationalsozialisten griffen die sogenannte Ödlandkultivierung propagandistisch auf und setzten sie mit Reichsarbeitsdienst und Arbeitslosen fort.

Doch auf den Heide- und Moorflächen der Gest blieb die Landwirtschaft weiterhin beschwerlich. Bessere wirtschaftliche Bedingungen wurden hier ab 1953 mit dem Programm Nord geschaffen. Zur Förderung der strukturalmen Region standen neben der wasserwirtschaftlichen Ausrichtung Maßnahmen wie Flurbereinigung, flächendeckender Windschutz und Umstellung auf Weidewirtschaft zur Verfügung.



Abbildung 14:  
Dampf-Tiefkultur-  
Kippflug, 1954  
(Quelle: LK-Archiv)

### Melioration von Mooren mit verschiedenen Techniken

„Melioration“ leitet sich von dem lateinischen „meliorare“ („bessern“) ab und umfasst verschiedene Maßnahmen zur Bodenverbesserung. Neben der Eindeichung von Küsten und anderen Überschwemmungsgebieten gehören auch die Be- oder Entwässerung, die Drainierung und das Urbarmachen von Ödland dazu. Die landwirtschaftliche oder gartenbauliche Nutzung von Moorböden und auch die Torfgewinnung setzen eine angepasste Wasserregulierung voraus. Die Entwässerung erfolgt mit Gräben, Rohrdrainagen und Vorflutgräben sowie über Flussregulierungen oder das Einfassen von Quellen. Das Ziel all dieser Anstrengungen ist die Verbesserung des bodennahen Klimas und ein regulierter Wasserumsatz, um so die Bewirtschaftung zu erleichtern, die Ertragsfähigkeit zu erhöhen und breitere Anbaumöglichkeiten zu schaffen.

Mit der Anlage von Deichen und Gräben wurde der Wasserhaushalt schon im 11. Jahrhundert verändert. Neue und effektive Entwässerungstechniken brachten die im 17. Jahrhundert im Raum Friedrichstadt siedelnden Holländer mit. Deiche und Schöpfmühlen verwandelten ungenutztes Marschland, Niedermoore und Seen zunächst in Köge und anschließend ertragreiche Wiesen und Weiden. Die Begradigung und der Ausbau der Fließgewässer im 20. Jahrhundert förderten ebenfalls die Entwässerung und damit die landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden.

Zur Zeit der Industrialisierung stieg in Mitteleuropa, bedingt durch das Wachstum der Bevölkerungszahl, der Bedarf an landwirtschaftlichen Flächen. Also begann eine systematische Kultivierung auch von Hoch- und Niedermooren,



Abbildung 15: Hochmoorprofil, 1959  
(Quelle: LK-Archiv)

größtenteils unter staatlicher Förderung. Frühe, eher kleinflächige Moorkultivierungsformen wie Handtorfstich und Moorbrandkultur wurden abgelöst von umfassenderen Verfahren. Zur schon bekannten Entwässerung und zum Torfabbau kam das Abdecken oder Durchmischen des Moorbodens mit dem darunter liegenden Mineralboden bzw. Sand und tiefes Pflügen hinzu. Je nachdem, ob Hoch- oder Niedermoor zu kultivieren waren, kamen unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Die gewonnenen Kulturlächen konnten als Grünland, bei einigen Verfahren auch als Ackerland genutzt werden.

Die **Moorbrandkultur** wurde seit dem 16. Jahrhundert ausgeübt. Der im Winter entwässerte Boden wurde abgebrannt und sofort in der Asche vorzugsweise Buchweizen oder Hafer ausgesät. Nach weniger als 10 Jahren war der Boden ausgelaugt und musste 20-30 Jahre brach liegen.

Bei der **Fehnkultur**, die in der Mitte des 17. Jahrhunderts aus den Niederlanden kam, entwässerten große Gräben die Hochmoore. Nach dem Abbau von Schwarztorf wurden Sand und Weißtorf zu einem neuen, ackerfähigen Bodenprofil aufgeschichtet oder gemischt.

Die **Deutsche Hochmoorkultur** als Schwarzkultur fand ab 1850 Anwendung. Nach einer Entwässerung wurden die Hochmoorflächen nicht abgetorft, sondern nur umgebrochen und gedüngt. Im Anschluss war ausschließlich Grünlandwirtschaft möglich. Die Böden waren sehr gefährdet für Spätfrost und Moorsackung.

Die Ackernutzung war nach einer **Sandmischkultur** bei Hochmooren unter 1,2 m Tiefe möglich. Nach dem 2. Weltkrieg pflügten Mammutpflüge Sand aus einer Tiefe von 2-3 Metern zu schräg geschichteten Sand- und Torflagen hoch (SCHEFFER et al. 2002).

Eine **Schwarzkultur** in nährstoffreichen Niedermooren gab es bereits im Hochmittelalter. Der Moorboden wurde entwässert und ohne weitere Veränderungen in Kultur genommen.

Die Niedermoor-**Sanddeckkultur** war nur für Niedermoore mit einer Schichtstärke bis zu 80 cm geeignet. Auf dem Moorboden wurde eine ca. 20 cm dicke Sandschicht aufgebracht, aber im Gegensatz zur Sandmischkultur nicht vermisch. Dieses Verfahren konnte das Ausmaß der Vermulmung und des Torfschwundes auf bewirtschafteten Moorflächen reduzieren.

## 2.2. Anfänge des Moorschutzes

➤ **Jürgen Eigner**

Mit dem Beitrag „Renaturierung von Hochmooren – Möglichkeiten und Grenzen nach 20-jähriger Erfahrung und wissenschaftlicher Begleitung“ (EIGNER 1995) konnte eine vorläufige Bilanz einer umfassenden Bearbeitung von ersten Anfängen in den Jahren ab 1974 bis zu einem doch einigermaßen abgerundeten Projekt-Bild der Moor-Regeneration – insbesondere der Hochmoor-Regeneration – vorgelegt werden. Es war zugleich die Bilanz einer spannenden Tätigkeit im Verbund und im – auch manchmal streitbaren – Dialog mit Repräsentanten unterschiedlicher gesellschaftlicher Gruppierungen von der fachlich-wissenschaftlichen Seite über den im Naturschutz so wichtigen ehrenamtlichen Bereich der Naturschutzverbände, der Beiräte und Beauftragten bis hin zu betroffenen Flächeneigentümern und auch Interessengruppen wie der Torfindustrie.

Die erste Grundlage bildete in Schleswig-Holstein das damals neue Landschaftspflegegesetz vom 16. April 1973, das – wie auch entsprechende Gesetze aller anderen Bundesländer – in diesem Zeitraum das alte Reichsnaturschutzgesetz von 1937 ablöste und den Einstieg in ein modernes zeitgemäßes Naturschutzhandeln ermöglichte. Dies war zugleich die Grundlage für die Errichtung einer effektiven Naturschutzverwaltung einschließlich des im Mai 1973 neu gegründeten Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege als fachlich beratende Instanz in Schleswig-Holstein.

### **Erste Anfänge/Definition**

Gesetzliche Grundlage für den Moorschutz in Schleswig-Holstein war damals der § 12 im Landschaftspflegegesetz, noch innerhalb des Abschnittes zur Eingriffsregelung. Er lautete schlicht: „Eingriffe in Moore, Sümpfe und Brüche sind verboten“. Man kann sich heute gar nicht mehr vorstellen, wie sensationell neu dieser Satz war und wirkte und welche einschneidenden Veränderungen er für das Wirken und die Möglichkeiten des Naturschutzes – und natürlich auch für betroffene Landnutzer – er mit sich brachte. Von diesem noch begrenzten Biotopschutz innerhalb der Eingriffsregelung wurde in den folgenden Jahren und Jahrzehnten

der umfassende Biotopschutz in den Ländergesetzen und im Bundesnaturschutzgesetz aufgebaut. Inzwischen gibt es eine lange Liste gesetzlich geschützter Biotope innerhalb der Gebietschutzregelung.

Für die junge Fachbehörde ergab sich damals fast automatisch aus dieser Regelung ein neues Arbeitsgebiet von zunehmender Komplexität. Zunächst galt es, eine für die Verwaltung und das Naturschutzhandeln geeignete Definition für die Landschaftsbestandteile Moore, Sümpfe und Brüche vorzulegen, was bereits 1974 erfolgte und als Erlass vom damaligen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bekanntgegeben wurde. Die Definition zeigt schon die besondere Aufgabenstellung des Landesamtes „an der Nahtstelle zwischen Wissenschaft und Verwaltung“. Natürlich wurden fachlich saubere wissenschaftliche Definitionen aus der Geologie und der Bodenkunde zugrunde gelegt. Wichtig für das praktisch umsetzbare Naturschutzhandeln war aber die Einschränkung, dass nur dann ein Moor, Sumpf oder Bruch vorliegt, wenn noch die (naturnahe) mooreigene Pflanzenwelt vorhanden ist, an der das Moor als solches eindeutig erkannt werden kann. Damit wurde eine eindeutige Abgrenzung zum landwirtschaftlich genutzten Grünland auf Moorboden ermöglicht. Gleichzeitig wurde für eventuelle aus der Nutzung fallende Moorgrünländereien eine Fünf-Jahres-Frist eingeführt, ehe bei erfolgter Rückentwicklung zur naturnahen Moorvegetation wieder von einem Moor im Sinne des Gesetzes gesprochen werden kann. Diese Grundsätze der Einstufung von Biotopen sind im Laufe der weiteren Entwicklung des Biotopschutzes im Naturschutz bis heute erhalten geblieben.

### **Zunächst Hochmoorschutz**

Mit konkreten Maßnahmen zum Moorschutz und besonders zur Moorentwicklung unter den Stichworten Moor-Regeneration, Moor-Restaurierung oder Moor-Renaturierung lag der Schwerpunkt zunächst bei den Hochmooren. Die Hochmoore waren naturschutzpolitisch auch vor dem Landschaftspflegegesetz Schwerpunktoobjekte des Naturschutzes. Sie waren gut



definiert und boten im Dialog mit den Landnutzern am wenigsten Konfliktstoff. Für die Renaturierung boten sich die Hochmoore auch aufgrund ihres speziellen – ausschließlich vom Regenwasser gespeisten – Wasserhaushaltes an, zumal sie sowohl im intakten als auch im degenerierten Zustand im Prinzip nach unten abgedichtet sind und somit kaum Wasser an das umgebende Grundwasser abgeben. Daher wird bei einem Wasseranstau im Prinzip nur der moorinterne Wasserstand verändert, so dass angrenzende Flächen davon kaum betroffen sind. Diese hydrologischen Grundsätze mussten vom Landesamt erst praxisgerecht erarbeitet werden. Für die allgemeinverständliche Verbreitung unserer Ergebnisse und Überlegungen bot damals das Bauernblatt (z.B. EIGNER 1975, 1978) ein gutes Forum.

Noch vor der flächendeckenden Biotopkartierung in Schleswig-Holstein wurde eine erste Erfassung der Hochmoore im Lande als Grundlage zum Moorschutz durchgeführt, wobei fünf Zustände mit zunehmender Degradierung erfasst wurden – mit dem Ergebnis, dass von ehemals 53.000 ha Hochmooren rund 100 Jahre vorher nur noch 5.500 ha nicht kultivierte Flächen, also rund 10 % vorhanden waren, davon nur ca. 100 ha unberührtes atlantisches baumfreies Hochmoor (LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE 1977).

### Erste Prüfsteine

Die Etablierung des neuen Moorschutzes machte sich in den ersten Jahren an den drei wertvollsten, als Gesamterscheinung am besten erhaltenen Hochmoorresten in Schleswig-Holstein fest, nämlich dem „**Dosenmoor**“ bei Neumünster-Einfeld, dem „**Weißes Moor**“ bei Heide und dem „**Nienwohlder Moor**“ im Einzugsbereich der Alster nördlich von Hamburg. In allen drei Mooren spielte der Torfabbau noch eine wichtige Rolle, bzw. der Wunsch der Pächter, die Moore trotz bestehendem Eingriffsverbot weiter zu nutzen. Im Dosenmoor und im Nienwohlder Moor, deren Abbauf Flächen im forstfiskalischen Besitz standen, gelang es verwaltungsintern, auch unter Beteiligung der schleswig-holsteinischen Landgesellschaft, die Torfnutzung, die z.B. im Dosenmoor über 90 Jahre erfolgt war, letztlich einvernehmlich zu beenden. Im Weißes Moor kam es zu einem Verwaltungsgerichts-Prozess, der bis zum damals zuständigen Obergerichtsgericht in Lüneburg ausgefochten wurde – mit dem Ergebnis, dass der Be-

stand und die Durchsetzungskraft des § 12 bestätigt wurden und die Torfnutzung eingestellt werden musste. Leider wurde im Laufe des Prozesses im Moor noch „auf Deubel komm raus“ abgetorft, so dass letztlich nur noch ein kleiner Restsockel dieses einzigen erhaltenen größeren Hochmoorkomplexes in der Marsch erhalten geblieben ist. Dabei konnte in einer dramatischen Rettungsaktion der Familien Brehm und Eigner das einzige Vorkommen der Moltebeere (*Rubus chamaemorus*) in Schleswig-Holstein von seinem spontanen Wuchsort vor der Abtorfung geborgen und an zwei anderen Stellen im Weißes Moor und auch im Hartshoper Moor umgepflanzt werden. Alle drei Moore wurden aufgrund ihrer überregionalen Bedeutung zusätzlich zum Biotopschutz als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Sie bildeten danach auch Schwerpunkte der Renaturierungsbemühungen.

### Begriffsdiskussion

Im Laufe der Bemühungen zur Moorrenaturierung wurden auch besonders von wissenschaftlicher Seite Diskussionen um die richtigen Begriffe zu dem Vorgang geführt. Dabei standen Begriffe wie Moorrenaturierung, -regeneration, -revitalisierung und auch -restauration im Raum. Wir (EIGNER & SCHMATZLER 1980) haben uns von vornherein im Wesentlichen auf die Begriffe **Renaturierung** als eine allgemeine Verbesserung des Zustandes von Hochmooren in Richtung auf mehr Natur und **Regeneration** als erfolgreiche Wiederherstellung echter hochmoortypischer Verhältnisse – sichtbar am Wachstum einer geschlossenen Torfmoosdecke – festgelegt. In einer späteren Phase der bereits etablierten Projekte wurde noch mit Vehemenz der Begriff „**Revitalisierung**“ eingeführt (z.B. LÜTTIG 1993). Diese Begriffsdiskussion ist im Grunde wenig hilfreich. Besser wäre es vielleicht, allgemein von der Hauptmaßnahme auszugehen und einfach von **Wiedervernässung** zu sprechen, diese umzusetzen und dann abzuwarten, was die Natur selbst generiert, naturiert oder vitalisiert. Die Begriffsdiskussion barg auch noch eine naturschutzpolitische Gefahr. Es wurde zum Beispiel von Seiten der Torfindustrie mit entsprechender „fachlicher“ Unterstützung unterstellt, eine Hochmoorregeneration würde nicht gelingen, ohne dass für das regenerierende Moor durch Abtorfung eine vollständig ebene Ausgangsfläche zur Verfügung gestellt würde (z.B. SCHUCH 1993). Gerade hier konnte der Naturschutz erfolgreich mit allgemeineren Begriffen der Moor-

renaturierung auf der Grundlage einer weit über die eingeeengte Hochmoor-Wiederherstellung hinausgehenden naturschutzfachlichen Bewertung gehalten.

### Maßnahmen zur Moorrenaturierung

Hier sollen noch einmal die inzwischen gut etablierten technischen Maßnahmen und Einrichtungen in ihrer Entstehungsphase beschrieben und bewertet werden. Bei etlichen Maßnahmen wurde in der euphorischen Anfangsphase in den 1970er und auch noch in den 80er Jahren übers Ziel hinausgeschossen. An manchen Stellen musste eingesehen werden, dass gewisse Aufwände nicht lohnen, da etliche degenerierte Moorteile das Potenzial einer echten Hochmoorregeneration mit geschlossener Torfmoosdecke nicht aufwiesen.

### 1. Beseitigung des Gehölzaufwuchses – das „Entkusseln“

Die Beseitigung des Gehölzaufwuchses („Entkusseln“) soll hier zuerst behandelt werden, obwohl aus fachlicher Sicht Maßnahmen zur Wiedervernässung an erster Stelle stehen. Mit dem Entkusseln fing aber eigentlich alles an. Private Verbände machten den Anfang und zogen begeistert – vom Landesamt fachlich unterstützt – ins Moor und beseitigten die Birken. Die Begründung war richtig und einleuchtend: Birken verdunsten zusätzlich das Moorgrundwasser, beschatten die lichtliebende baumfreie Moorvegetation und bedecken zusätzlich die Moorpflanzen mit ihrem Laubfall. Der Vorteil der Aktionen war außerdem die große, teils spektakuläre Wirkung in der Öffentlichkeit, so dass Maßnahmen zur Moorrenaturierung dadurch popu-



Abbildung 16:  
Entkusselung im  
Owslager  
Moor 1991 (Foto:  
J. Eigner)



lär wurden – auch innerhalb der Naturschutzszene. Natürlich erwiesen sich diese Maßnahmen schon bald als nicht ausreichend und es war klar, dass ohne eine gleichzeitige Wiedervernässung (s.u.) eine Beseitigung des Gehölzaufwuchses vergebens war. Eine entsprechende wissenschaftliche Begleituntersuchung (WAGNER & MÜLLER 1985/86) bestätigte einerseits die positive Wirkung des Entkusselns auf den Wasserhaushalt und die Vegetation der Moore, zeigte aber andererseits auch auf, dass weiterhin mooruntypische Wasserschwankungen im Jahreslauf nicht vollständig ausgeglichen werden konnten, insbesondere der Wasserstand in den meisten Fällen so nicht bis an die Oberfläche des Moores steigen konnte, was für ein Hochmoorwachstum notwendig ist.

## 2. Wiedervernässung

Die wichtigste Maßnahme zur Hochmoorrenatu-

rierung ist die Wiedervernässung durch Anstau des nährstoffarmen Regenwassers bis an die erhaltene Mooroberfläche. Dazu sind die vorhandenen Entwässerungsgräben zu schließen. Ziel ist die Wiederherstellung eines funktionsfähigen Acrotelms<sup>1</sup> mit natürlichem Torfmoos-Wachstum, wobei ein Überstau zu vermeiden ist. Insgesamt erwies sich aber die gleichmäßige Vernässung der teilweise abgebauten Hochmoore mit unterschiedlichem Oberflächenniveau als schwierig, so dass immer nur Teilziele erreichbar waren. Da eine komplette Verfüllung der Gräben aus Kostengründen nicht realisierbar ist, sind im Laufe der Zeit verschiedene Techniken zur Abdichtung entwickelt worden. Das erste Modell war die einfache Abdichtung mit einer Plastik-Folie, die auf beiden Seiten mit Torf „eingepackt“ war, der wiederum und auf beiden Seiten noch mit Birkenästen abgestützt wurde.



Abbildung 17: Torfstau mit Folie und Birkenästen im Glasmoor 1980. (Foto: A. Bretschneider)

---

1 - oberste, torfbildende Schicht (ca. 0,5 m) des Torfkörpers intakter Hochmoore, die aufgrund der Grobporigkeit Wasserspiegelschwankungen durch Feuchtigkeitsaustausch mit der Atmosphäre und dem Umland unterliegt.



### 3. Aktive Wiedervernässung im Dosenmoor

Im Dosenmoor wurde in den 1980er Jahren auf Anregung von Professor Klaus Müller über zehn Jahre hin ein Versuch zur aktiven Bewässerung durchgeführt. Dazu wurde auf Abtorfungsflächen in künstlich angelegten Moorkolken Regenwasser aufgefangen und durch auf der Unterseite perforierte Schläuche auf die Moorfläche gepumpt. Dieser Versuch einer künstlichen Vernässung wurde mit wissenschaftlichen Untersuchungen zur Hydrologie – aber auch zur Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt begleitet. Dieses Experiment hat in der Fachwelt gro-

ßes Aufsehen erregt, wurde jedoch insbesondere aufgrund der Ergebnisse der hydrologischen Begleituntersuchungen nach zehn Jahren als nicht erfolgversprechend eingestellt.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse (IRMLER, MÜLLER & EIGNER 1998) stellt eine umfassende hydrologische und biologische Bestandsaufnahme eines großen Hochmoorkomplexes sowie eine Darstellung der überwiegend positiven Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt nach erfolgter Herrichtung des Moores zur Renaturierung bzw. zur Regeneration dar.



Abbildung 18:  
Abstimmungs-  
gespräch am künstli-  
chen Kolk im Do-  
senmoor 1987  
(Foto: J. Eigner)

#### 4. Beweidung

Die Beweidung mit hochmoorangepassten Schafrassen wurde in den 1980er Jahren als vorübergehende Pflegemaßnahme zur Beseitigung eines erneuten Birkenaufwuchses nach Entkusseln und zur schnelleren Zurückdrängung des Pfeifengrases (*Molinia coerulea*) nach Einleitung der Renaturierungsmaßnahmen konzipiert. Dazu wurden Moorschnucken aus Niedersachsen eingeführt, die genauen Beweidungsbedingungen erprobt und durch wissenschaftliche Untersuchungen begleitet (GÖRSCHEN & MÜLLER 1985/86). Aufgrund der doch recht schwierigen Bedingungen einer flächendeckenden konstanten Wiedervernässung ist die Hütebeweidung mit Moorschnucken inzwischen in den wertvollsten Mooren als Dauerbeweidung etabliert, um den großflächigen baumfreien Aspekt der Moore dauerhaft zu sichern.

#### 5. Weitere Maßnahmen

Weitere Maßnahmen waren zumindest in der Anfangsphase in etlichen Mooren die Errichtung einer Randabdämmung aus Torfsubstrat, um die Renaturierungsfläche hydrologisch exakt von der angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzfläche auf Moorboden abzugrenzen. Dies wurde z.T. aufgrund ihrer technischen Ausstattung von den bisherigen Torf-Abbau-Unternehmen durchgeführt. Solche Maßnahmen soll-

ten in Zukunft durch den Ankauf von Randflächen der Moore entbehrlich sein, so dass eine hydrologische Schutzzone um das Moor geschaffen werden kann. In der Anfangsphase wurden sogar auch kleine Torfsockel einplaniert, um eine gleichmäßig zu vernässende ebene Oberfläche zu schaffen. Oder es wurden Torfstichkanten abgeschrägt, um fließende Übergänge der Moorstrukturen zu schaffen. Kontrolliertes Brennen, der Einsatz von Freischneidegeräten, Mahd - und sogar der Einsatz von Herbiziden als Pflegemaßnahme wurde kleinflächig erprobt und letztlich nicht weiter verfolgt (EIGNER 1982).

#### Schlussbemerkung

Hier konnten nicht alle Aspekte, besonders das frühere engagierte Ringen um die richtige Methode, dargestellt werden. Ein wichtiger Faktor in der Anfangsphase waren die wissenschaftlichen Begleituntersuchungen, die mithalfen, die Möglichkeiten und Grenzen des Machbaren realistisch und fachlich richtig einzuschätzen. Wichtig ist innerhalb der naturschutzfachlichen Bewertung, dass nicht nur eine einseitige auf das „Echte Hochmoor“ gerichtete Moorregeneration angestrebt wird, sondern dass der Gesamtwert der naturnahen - so wie es eben geht, wiedervernässten - Moore im landschaftlichen Zusammenhang innerhalb eines Schutzgebiets- und Biotopverbundsystems entwickelt wird.

# 3. Bedeutung der Moore für den Lebensraumschutz

## 3.1. Arten- und Biotopschutz

➤ Angelika Bretschneider

### Bedeutung als spezieller Lebensraum

Moore sind einzigartige Lebensräume von weltweiter Bedeutung. Aufgrund der Spannweite der abiotischen Standortverhältnisse, wie hydrochemische Eigenschaften und Wasserhaushalt, ist auch die Vegetation sehr unterschiedlich. Es handelt sich um Extremstandorte mit hohen Wasserständen, die den Wurzelraum einengen. Dabei herrschen nährstoffarme, extrem saure, nährstoffreiche oder basische Bedingungen bei meist kaltem Mikroklima vor. Unter diesen Bedingungen sind nur speziell angepasste Tier- und Pflanzenarten in der Lage, sich dauerhaft gegenüber konkurrenzstärkeren Pflanzen- und Tierarten trockenerer Standorte zu behaupten. Dies gilt sowohl für die durch Grund-, Oberflächen- und Niederschlagswasser gespeisten Niedermoore, als auch für die ausschließlich vom Niederschlagswasser gespeisten Hochmoore, weshalb diese auch Regenmoore genannt werden (s. Kapitel 1).

Sie sind unersetzliche Lebensstätten für zahlreiche seltene und gefährdete Arten, die entweder den Artenschutzbestimmungen – aber auch internationalen und europäischen Verpflichtungen (FFH) – unterliegen oder in Roten Listen erfasst sind. Die überwiegende Zahl der Torfmoose, die entscheidend zur Torfbildung beitragen, sind in der Roten Liste der Moore Schleswig-Holsteins aufgeführt. Bei den Tierarten sind es gerade Libellen und Schmetterlinge, die aufgrund der Zerstörung und Degeneration von Mooren als gefährdet oder gar vom Aussterben bedroht eingestuft sind. Aber auch moortypische Vögel sind mittlerweile z.T. schon ausgestorben. Einige der botanischen Seltenheiten gehören zu den Glazialreliktarten, z. B. die Moltebeere (*Rubus chamaemorus*) oder die Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*).

Aufgrund der Zerstörung der Moore in den letzten Jahrhunderten und Jahrzehnten gibt es in Schleswig-Holstein, mit Ausnahme von Teilflächen einiger Niedermoorkomplexe, keine intakten Moore mehr. Anhand der Roten Liste der

gefährdeten Biotoptypen Deutschlands von 2006 (RIECKEN et. al. 2006) wird die Gefährdungssituation der Moorbiotope in Schleswig-Holstein deutlich und damit auch die prekäre Lage der an diese Extremstandorte gebundenen Tierarten.

Statt intakter Moore leisten heute vor allem renaturierte Moore einen wichtigen Beitrag zur biologischen Vielfalt.

Tabelle 2: Auszug aus: Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands (RIECKEN et. al. 2006)

Gefährdete Biotoptypen der Moore in Schleswig-Holstein	
Biotoptyp	Rote Liste Status
Hochmoore	1
Niedermoore (waldfrei)	1
Übergangs- und Zwischenmoore	1
Großseggenriede (nährstoffarm)	2
Moor- und Sumpfteiden	2
Birkenmoorwälder	2
Waldkiefer-Moorwälder	1-2

### Ersatzlebensraum Moor

Wegen der drastischen Verringerung der Feuchtlebensräume haben die verbliebenen Hoch- und Niedermoor-Reste auch eine besondere Bedeutung als Ersatzlebensraum für in der früheren bäuerlichen Kulturlandschaft noch häufige Tierarten, wie z.B. Sumpfohreule und Brachvogel. Nicht nur für moortypische Pflanzen und Tiere, sondern generell zum Schutz der Lebensräume für weitere Arten ist der Erhalt von Mooren besonders wichtig.

Aber auch Arten von Trockengebieten wie Heiden und Trockenrasen haben sich heute in degenerierte, entwässerte und dadurch in der Pflanzenzusammensetzung veränderte Moore zurückgezogen, da auch die Vorkommen bestimmter trockener Lebensräume stark dezimiert wurden. Dies kann bei Wiedervernäs-



sungsprojekten durchaus zu Konflikten führen, zumal einige dieser Arten auf den Roten Listen stehen und ebenso eines besonderen Schutzes bedürfen wie die typischen Moorarten.

### Landschaftsökologische Bedeutung der Moore

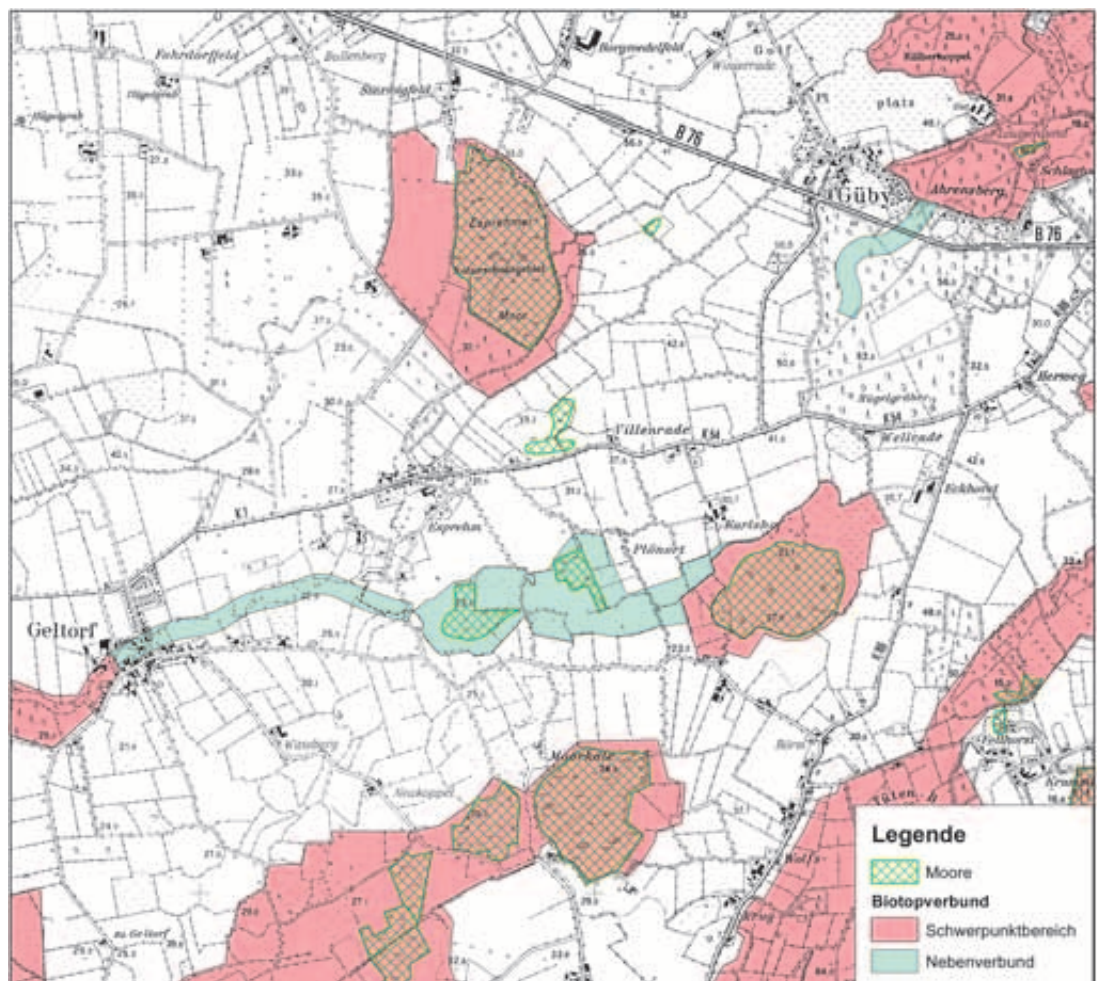
In Schleswig-Holstein sind Moore, wie auch im restlichen nordwestdeutschen Tiefland, landschaftsprägende Elemente. Ihre landschaftsökologische Bedeutung geht über die Funktion als Refugium für seltene moortypische Arten und als Rückzugsraum für Tiere und Pflanzen vor dem Hintergrund anstehender Veränderungen durch den Klimawandel – aber auch von Landschaftszerstörung durch Eingriffe – noch weit hinaus.

Sie sind auch wichtige Trittsteine für den Biotopverbund, und zumindest die Hochmoore bilden in diesem System oft Schwerpunktbereiche, während die Niedermoore aufgrund ihrer Lage und Ausformung oft in den Nebenverbundachsen zu finden sind. (s. Abbildung 19).

Auch wenn sich viele Hochmoore schon in früherer Zeit in isolierter Lage befanden, verbunden allerdings oftmals über moorige Niederungsflächen, wiesen sie doch gleiche moortypische Arten auf. Heute ist eine Verbindung der verbliebenen Moore durch Schaffung von Biotopverbundachsen deshalb erforderlich, weil die Ausdehnung der einzelnen Restmoore durch Torfabbau und Kultivierung stark verringert wurde und für viele Tierarten zur Erhaltung oder Entwicklung ihrer Population nicht ausreicht.

Auch im Landschaftswasserhaushalt spielen natürliche Moore eine wichtige Rolle. Sie zeichnen sich durch ganzjährig hohe Wasserstände aus. Soweit sie noch intakt sind, bestehen sie bis zu 97 % aus Wasser. Sie können wie ein Schwamm große Mengen Wasser speichern und langsam wieder abgeben und übernehmen so eine Funktion als Retentionsräume (siehe auch Kapitel 5).

Abbildung 19:  
Moore als Schwerpunktbereiche im Biotopverbundsystem (TK 25 © Geo-Basis-DE/LVerm-Geo SH; GIS-Bearbeitung: A. Bretschneider)



### 3.2. Vegetation

➤ Joachim Schrautzer,  
Björn-Henning Rickert, Veronika Breuer

In Schleswig-Holstein gibt es nach aktuellen Erhebungen ca. 995 km<sup>2</sup> Niedermoorböden und etwa 285 km<sup>2</sup> Hochmoorböden (s. Tabelle 1, Kapitel 1). Gemäß des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems werden fast 86 % der Niedermoorflächen und 62 % der Hochmoorflächen landwirtschaftlich genutzt (davon ein Viertel als Ackerland). Während nur drei Prozent der Niedermoore als naturnah bezeichnet werden, sind es bei den Hochmooren immerhin fast 24 % (TREPEL 2007). Die Vegetation ist maßgeblich von der aktuellen Nutzung, aber auch von der Vorgeschichte abhängig. In naturnahen Mooren ist die Vegetation außerordentlich vielgestaltig. Dies kommt auch in Schleswig-Holstein zum Ausdruck, denn durch die heterogenen eiszeitlich geprägten geomorphologischen Gegebenheiten sind hier nahezu alle in Mitteleuropa vorherrschenden Moortypen vertreten (vgl. Kapitel 1).

Die in Mooren vorkommenden Pflanzenarten sind hoch spezialisiert und durch morphologische und physiologische Anpassungen in der Lage, verschiedene Stresssituationen wie Nährstoff- und Sauerstoffmangel sowie zeitweilige Trockenheit (in Hochmoorbulten) zu tolerieren. Hierunter fallen faszinierende Anpassungsstrategien wie z.B. die Nutzung von tierischem Eiweiß als Stickstoffquelle durch „fleischfressende“ Pflanzen. Sonnentauarten (*Drosera spec.*) und das Gemeine Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) fangen mit Klebefallen an ihren Blättern Insekten und verdauen sie. Als Vertreter der Unterwasservegetation vor allem der nährstoffarmen Moor-gewässer und Schlenken der Zwischenmoore haben die Wasserschlaucharten (*Utricularia spec.*) raffinierte Fangblasen entwickelt, um z. B. Wasserflöhe und Mückenlarven zu „schlucken“ und dann ebenfalls zu verdauen.

Unscheinbarer, aber weitaus bedeutender sind die Vertreter der Gattung *Sphagnum*, die **Torfmoose**. Diese sowohl in überwiegend sauren Niedermooren als auch vor allem in den Hochmooren vorkommende Gattung ist eines der wichtigsten und prägendsten Elemente der Moorflora: Sie sind nicht nur in der Lage, unter

sehr nassen, extrem nährstoffarmen und stark sauren Bedingungen zu existieren, sondern sie schaffen sich diese Bedingungen zum größten Teil auch aktiv selbst (siehe z. B. ANDRUS 1986): Ein Netz spezieller toter Zellen mit ringförmigen Versteifungen und Poren speichert Wasser in den zarten Moosblättern. Die lebenden Zellwände arbeiten nach dem Prinzip eines Ionenaustauschers und fangen die wenigen als Nährstoffe verwertbaren Ionen im Moorwasser ein, um dafür Wasserstoff-Protonen abzugeben und damit den pH-Wert des Wassers zu senken. Damit schaffen bzw. erhalten sie im Hochmoor Wachstumsbedingungen, unter denen außer ihnen selbst nur noch wenige andere Arten existieren können. Sie haben somit das Vermögen, die Sukzession von Nieder- und Zwischenmooren in Richtung Hochmoor auszulösen. Hinzu kommt, dass sie in ungestörten, wachsenden Hochmooren der Haupttorfbildner und damit Erbauer der CO<sub>2</sub>-Speicher der Hochmoore sind. Die in der Regel mehrere Meter mächtigen Lagen Hochmoortorf (Weiß- und Schwarztorf) unserer Hochmoore bestehen überwiegend aus den über Jahrtausende angesammelten Überresten von Torfmoosen. Durch das Vermögen, ihren Lebensraum quasi selber zu gestalten und andere Pflanzen zu unterdrücken, werden Torfmoose zu Recht als „engineer species“ bezeichnet. Diese Gattung war vor der Entwässerung der Hochmoore in der Lage, ganze Landschaften zu gestalten und schuf mit den Hochmooren ein Ökosystem, das sich auf Kosten anderer Ökosysteme, z. B. Wälder, in die Fläche ausbreiten konnte.

Nach DIERSEN et al. (1988) und DIERSEN & DIERSEN (2001) sind in den Mooren Schleswig-Holsteins typischerweise Pflanzengesellschaften folgender pflanzensoziologischer Klassen vertreten:

- Scheuchzerio-Caricetea nigrae (Niedermoor- und Hochmoorschlenkengesellschaften): Von Sauergräsern dominierte Gesellschaften an oligo- bis mesotrophen Standorten mit ganzjährig hohen Wasserständen. Überflutungen finden selten statt.
- Phragmitetea australis (Röhrichte und Großseggenrieder): Von Sumpfpflanzen beherrschte produktive Gesellschaften zum

Beispiel im Verlandungsbereich eutropher Seen.

- Oxycocco-Sphagnetum (Feuchtheide- und Hochmoorbultengesellschaften): Von Zwergsträuchern dominierte, zeitweilig trocken fallende oligotrophe Standorte.
- Alnetum glutinosae (Erlen- und Weidenbruchwälder): Gebüsch- und Waldgesellschaften an nährstoffreichen, zeitweilig überfluteten Standorten.

Da Struktur und Funktion der Moore Schleswig-Holsteins in hohem Maße durch den Einfluss des Menschen verändert wurden (vgl. Kapitel 2), sind die oben aufgeführten, an weitgehend ungestörte hydrologische Bedingungen angepassten Pflanzengesellschaften heute teilweise nur noch kleinflächig vertreten. Der größte Moorflächenanteil wird von Ersatzgesellschaften an mehr oder weniger stark degradierten Standorten eingenommen. Hier findet keine Torfbildung mehr statt.

Anhand des Vorkommens wertbestimmender, d.h. feuchtgebietstypischer und gefährdeter Arten lässt sich die Bedeutung der Niedermoorvegetationstypen für den botanischen Artenschutz in Schleswig-Holstein wie folgt zusammenfassen:

Nährstoffreiche, nasse Röhrichte und Großseggenrieder (Phragmitetum) sind reich an spezialisierten Pflanzenarten, von denen allerdings nur wenige als gefährdet eingestuft werden. Typische Vertreter sind die namensgebende Art *Phragmites australis* (Schilf), aber auch Sumpfsegge (*Carex acutiformis*) und Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) kommen häufig in großen Mengen vor. Nach Auswertung der Biotopkartierung Schleswig-Holsteins (TREPEL & SCHRAUTZER 1998) beträgt der Flächenanteil der Röhrichte und Großseggenrieder etwa 7.000 ha. Ähnlich zu beurteilen sind nasse Bruchwälder (Alnetum) mit einem Flächenanteil von ca. 8.000 ha. Vor allem die quelligen Bruchwälder zeichnen sich häufig durch eine hohe Artenzahl aus. Neben den Quellzeigern, wie z.B. Bitteres Schaumkraut (*Cardamine amara*) oder Rispen-Segge (*Carex paniculata*), kommen häufig auch Feuchtwiesenarten wie Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), Mädesüß (*Filipendula ulmaria*) oder Kohlratzdistel (*Cirsium oleraceum*) vor. Das Vorkommen der Feuchtwiesenarten ist zum Teil auf die Nähe zum Feuchtgrünland, mit denen viele Bruchwälder bis heute eng verzahnt sind, und auf die Vornutzung zurückzuführen, da sich viele heutige Bruchwälder aus ehemaligen Feuchtwiesen entwickelt haben (BREUER et al. 2007).

Abbildung 20:  
Moorweite eines ungestörten Hochmoores mit kleinem Moorkolk (Store Mosse Nationalpark, Schweden). Im Vordergrund rote Torfmoosbulten des Magellans Torfmooses (*Sphagnum magellanicum*) mit Glockenheide (*Erica tetralix*) als Charakterarten des *Erico-Sphagnetum magellanicum*, rechts davon und am Kolkufer Bestände des Weißen Schnabelriedes (*Rhynchospora alba*) als Charakterart der Schnabelried-Schlenken. (Foto: B.-H. Rickert)





Nicht entwässerte, natürliche Ausbildungen produktionschwacher Kleinseggenrasen (Scheuchzerio-Caricetea) kommen in Schleswig-Holstein aktuell nicht mehr vor. Die verbliebenen Standorte dieses Vegetationstyps sind in der Regel schwach entwässert. Dennoch gehören Kleinseggenrasen zu den am stärksten gefährdeten Ökosystemen Schleswig-Holsteins. Sie beherbergen den Großteil der in diesem Bundesland gefährdeten Niedermoorarten. Vor allem der Anteil an basenreichen Kleinseggenrasen ist gering und ihr floristisches Entwicklungspotenzial häufig stark eingeschränkt. Nach SEER & SCHRAUTZER (2014) lassen sich nur noch 2 ha in Schleswig-Holstein diesem Vegetationstyp zuordnen. Typische Arten der basenreichen Ausprägung sind z.B. Kleiner Baldrian (*Valeriana dioica*), Stumpfbblütige Binse (*Juncus subnodulosus*), Sumpf-Dreizack (*Triglochin palustris*) oder Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*). Die saure Variante zeichnet sich häufig durch das Vorkommen von Sumpf-Blutauge (*Comarum palustre*), Grau-Segge (*Carex canescens*) oder Sumpf-Veilchen (*Viola palustris*) aus. Torfmoose und weitere an Nährstoffarmut und niedrige pH-Werte angepasste Spezialisten – wie z.B. der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) – leiten floristisch zu Feuchtheiden- und Hochmoorbultgesellschaften über.

Etwas stärker vom Menschen beeinflusst als Kleinseggenrasen sind artenreiche Feuchtwiesen des Verbandes Calthion (Abbildung 21). Sie sind häufig durch leichte Entwässerung und moderate Nutzung aus Röhrichten und Kleinseggenrasen entstanden. Noch in den 1960er Jahren beherrschten diese Ökosysteme die Niederungen Schleswig-Holsteins (SCHRAUTZER 1988). Ihr Flächenanteil ist in den vergangenen Jahrzehnten durch Nutzungsintensivierung und Nutzungsaufgabe dramatisch zurückgegangen, so dass sie heute zu den stark gefährdeten Vegetationstypen Schleswig-Holsteins gehören. Feuchtwiesenstandorte zeichnen sich durch Wasserstände aus, die sich über Winter auf Flurniveau befinden und im Sommer nicht unter 40 cm unter Flur abfallen (KLÖTZLI 1969). Hohe Wasserstände während der Vegetationszeit und mangelnde Nutzung (v.a. Streuanreicherung) begünstigen dagegen die Ausbreitung von Röhrichtarten (HELLBERG 1995). Wenngleich sie – oftmals relikitär – zahlreiche spezifische und gefährdete Pflanzenarten, wie z.B. Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*), Breitblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*), Rasen-Segge (*Carex cespitosa*) oder Schlangen-Wiesenknöterich (*Bistorta officinalis*) enthalten, wurden sie bei der FFH-Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft nicht berücksichtigt.



Abbildung 21:  
Feuchtwiese mit  
großem Bestand  
des Breitblättrigen  
Knabenkrautes  
(*Dactylorhiza majalis*) auf Nieder-  
moorstandort in  
der Lehmkuhlener  
Stauung bei  
Preetz. (Foto: Stif-  
tung Naturschutz)

Durch weitere Entwässerung und Nutzungsintensivierung werden aus artenreichen Feuchtwiesen artenarme Flutrasen (*Lolium-Potentillion*) und Weidelgras-Weiden (*Cynosurion*) (SCHRAUTZER 2004). Sie nehmen heute den größten Anteil an der gesamten Niedermoorfläche (ca. 100.000 ha) ein.

Die torfbildende Vegetation der ungestörten Hochmoore Schleswig-Holsteins (DIERSSEN et al. 1988) bestand pflanzensoziologisch gesehen vor allem aus den Torfmoos-geprägten Bult-Gesellschaften des *Erico-Sphagnetum magellanici* (Glockenheide-Bult-Gesellschaft) und des *Ledo-Sphagnetum magellanici* (Porst-Torfmoos-Gesellschaft) sowie den z.T. ebenfalls Torfmoos-dominierten Schlenken-Gesellschaften des *Rhynchosporion albae* (Gesellschaften der Schnabelried-Schlenken, Abbildung 22). Das *Erico-Sphagnetum magellanici* war prägend für die stärker ozeanisch geprägten Bereiche Schleswig-Holsteins und wurde im etwas kontinentaler geprägten Südosten des Landes durch das *Ledo-Sphagnetum magellanici* ersetzt. Primäre Vorkommen beider Gesellschaften mit ungestörter Hydrologie sind bei uns wohl nicht mehr vorhanden, jedoch finden sich in wieder-vernässten Mooren (z.B. Dosenmoor, Fockbeker

Moor, Nienwohlder Moor) und in den alten bäuerlichen Handtorfstichen zahlreicher Hochmoorreste (z.B. Kaltenhofer Moor, Felmer Moor) sekundäre Ausprägungen dieser Gesellschaften, die zumindest das vollständige typische Arteninventar aus Sauergräsern wie z. B. Scheidigem und Schmalblättrigem Wollgras (*Eriophorum vaginatum* und *E. angustifolium*), Zwergsträuchern wie Moosbeere (*Oxycoccus palustris*), Glocken- und Rosmarinheide (*Erica tetralix* und *Andromeda polifolia*) und verschiedenen Torfmoosarten aufweisen.

Die derzeitig erfolgende flächendeckende Eutrophierung der Landschaft lässt es jedoch sehr fraglich erscheinen, ob die vormalig die Hochmoore über tausende von Quadratkilometern prägenden Gesellschaften in ihrer ehemals typischen Ausbildung in Zukunft noch existieren können. Zunehmende Eutrophierung führt zur Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse zu Gunsten der Zwergsträucher und des Pfeifengrases und damit zum Rückgang des Anteils der Torfmoose (z.B. TWENHÖVEN 1992). Letztlich kann sogar die Moorbirke (*Betula pubescens*) in die vorher nicht baumfähigen Standorte eindringen (DIERSSEN & DIERSSEN 2001).

Abbildung 22:  
Mosaikkomplex  
aus Hochmoor-  
Bultgesellschaften  
mit Magellans Torf-  
moos in Rot  
(*Sphagnum magel-  
lanicum*), Besen-  
heide (*Calluna vul-  
garis*) und Scheidi-  
gem Wollgras  
(*Eriophorum vagi-  
natum*) sowie was-  
sergefüllten Schna-  
belried-Schlenken  
mit Spieß-Torf-  
moos in grün  
(*Sphagnum cuspi-  
datum*) und Wei-  
ßem Schnabelried  
(*Rhynchospora  
alba*). (Foto: B.-H.  
Rickert)





In Schleswig-Holstein wie in den größten Teilen Mitteleuropas wird der Erfolg von Naturschutzmaßnahmen durch dauerhaft wirksame anthropogene Einflüsse (z.B. Stickstoffeinträge über die Luft, s.o.) und irreversible Veränderungen durch die Vornutzung (z.B. Torfsackung) erschwert.

Auf Hochmoorstandorten läuft bei Entwässerung zum Zwecke des Torfabbaus ohne nachfolgende landwirtschaftliche Nutzung eine typische Degradationsfolge ab (z.B. IRMLER et al. 1998): Zunächst verschwinden die Torfmoose – Besen- und Glockenheide dominieren die Flächen (Heide-Stadium der Degeneration). Mit fortschreitender Dauer und Tiefe der Entwässerung zersetzen sich die Torfe mehr und mehr. Als Folge wandert das Pfeifengras in die Moorheiden ein und kommt schließlich zur Dominanz (Pfeifengras-Stadium der Degeneration). Den Abschluss bilden das Aufkommen von Birken und schließlich die Entstehung geschlosse-

ner Birkenwälder aus Moor- und Hängebirke (Birken-Stadium der Degeneration). Während das Heide-Stadium noch einer Reihe von Arten des Hochmoores Lebensraum bieten kann (z.B. Kreuzotter und Brachvogel), so nimmt die Zahl der Spezialisten unter den Bewohnern immer mehr ab, bis im Birkenwald schließlich überwiegend ubiquitäre Arten der Laubwälder anzutreffen sind und das einstige Arteninventar des offenen Hochmoores vollständig verschwunden ist. Aufgrund der relativen Hochwertigkeit des Heide-Stadiums werden derzeit z.B. im Dosenmoor und im Tetenhusener Moor sowie seit neuestem im Großen Moor bei Dätgen Moorheideflächen mit einer gemischten Moorschnucken-Ziegen-Herde in klassischer Hütelhaltung durch Wanderschäfer beweidet. Hierdurch wird einerseits eine Zurückdrängung des Pfeifengrases und aufkommender Birken sowie andererseits durch das nächtliche Pferchen der Herde außerhalb der Hochmoorflächen ein gewisser Nährstoffaustrag erreicht.



Abbildung 23: Wiedervernässter Bereich des Dosenmoores im Wollgras-Aspekt (*Eriophorum vaginatum*). (Foto: B.-H. Rickert)





Abbildung 24: Der Schäfer John Kimmel mit seiner Moorschnucken-Ziegen-Herde im Dosenmoor bei Neumünster. (Foto: B.-H. Rickert)

Auf Niedermoorstandorten sind unter botanischen Gesichtspunkten vor allem der Schutz und die Entwicklung artenreicher Kleinseggenrasen und Feuchtwiesen (s.o.) von hoher Bedeutung. Grundsätzlich sind der Managementaufwand für die Erreichung dieser Ziele sowie die Entwicklungsmöglichkeiten nach Durchführung von Managementmaßnahmen in hohem Maße vom Ausgangs- (Degradations-) Zustand der Systeme und den Rahmenbedingungen für die Umsetzung (u.a. Eigentumsverhältnisse, Kosten, Akzeptanz vor Ort) abhängig (KLIMKOWSKA et al. 2010). Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass die Erhaltung artenreicher Feuchtgrünland-Ökosysteme mit den sie charakterisierenden lichtbedürftigen und schwachproduktiven Arten an die Durchführung einer extensiven Nutzung gebunden ist (z.B. JENSEN & SCHRAUTZER 1999). SCHRAUTZER & SEER (2014) haben gezeigt, dass Mahd und Beweidung gleichermaßen geeignet sind, wobei die Beweidung höhere Ansprüche an das Management stellt. Da die Futterqualität häufig mit zunehmender botanischer Wertigkeit abnimmt, muss darauf geachtet werden, dass auch die wertvollen Bereiche angemessen beweidet werden. Wichtig ist, dass nicht nur oberflächlich Phyto-

masse entzogen, sondern auch die Streu mit entfernt wird und nicht über die Jahre akkumuliert. Beispiele für ein gelungenes Management zur Erhaltung artenreichen Feuchtgrünlandes sind die gemähten Bereiche der Lehmkuhlener Stauung bei Preetz (s. Kapitel 9) und die beweideten Verlandungsbereiche des Holmer Sees. Für eine erfolgreiche Entwicklung von artenreichem Feuchtgrünland aus artenarmen Degradationsstadien wie Flutrasen oder Weidelgras-Weiden ist der Managementaufwand sehr hoch. Allein durch eine extensive Nutzung lassen sich aufgrund der nährstoffreichen Verhältnisse, der häufig starken Verdichtung im Oberboden und der an typischen Arten armen Samenbank nur wenige charakteristische Feuchtgrünland-Arten ansiedeln (SCHOPP-GUTH 1997, SACH 1999). Ergebnisse von Feldexperimenten im Eidertal (RASRAN et al. 2007) zeigen, dass für eine nahezu vollständige Renaturierung artenreicher Feuchtwiesen aus stark degradiertem Niedermoorgrünland nur eine Kombination aus Oberbodenabtrag (bis auf das Niveau schwächer zersetzter Torfe), Diasporeneintrag über das aus artenreichen Beständen stammende Heu sowie eine nachfolgende extensive Nutzung wirklich erfolgversprechend ist.

Das geringe Entwicklungspotenzial der in Schleswig-Holstein vorherrschenden stark degradierten Niedermoorflächen verlangt nach alternativen Konzepten. Sind der Erhalt und die Entwicklung von Kleinseggenrasen und artenreichen Feuchtwiesen nicht möglich, sollten potenziell torfbildende Röhrichte und Bruchwälder durch Anheben der Wasserstände auf Flurniveau gefördert werden. Untersuchungen aus Schleswig-Holstein und den Niederlanden belegen, dass eine solche Maßnahme zum Erfolg

führt, wenn sich torfbildende Sumpfpflanzen bereits kleinflächig im Gebiet befinden (SCHRAUTZER et al. 2013). Ein positives Beispiel für eine solche Entwicklung sind die vernässten Niedermoores der Pohnsdorfer Stauung bei Preetz (HOLSTEN et al. 2001). Systeme dieser Art können aufgrund ihrer Senkenfunktion für Nährstoffe und Kohlenstoff einen hohen Beitrag zum Gewässer- und Klimaschutz leisten (Kapitel 4 und 5).



Abbildung 25: Ehemaliges artenarmes Grünland im Westpolder der Pohnsdorfer Stauung nach Wiedervernässung. (Foto: Jan J. Kieckbusch)



### 3.3. Wirbellose

➤ Ulrich Irmeler, Christian Winkler

#### Einleitung

Bodenkundlich sind Moore dadurch definiert, dass ein mindestens 30 cm dicker Oberboden 30 % organische Masse enthält (ARBEITSGRUPPE BODEN 1996). Diese als Torfe bezeichneten Bodenschichten entstehen unter wassergesättigten Bedingungen, wenn die Zersetzung von Pflanzenmaterial durch Sauerstoffmangel gehemmt wird. Die daraus entstehende torfige Struktur des Bodens ist für viele Insekten entscheidend, z.B. bei der Eiablage, für die Ernährung oder für das Eindringen oder Leben im Boden. Dagegen werden andere aufgrund der Wassersättigung und des Sauerstoffmangels in tieferen Bodenschichten ausgeschlossen.

Zahlreiche Insektenarten sind allein wegen der Torfstruktur des Bodens an Moore gebunden (HUK & KÜHNE 1999). Veränderungen der torfigen Bodenstruktur, wie sie z.B. durch den Abbau der organischen Substanz, durch hohe Immission von Nährstoffen aus der Landwirtschaft oder durch Bearbeitung des Oberbodens erfolgen, haben daher unausweichliche Folgen für das Auftreten von Insektenarten bzw. die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Artengemeinschaften. Allein unter den 341 Laufkäferarten (Carabidae) Schleswig-Holsteins sind 46 Arten an Böden mit 30 % oder mehr organischer Substanz gebunden und damit auf Moore angewiesen (IRMLER & GÜRLICH 2004).

Obwohl die Insektenfauna der Moore in Schleswig-Holstein relativ gut bekannt ist, liegen doch nur wenige ausführliche Untersuchungen vor. Eine der ältesten Untersuchungen befasst sich mit dem Satrupholmer Moor in Angeln (MÖLLER 1941). In der Folgezeit wurden meist Hochmoore und dort nur einzelne Insektengruppen bearbeitet, z.B. durch MOSSAKOWSKI (1970) und ROLLOFF (1988). Neuere Untersuchungen wurden im Dosenmoor bei Einfeld (IRMLER et al. 1998) oder im Großen Moor bei Dätgen durchgeführt (RICKERT & WINKLER 2012). Umfangreiche Untersuchungen aus Niedermooren stammen aus dem Oberen Eidertal (IRMLER et al. 2010) und

aus der Eider-Treene Niederung (HELLER & IRMLER 1996).

Allein wegen der Datenlage können also nur einzelne Insektengruppen beispielhaft und vor allem maßnahmenbezogen dargestellt werden. Es wurden insbesondere taxonomisch gut bekannte Insektengruppen, wie die Käfer, Libellen und Heuschrecken, untersucht. Über schwer zu bestimmende, aber ökosystemar wichtige Insektengruppen, wie die Mücken und Fliegen (Diptera) oder die im Boden lebenden Springschwänze (Collembola), die auch an den Zersetzungsprozessen beteiligt sind, liegen fast keine Ergebnisse vor. Da diese Insekten oder auch andere Wirbellose, wie die Regenwürmer (Lumbricidae), wichtige Funktionen bei den Zersetzungsprozessen einnehmen, kann über die vorhandenen Funktionen der Insekten bei den ökosystemaren Prozessen in Mooren nichts gesagt werden. Insekten als artenreichste Organismengruppe auf unserer Erde können daher nur beispielhaft anhand einzelner Familien oder Ordnungen für die maßnahmenbezogenen Veränderungen der Artenvielfalt dargestellt werden.

Dabei hat Schleswig-Holstein eine hohe Verantwortung für den Moorschutz. Dies betrifft sowohl die sauren Hochmoore, die sowohl in der atlantisch als auch der mehr kontinental ausgeprägten Form im Lande noch in kleinen Resten vorhanden sind, als auch die Niedermoore, die typisch für die norddeutsche Tiefebene sind. Nicht zu vergessen sind die salzbeeinflussten Moore der Ostseeküste, die in dieser Form nur noch in Mecklenburg-Vorpommern vorkommen. Einige Insektenarten sind eng an die extremen Bedingungen der Moore gebunden und haben daher in Schleswig-Holstein letzte bzw. isolierte Vorkommen, die im Netz der übrigen Populationen (z.B. bei Metapopulationen) unabdingbar erhalten werden müssen, wenn man nicht den gesamten Bestand gefährden will (BAGUETTE 2003).



### Charakteristische Insektenarten der Moortypen

Die Moore Schleswig-Holsteins lassen sich grob in saure, regenwassergespeiste Hochmoore und basische, grundwassergespeiste Niedermoore unterteilen. Brackwasser-Niedermoore sind eine Besonderheit Schleswig-Holsteins und kommen hier nur entlang der Ostseeküste bzw. in alten Meereseinbrüchen der Nordsee, z.B. im Eider-Treene-Sorge-Gebiet, vor. Eine weitere

Besonderheit in Schleswig-Holstein sind die flachgründigen, sauren Dünenmoore, die zwar grundwassergespeist sind, aber durch die extreme Nährstoffarmut des Grundwassers saure Bedingungen aufweisen und damit sowohl Arten der Hochmoore als auch der Niedermoore Lebensraum bieten (Tabelle 3).

Tabelle 3: Auftreten charakteristischer Laufkäferarten (Carabidae) und Libellen (Odonata) in verschiedenen Moortypen in Schleswig-Holstein

Art	Hochmoor	Hochmoor Lagg	Dünenmoor	Niedermoor	Erlenbruch	Brackwasser- moor
<b>Laufkäfer (Carabidae)</b>						
<i>Agonum ericeti</i>	x					
<i>Agonum munsteri</i>	x					
<i>Bembidion humerale</i>	x					
<i>Epaphius rivularis</i>		x				
<i>Carabus clathratus</i>		x	x			
<i>Carabus nitens</i>		x	x			
<i>Trichocellus cognatus</i>	x		x			
<i>Pterostichus rhaeticus</i>	x		x		x	
<i>Oodes helopioides</i>				x		
<i>Agonum viduum</i>				x		
<i>Bembidion guttula</i>				x		
<i>Bembidion mannerheimi</i>					x	
<i>Limodromus assimilis</i>					x	
<i>Agonum fuliginosum</i>					x	
<i>Bembidion aeneum</i>						x
<i>Bembidion minimum</i>						x
<i>Dyschirius globosus</i>	x			x		x
<b>Libellen (Odonata)</b>						
<i>Aeshna subarctica</i>	x	x				
<i>Somatochlora arctica</i>	x	x				
<i>Leucorrhinia dubia</i>	x	x				
<i>Aeshna juncea</i>	x	x	x	x		
<i>Leucorrhinia albifrons</i>		x				
<i>Leucorrhinia caudalis</i>		x				
<i>Coenagrion armatum</i>		x	x	x		x
<i>Sympetrum flaveolum</i>			x	x		x

Innerhalb dieser grob unterschiedenen Moortypen stehen zusätzlich zahlreiche unterschiedliche Lebensraumbedingungen zur Verfügung, die allein durch die Wasserstandsverhältnisse zustande kommen. So gibt es auf Hochmooren Kleingewässer, die eine aquatische Fauna – z.B. Libellen und Wasserkäfer – beherbergen, amphibische Bereiche mit einer engen Verzahnung aquatischer und terrestrischer Bedingungen, die

z.B. die Käfergruppen der Fiebertkäfer (Helodiidae) oder zahlreiche Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) benötigen, sowie trockene, heideartige Bereiche, die von einigen charakteristischen Laufkäfer-, Heuschrecken- (Ensifera, Caelifera) und Spinnenarten (Araneae) besiedelt werden. Auch diese trockenen Heiden beherbergen ausgesprochen gefährdete Insektenarten, wie den Laufkäfer *Carabus nitens* (Abbildung 26).



Abbildung 26: Der Heidelaufkäfer (*Carabus nitens*) lebt in den trockeneren Feuchtheiden der Hochmoore und ebenfalls in Dünenmooren. (Foto: U. Irmeler).

Untersuchungen von ASSMANN & JANSSEN (1999) ergaben eine Präferenz dieser Art für feuchte *Erica*- und trockene *Calluna*-Heiden im Aufbau-stadium. Zusätzlich unterscheiden sich die Lebensbedingungen auf der Hochfläche von den sogenannten Laggs am Hochmoorrand, wo Hochmoorwasser wieder austritt und daher für sehr nasse Bedingungen sorgt. Dort ist durch Einfluss von Grundwasser auch eine bessere

Nährstoffversorgung als auf der regenwasser- gespeisten Hochfläche gegeben (Übergangs- moor bzw. basenarmes Niedermoor). Die sauren Bedingungen der Hochmoorlaggs sind dafür verantwortlich, dass einige Arten dieses Lebensraumes auch in den Dünenmooren auftreten (z.B. *Carabus clatratus*, Abbildung 27), andere aber allein auf die Laggs angewiesen sind.





Abbildung 27: *Carabus clatratus* lebt hauptsächlich in Hochmoorlaggs und in Dünenmooren. Die Larven sind auf nasse torfige Böden angewiesen. Weibchen legen daher ihre Eier nur auf solchen Substraten ab (HUK & KÜHNE 1999). (Foto: U. Irmeler)

Beide Lebensräume weisen im Vergleich zum zentralen Hochmoor eine höhere Diversität an semiaquatischen Insektenarten insbesondere unter den Libellen auf (Tabelle 3). Ein typischer

Vertreter ist die Hauben-Azurjungfer (*Coenagrion armatum*) (Abbildung 28), deren bundesweit letzte Populationen in Schleswig-Holstein liegen (WINKLER et al. 2009).



Abbildung 28: Männchen der Hauben-Azurjungfer (*Coenagrion armatum*), die in Schleswig-Holstein vor allem in Übergangs- und Dünenmooren auftritt. (Foto: C. Winkler)



Bewaldung spielt in Hochmooren nur in den Degenerationsstadien bei Austrocknung oder natürlicherweise im Bereich der kontinentalen Hochmoore eine Rolle. Dafür ist sie bei den Niedermooren für die Differenzierung zwischen Niedermooren in Erlenbruch-Wäldern und solchen im Grünland mit ganz anderen Lichtverhältnissen und klimatischen Bedingungen entscheidend. In Niedermooren bestimmt die Nährstoffversorgung ein unterschiedlich starkes Wachstum der Vegetation (SCHRAUTZER 2004), das wiederum das Temperaturklima am Boden bzw. in der Vegetation bedingt. Bei den heutigen hohen Nährstoffimmissionen sind daher wärmebedürftige Insektenarten der Niedermoore, die einer lockeren bzw. niedrigwüchsigen Vegetation mit einem warmen Klima an der Bodenoberfläche bedürfen, besonders gefährdet. Auch in Niedermooren gibt es natürliche Kleingewässer oder Flüsse, woran dann sogenannte Quellmoore oder Durchströmungsmoore angrenzen.

Neben diesen natürlicherweise vorhandenen unterschiedlichen Lebensräumen in Mooren kommen durch die menschliche Tätigkeit weitere nutzungsbedingte Abweichungen zustande. In Hochmooren sind z.B. kleinflächige Torfstiche oder große industrielle Abtorfungsflächen vorhanden, die zu kleinräumigen Mustern oder zur Nivellierung der Hochmoorbedingungen geführt haben und damit entweder aquatische oder semiaquatische Arten gefördert haben oder hochmoorfremde Arten ins Hochmoor eindringen ließen.

In Niedermooren spielten besonders in der Vergangenheit eine intensive Nutzung durch Entwässerung und Düngung eine herausragende Rolle, da sie nährstoffarme Niedermoore mit lockerer Vegetation verschwinden ließen. Heute führen dagegen die fehlende Nutzung und hohe Nährstoffgehalte auf solchen Flächen zu hoher und dichter Vegetation. Diese bewirkt am Boden zu niedrige Temperaturen, so dass Tierarten, die sowohl Wärme als auch Nässe bedürfen, hier keinen Lebensraum mehr finden. Außerdem ist der Prozess der Entwässerung nur in seltenen Fällen rückgängig gemacht worden.

## **Moorrenaturierung aus Sicht des Wirbellosenschutzes**

### **Zentrales Hochmoor**

Die umfangreichsten Untersuchungen zur Auswirkung der Hochmoorregeneration in Schleswig-Holstein auf Insekten liegen für das Dosenmoor vor (IRMLER et al. 1998). Daher wird im Folgenden besonders auf diese über 5 Jahre gesammelten Daten zurückgegriffen. Als Indikatorart des zentralen Hochmoores wird meist der Laufkäfer *Agonum ericeti* (Panz.) genannt (MOSSAKOWSKI 1970a). Sie ist auf saure Bedingungen und torfige Bodenstruktur (PAJE & MOSSAKOWSKI 1984) und auf großflächige Moorbereiche angewiesen. In den Niederlanden konnten dauerhafte Populationen nur in Mooren mit einer Flächengröße über 20 ha festgestellt werden (DE VRIES & DEN BOER 1990).

Im Dosenmoor war die Art seit 1966 Gegenstand ökologischer Untersuchungen (Abbildung 29). Bevor die Entwässerung im Rahmen der Regenerationsmaßnahmen gestoppt wurde, nahm diese Art stetig ab (MOSSAKOWSKI 1970b). Mit dem Einsetzen der Regenerationsmaßnahmen seit 1980 konnte dieser Trend gestoppt werden. *Agonum ericeti* (Panz.) wurde dort als charakteristische Art des bewässerten Hochmoores angesehen (CZECH & IRMLER 1998). Allerdings wurde im Laufe der 5-jährigen Untersuchung von 1985 bis 1989 kein deutlicher Anstieg der Mengen nachgewiesen (IRMLER & CZECH 1998). Wie sich die Art heute, nach 40 Jahren Regenerationszeit, entwickelt hat, ist unbekannt. Die zweite Indikatorart aus der Familie der Laufkäfer, *Bembidion humerale* Sturm, wurde durch direkte Bewässerung eindeutig verdrängt (Abbildung 29). Sie konnte aber durch die ebenfalls im Zuge der Regenerationsmaßnahmen durchgeführten Entkusselungen auf die neu entwaldeten Flächen ausweichen (IRMLER & CZECH 1998). Auch für diese Art sind keine neuen Entwicklungen bekannt. Die Reaktionen der beiden Indikatorarten zeigen aber, dass man bei Regenerationsmaßnahmen nicht nur eine Entwicklung beobachten muss, sondern ein Bündel von Maßnahmen, die dem mosaikartigen Muster der Hochmoore und ihrer Insektenwelt gerecht werden.

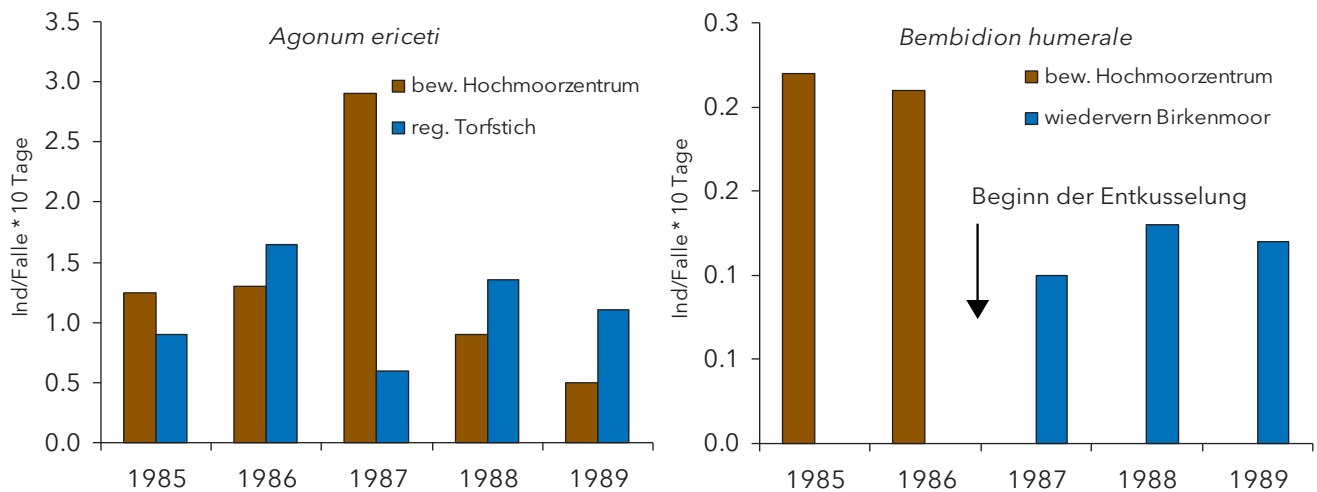


Abbildung 29: Entwicklung der zwei Laufkäferarten *Agonum ericeti* und *Bembidion humerale* im Zentrum des Dosenmoores nach den Regenerierungsmaßnahmen.

Insgesamt wies nach dem Einsetzen der Regenerationsmaßnahmen die Sukzession der Artengemeinschaften in den einzelnen Lebensräumen des Dosenmoores auf eine Entwicklung in Richtung ursprünglicher Artenzusammensetzung hin (IRMLER & CZECH 1998). Die industriell abgetorfte Fläche entwickelte sich in Richtung auf einen feuchten Hochmoorkomplex, der entkusselte Birkenwald zu einem Heidemoorkomplex.

### Hochmoorgewässer

Auch die Hochmoorgewässer enthalten eine typische Fauna, die sie von anderen Kleingewässern unterscheidet. Hier sind anscheinend nicht nur der niedrige pH-Wert des Wassers und die Vegetationsstruktur entscheidend, sondern auch die Torfstruktur oder das humushaltige Wasser der Kleingewässer, wie ein Vergleich der Verbreitung von Wasserkäfern zeigt (BEHR 1988) (Tabelle 4).

Tabelle 4: Dominanz von Wasserkäfern in verschiedenen Kleingewässern (BEHR 1988)

Art	Schlenken mineralisch	Schlenken ombrotroph	Wald	Waldrand
<i>Hydroporus melanarius</i>	92,0	6,9	15,8	91,7
<i>Hydroporus melanocephalus</i>	6,1	35,5	4,5	7,8
<i>Hydroporus longicornis</i>	-	-	6,8	-
<i>Hydroporus incognitus</i>	-	-	72,7	-
<i>Hydroporus obscurus</i>	1,6	54,4	-	-
<i>Hydroporus tristis</i>	0,2	3,2	-	-

Von den 65 aus Schleswig-Holstein bekannten Libellenarten pflanzen sich fünf in der Kernzone von Hochmooren fort (WINKLER et al. 2011). Neben der in Schleswig-Holstein bereits ausgestorbenen Arktischen Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*) weisen die Hochmoor-Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica*) (Abbildung 30) und

die Kleine Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*) die engste Bindung an derartige Biotope auf (Tabelle 3).

Flutende Torfmoosbestände besitzen eine entscheidende Bedeutung für ihre Eiablage, Embryonal- und Larvalentwicklung (Abbildung 31).

Abbildung 30:  
Frisch geschlüpftes  
Weibchen der  
Hochmoor-Mosaik-  
jungfer, *Aeshna*  
*subarctica*, einer  
auf flutende  
*Sphagnum*-Rasen  
angewiesenen Li-  
bellenart. (Foto: C.  
Winkler)



Bei Untersuchungen im Raum Rendsburg zeigte sich, dass beide Arten in erster Linie in bereits länger bestehenden naturnahen Hochmoorgewässern sowie in gezielt wiedervernässten Hochmoorteilen reproduzierten, während neu angelegte Kleingewässer am Rand von Moorflächen nur eine geringere Bedeutung besaßen (Abbildung 32).

Im Gegensatz dazu profitierten charakteristische Arten der Übergangs- und Niedermoore in deutlich höherem Maße von der Anlage von Kleingewässern. Die beiden hochmoortypischen Arten *A. subarctica* und *L. dubia* können demnach offenbar am besten durch eine mode-

rate Wiedervernässung früherer Abtorfungsflächen, z.B. durch Grabenanstau, gefördert werden, in denen sich daraufhin flutende Torfmoos-Rasen bilden. Bei den moortypischen Libellenarten ist weiterhin zu berücksichtigen, dass sie vielfach in Metapopulationen auftreten, was regionale Schutzkonzepte erforderlich macht. Nach Untersuchungen im Schwarzwald stehen Populationen von *A. subarctica* innerhalb eines Radius von mindestens 8 km in einem funktionalen Kontakt zueinander, so dass selbst kleine Populationen in suboptimalen Habitaten eine wichtige Funktion zur Stabilisierung der gesamten Metapopulation besitzen (STERNBERG 1995, 2000).



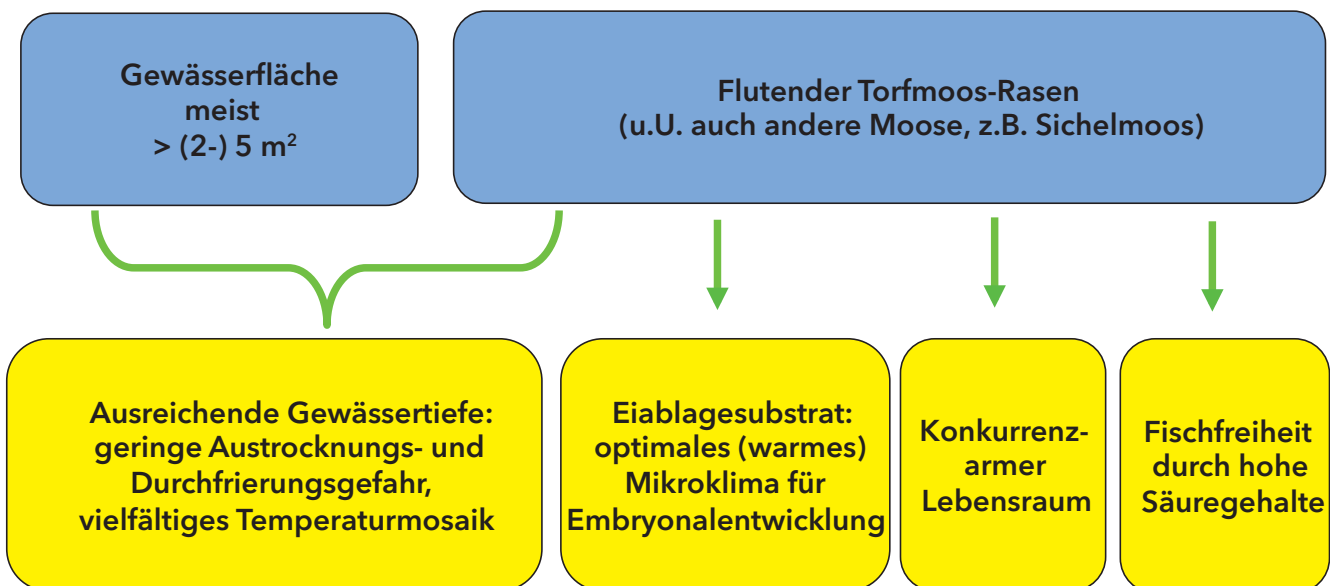


Abbildung 31: Ökologische Faktorengefüge für die Hochmoor Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica*) – Signalfaktoren für die adulten Libellen (oben) und ökologische Parameter für die Larvalentwicklung (unten) (verändert nach STERNBERG 2000, S. 98)

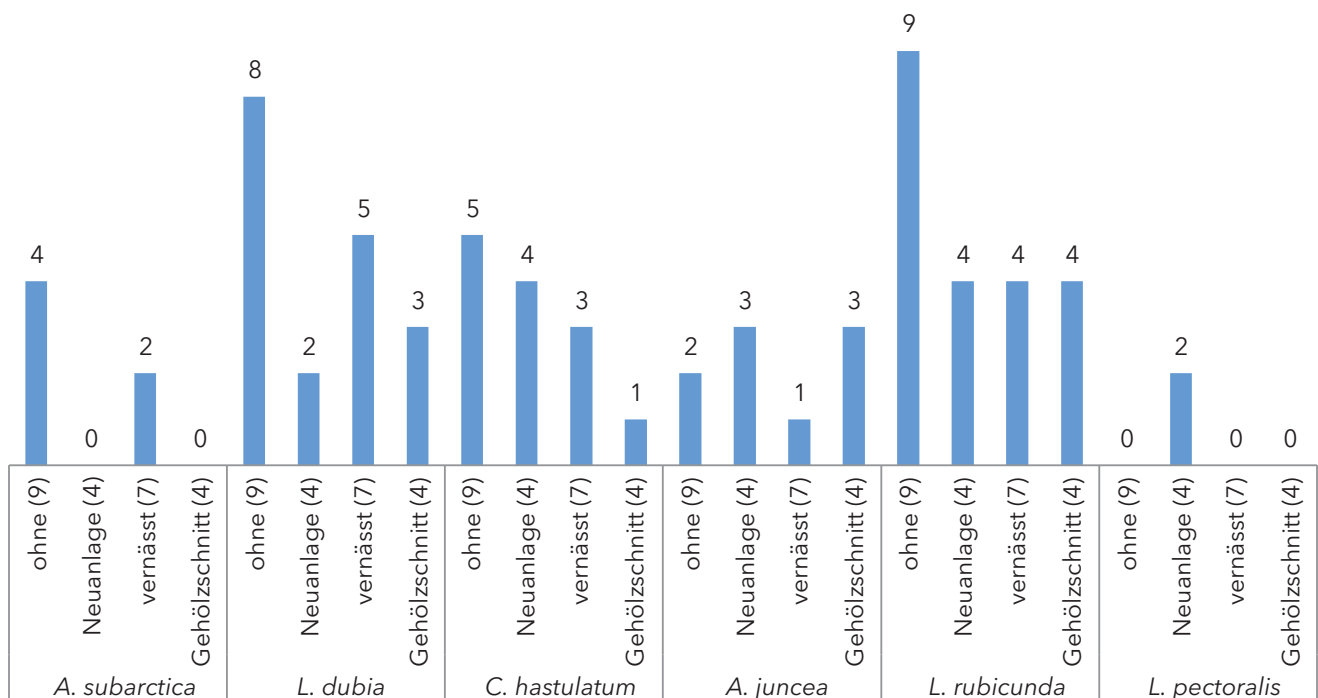


Abbildung 32: Verteilung der Vorkommen von sechs charakteristischen Libellenarten der Hoch- und Übergangsmoore auf 24 untersuchte Moor- und Heidegewässer bei Rendsburg, differenziert nach Gewässern, an denen Naturschutzmaßnahmen erfolgten (n=15) und Kontrollgewässern (n=9) ohne Maßnahmen (WINKLER, unveröff.).

### Niedermoorgrünland

Regenerationsmaßnahmen im Niedermoorgrünland zielen meist auf Beendigung der Entwässerungsmaßnahmen und eine extensive Mahd oder Beweidung hin. In Schleswig-Holstein sind hierzu an Insekten vor allem in der Eider-Treene-Sorge-Niederung und im Oberen Eidertal Untersuchungen gelaufen, auf die im Folgenden eingegangen wird.

Im Niedermoorgrünland des Eider-Treene-Sorge-Gebietes wurden erwartungsgemäß durch winterliche Überstauung jene Arten gefördert, die nasse Niederungswiesen präferieren, wie dies auch in vielen anderen Untersuchungen nachgewiesen wurde (DÜLGE et al. 1994, ANDRETZKE 1995). Dies wurde sowohl für Spinnen und Laufkäfer am Boden als auch für Zikaden in

der Vegetation festgestellt (HELLER & IRMLER 1997). Allerdings zeigte sich für einige Gruppen, dass Mahd eher negative Wirkungen in Zusammenhang mit Überstauung hatte. Dies galt insbesondere für die Zikaden. Im Vergleich zur Brache mit  $20,5 \pm 1,4$  Arten enthielten zweimal gemähte Flächen nur  $14,2 \pm 1,9$  Arten (HELLER & IRMLER 1996). Dies lässt sich dadurch erklären, dass viele Arten in den langen Stängeln von Brachepflanzen oberhalb der Wasserlinie über-

wintern (TISCHLER 1966). Bei kurzen Stängeln nach einer Mahd besteht die Gefahr, dass Wasser von oben eindringt und die überwinternden Tiere oder Eier in Wasserkontakt kommen und das Kontaktwasser direkt zum Tode oder zur Verpilzung führt. Dies galt nicht nur für die Zikaden, sondern auch für die Laufkäfer. Weiterhin fördert winterliche Überstauung Arten mit mehreren Generationen im Jahr sowie parthenogenetische Arten (HELLER & IRMLER 1997).

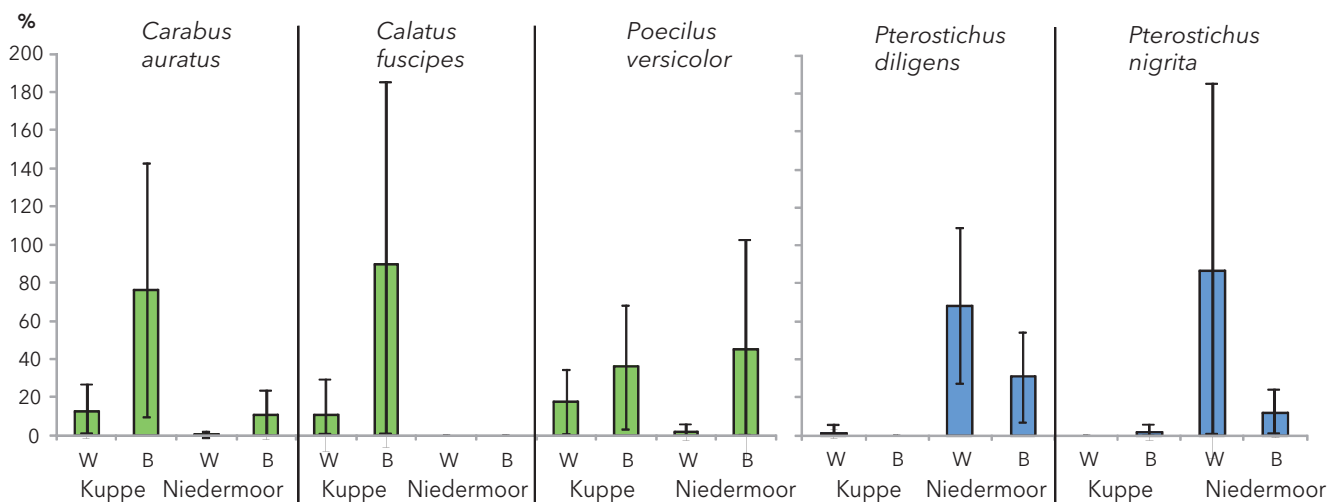


Abbildung 33: Prozentuale Vorkommen verschiedener Laufkäferarten im Grünland; Kuppe: grundwasserfern, Niedermoor: im nassen Niedermoor, W: Weide, B: Brache, grün: feuchteempfindliche Arten, blau: feuchteliebende Arten.

Auch die Untersuchungen im Oberen Eidertal zeigen die starke Bedeutung der Nutzung im Niedermoorgrünland, wobei insbesondere die extensive Beweidung untersucht wurde (IRMLER et al. 2010). Für die Laufkäfer wurde nachgewiesen, dass in Niedermoorbrachen Arten des trockenen Grünlandes eindringen. Arten des nassen Niedermoors werden dagegen häufiger im beweideten Grünland gefunden (Abbildung 33). Dies lässt sich damit erklären, dass sich bei Brache eine dicke Streuschicht entwickelt, auf der trockenere Bedingungen herrschen und die dadurch feuchteempfindlichen Arten Lebensraum bietet. Im beweideten Niedermoor fehlt dagegen die dicke Streuschicht; durch Rindertritt werden nasse Kuhlen geschaffen, die insgesamt feuchtere Bedingungen an der Bodenoberfläche erzeugen.

Gerade gefährdete Arten des Niedermoorgrünlandes, wie die Laufkäferarten *Blethisa multi-*

*punctata*, *Chlaenius nigricornis* und *Elaphrus uliginosus* sind sehr wärmebedürftig und benötigen im Frühjahr freie Bodenflächen, die sich schnell aufheizen – insbesondere, da sie schon sehr früh mit der Eiablage beginnen, wenn noch ausreichende Bodenfeuchte vorhanden ist (SCHREINER & IRMLER 2009, IRMLER 2014). Neben Wärme und nassen Böden benötigen diese Arten außerdem freie Bodenflächen, da sie optisch jagende Räuber sind und einen genügend großen Freiraum überblicken müssen. Für *Elaphrus uliginosus*, *Elaphrus cupreus* und *Chlaenius nigricornis* wurde daher ein Zusammenhang zwischen der durch Rindertritt frei von Vegetation gehaltenen Fläche und dem Vorkommen gefunden. Für diese Arten ist daher eine mäßige Beweidung, die zwar vegetationsfreie Flächen schafft, aber die Gefahr eines Todes durch Zertritt klein hält, die ideale Maßnahme im Niedermoorgrünland.

### Niedermoor im Erlenbruch

Die bewaldeten Niedermoore des Erlenbruchs unterscheiden sich weitgehend von den Niedermooren des Grünlandes. Sie haben ein wesentlich kühleres Klima als diese, was noch durch die Verdunstungskälte besonders im Frühjahr und Sommer verstärkt wird. So tritt die kälteliebende Laufkäferart *Limodromus assimilis* hauptsächlich im Erlenbruch auf (THIELE 1977). Untersuchungen von NÖTZOLD (1996) zeigten, dass mit der Entwässerung der Erlenbruchwälder ein großer Teil der spezialisierten, Feuchte liebenden Arten aus der Gruppe der Lauf- und Kurzflügelkäfer verschwindet. Die meisten Arten dieser ökologischen Gruppe waren in Erlenbruchwäldern mit winterlicher Überschwemmung, also mit schwach saisonal wechselnden Feuchtebedingungen, zu finden. Auch konstant nasse Bedingungen führten ebenso wie Entwässerung mit starken Grundwasserschwankungen zum Artenverlust. Unter den Kurzflügelkäfern waren in den Erlenwäldern mit geringer saisonaler Grundwasserschwankung 50 - 65 % Erlenbruchspezialisten, die in den konstant nassen Erlenbruchwäldern auf 5 - 30 % der Arten zurückgingen. In den degenerierten Erlenwäldern mit starken Grundwasserschwankungen und trockenen Bedingungen im Sommer blieben allerdings nur noch 3 % aus dieser Artengruppe übrig.

### Ausblick

Durch ihre hohe Vielfalt können Insekten für viele Umweltvariablen ausgezeichnete Indikatoren liefern. Daher ist es bedauernd, dass sie relativ wenig für die Evaluation von ökologischen Zuständen herangezogen werden. Gerade für Moorökosysteme ist die zunehmende Fragmentierung ein Problem beim Erhalt der biologischen Vielfalt (DE VRIES & DEN BOER 1990, ASSMANN & JANSSEN 1999, BAGUETTE 2003). Hier können Insekten als Indikatoren viel schneller auf problematische Entwicklungen hindeuten als am Standort beharrnde Pflanzen oder die sehr mobilen Vögel.

Fragmentierung, ebenso wie der zunehmende Eintrag von Nährstoffen oder allmähliche Nutzungsänderungen in der Landschaft sind langsam ablaufende Prozesse, die sich meist der menschlichen Wahrnehmung entziehen. Ihre Folgen machen sich häufig erst nach Jahrzehnten bemerkbar. Nur im Vergleich von früheren und heutigen Zuständen lassen sich die Veränderungen wahrnehmen (z.B. RINGLER 1987). Dies trifft auch auf die Effizienz von Managementverfahren im Naturschutz zu. Wiedervernässung oder Nutzungsänderungen in Mooren lösen Sukzessionen aus, die über mehrere Jahrzehnte andauern können. Anfängliche Erfolge können sich langfristig in Misserfolge umkehren. Erfolge bei dem Erhalt einer Art sind möglicherweise mit dem Verschwinden vieler anderer Arten erkauft. Um solche Prozesse sichtbar zu machen und rechtzeitig zu erkennen, müssen Monitoringverfahren entwickelt werden, die sowohl räumliche als auch zeitliche Veränderungen einbeziehen. Viele ökologische Prozesse können heute nicht in ihrer zeitlichen Dauer abgeschätzt werden, weil ältere Untersuchungen fehlen. Man sollte dahin gelangen, wenigstens für die Zukunft die Dauer von Sukzessionen beurteilen zu können. Dies betrifft insbesondere Moore, in denen durch Wiedervernässung langfristige Prozesse in Gang gesetzt werden, deren langfristige Auswirkungen wir kaum kennen. Es reicht bei weitem nicht, Effizienzkontrollen von wenigen Jahren nach dem Beginn eines Managementverfahrens einzurichten, wenn Entwicklungen mehrere Jahrzehnte dauern.

Weiterhin sollten bei Wiedervernässungsmaßnahmen verstärkt die bereits vorliegenden faunistischen Daten einbezogen werden. Angesichts der geringen Ausbreitungsfähigkeit vieler Wirbellosenarten können zu großflächige bzw. zu invasive Maßnahmen ansonsten mittel- bis langfristig zu einem überregionalen Verlust standorttypischer Arten bzw. Artengemeinschaften führen.



### 3.4. Brutvögel

➤ Jan Kieckbusch

#### Zeitraum bis 1875

Naturnahe Hochmoore sind vergleichsweise vogelarme Lebensräume, da nur wenige Arten an die speziellen abiotischen Verhältnisse angepasst sind. Über die Besiedlung der schleswig-holsteinischen Hochmoore vor ihrer Entwässerung und Kultivierung ist nur wenig bekannt. Als einer der ersten ornithologischen Chronisten gibt ROHWEDER in seiner 1875 erschienenen Avifauna einen Überblick über die Vögel in Schleswig-Holstein. Trotz erster Meliorierungsversuche seit dem 18. Jahrhundert wurde zu dieser Zeit insbesondere die Geest im Landes- teil Schleswig noch von Moor- und Heideflä- chen in heute unvorstellbarer Ausdehnung ge- prägt, sodass ROHWEDER (1875) anmerkt: „...mei- lenweit nur Heiden, Sandfelder und Möre in

trauriger Monotonie...“. Die Vogelwelt dieser Landschaft war von wenigen Arten bestimmt, die von der engen Verzahnung von Moor, feuchten Moorheiden und trockenen Sandhei- den profitierten: „Hier und da klingt noch der Ruf des Goldregenpfeifers melancholisch um die alten Hünengräber“. Als Bewohner der feuchten Moorbereiche nennt ROHWEDER die Doppelschnepfe, die „auf großen Mören, Wie- senniederungen der schleswigschen Westküste zwar zerstreut, aber im Ganzen nicht seltener Brutvogel“ war und den Bruchwasserläufer als „ziemlich häufigen Brutvogel auf den Sumpf- gründen der größeren Heide- und Moorflächen des Mittelrückens und Westabhangs“ (ROHWE- DER 1875).



Abbildung 34: Der Bruchwasserläufer gehörte in Schleswig-Holstein zu den typischen Brutvogelarten der naturnahen Moore.  
(Foto: T. Runge)

Zu den weiteren Arten, die regelmäßig auf den damaligen Moorflächen anzutreffen waren, dürften Bekassine und Wiesenpieper gezählt haben. Der Brachvogel, der heute als „typischer Brutvogel der Hochmoore“ in Schleswig-Hol-

stein gilt (BERNDT et al. 2002), war dagegen nach ROHWEDER (1875) nur mit „einigen brütenden Pärchen“ an der schleswigschen Westküste vertreten. Die Art ist erst später als Brutvogel nach Schleswig-Holstein vorgedrungen (s.u.).



Abbildung 35:  
Die Bekassine wird auch als Himmelsziege bezeichnet. Das mit den äußeren Schwanzfedern im Sturzflug erzeugte Meckern gehört im Frühjahr zur typischen Geräuschkulisse von naturnahen Hochmooren. (Foto: T. Runge)

#### Zeitraum 1875 bis 1950

Die flächendeckende Kultivierung der Moor-, Heide- und sonstigen „Ödlandflächen“ begann in Schleswig-Holstein Ende des 19. Jahrhunderts. Durch tiefgreifende Entwässerung, den Einsatz von Dampfpflügen und mit Hilfe von Mineraldünger wurden Moore und Heiden großflächig in Grünland und Ackerflächen umgewandelt oder mit Nadelbäumen aufgeforstet. In den großen, bis dahin noch wenig entwässerten Hochmooren begann der industrielle Torfabbau. Dieser tiefgreifende Landschaftswandel hatte zur Folge, dass um 1930 mit Goldregenpfeifer (BERNDT 2012) und Doppelschnepfe (KNIEF et al. 2010) zwei der von ROHWEDER (1875) genannten Moor- und Heidevogelarten als Brutvögel in Schleswig-Holstein verschwanden.

Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts war jedoch das durch die Kultivierung der Moore entstandene Nebeneinander von Hochmoorresten und vergleichsweise extensiv bewirtschafteten Moorgrünlandflächen für einige Arten auch förderlich. Dazu gehören Wiesenvögel wie Kiebitz und Großer Brachvogel – möglicherweise auch die Uferschnepfe. Der Große Brachvogel ist um 1900 verstärkt von Süden her nach Schleswig-Holstein eingewandert und besiedelt erst seit den 1930er Jahren landesweit die Hochmoorreste und Moorgrünlandflächen der Geest (BERNDT 1986).

Auch das Birkhuhn kam offenbar mit dem kleinräumigen Nebeneinander von Moorresten, Zwergstrauchheiden und Birkenwaldstadien gut zurecht und erreichte um 1930 ein Bestandsmaximum in Schleswig-Holstein (ZIESEMER 1980).

Abbildung 36:  
Der Große Brach-  
vogel brütet in  
Hochmooren und  
im angrenzenden  
Moorgrünland.  
(Foto: T. Runge)



#### **Zeitraum 1950 bis 1980**

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts führte vor allem die immer intensivere landwirtschaftliche Bewirtschaftung zur weiteren Entwässerung der ehemaligen Moor- und Moorheidelandschaften und damit zu einem erneuten Wandel in der Vogelwelt. Als letzte auf größere intakte Hochmoorflächen angewiesene Art starb der ehemals „ziemlich häufige“ Bruchwasserläufer um 1980 als Brutvogel in Schleswig-Holstein aus (KNIEF et al. 2010). Im Zuge der allgemeinen Eutrophierung und der anhaltenden Entwässerung entstanden auf den abgetorften Moorflächen vom Pfeifengras beherrschte Dominanzbestände. Selbst auf den verbliebenen, trockenen Hochmoorresten wandelten sich zwergstrauchreiche Moorbereiche in monotone Pfeifengrasbestände. Diese Entwicklung dürfte ein wesentlicher Grund dafür sein, dass auch der Brutbestand des Birkhuhns immer weiter abnahm und es Ende der 1970er Jahre in Schleswig-Holstein nur noch 100 bis 200 Exemplare gab (ZIESEMER 1980).

Der industrielle Torfabbau für Gartenerden erlebte in diesem Zeitraum seine letzte Blüte. Als eine der wenigen Arten fand der Steinschmätzer auf den vegetationsarmen Torfdämmen in den Abtorfungsgebieten geeignete Lebensbedingungen vor (BERNDT et al. 2002).

Zeitweise waren in diesem Zeitraum auch Sturmmöwenkolonien für einige Moore charakteristisch. Die Vögel flogen zur Nahrungssuche u.a. auf das benachbarte Moorgrünland zur Mäusejagd (BERNDT 1995). Ebenfalls Mäuse als Nahrungsgrundlage hatte auch der Raubwürger, der vor allem im Zeitraum 1950 bis 1980 eine Charakterart in den Mooren insbesondere der Eider-Treene-Sorge Niederung war (BUSCHE & LOOFT 2002).

#### **Zeitraum 1980 bis heute**

Mitte der 1970er Jahre gab es zaghafte Ansätze der Moorrenaturierung. Umfangreichere Versuche begannen in den 1980er Jahren (z.B. im Dosenmoor, IRMLER et al 1998), verstärkt erfolgte die Wiedervernässung dann seit den 1990er Jahren. Wesentliche Maßnahmen waren in vielen Mooren die Aufhebung der Entwässerung durch Grabenanstau und der Anstau von Niederschlagswasser durch Randverwallungen. In zahlreichen Mooren entstanden daraufhin offene Flachgewässer, die viele Wasservögel anziehen (z.B. Dosenmoor bei Neumünster, Fockbecker Moor und das Wilde Moor im Kreis Rendsburg-Eckernförde sowie das Hasenmoor im Kreis Segeberg). Auch die Bekassine hat zumindest lokal von den Wiedervernässungsmaßnahmen in Hochmooren profitiert, ist allerdings in



den letzten Jahren landesweit stark im Bestand zurückgegangen (KOOP & BERNDT 2014). Der Kranich breitet sich zur Zeit wieder nach Nordwesten aus und besiedelt auf der Geest verstärkt wiedervernässte Moore mit sicheren Brutplätzen auf Baumstubben oder Pfeifengrasbulten im Flachwasser (KOOP & BERNDT 2014).

Da in Niedermoorgebieten nicht nur – wie in den Hochmooren – nährstoffarmes Niederschlagswasser, sondern auch Grund- oder Oberflächenwasser angestaut wurde, entwickelten sich in diesen Mooren zum Teil eutrophe Flachseen, an denen sich nicht nur Moorarten wie die Krickente ansiedelten, sondern vermehrt auch Arten der Seen und Weiher, wie Reiher- und Stockente (BERNDT 1995), in jüngster Zeit auch die Graugans.

Entwässerte Moore bewaldeten sich in den letzten Jahrzehnten zunehmend mit Moorbirke und verschiedenen Weidenarten. In den letzten Jahrzehnten entstanden zum Teil parkartige Moorbirkenwälder, die eine ganz eigene Singvogel-Lebensgemeinschaft mit Fitis und Baumpieper als den dominierenden Arten aufweisen. Da die Birken nicht alt werden und viel stehendes Totholz vorhanden ist, treten auch Höhlen bewohnende Arten wie Kleinspecht und Weidenmeise auf. Vielfach ist auch die Waldschnepfe eine charakteristische Art dieser neuen Waldform. Werden die Birkenwälder dichter, kommen weitere ubiquitäre – also überall vor-

kommende – Waldarten wie Buchfink, Amsel und verschiedene Meisen hinzu (BERNDT 1995).

Negativ hat sich in den letzten Jahren vielerorts das Moorgrünland entwickelt. Viele ehemals extensiv bewirtschaftete Wiesen und Weiden wandelten sich durch Nutzungsintensivierung in Silogrünland und Maisäcker oder entwickelten sich durch Nutzungsaufgabe in hochwüchsige Flatterbinsenbestände. Mit dieser Entwicklung brach auch der Brutbestand insbesondere vieler Wiesenvögel auf den Moorgrünlandflächen ein. Arten, die im Moor brüteten, aber zur Nahrungssuche auf angrenzende, extensiv bewirtschaftete Grünlandflächen mit einer hohen Habitatqualität angewiesen sind, wie Raubwürger, Sturmmöwe und Großer Brachvogel, haben besonders unter der Intensivierung der Randbereiche gelitten.

In einigen Mooren werden Moorgrünlandflächen im Rahmen von Vertragsnaturschutzprogrammen von Robustrindern extensiv beweidet. Solche strukturreichen Flächen im Randbereich zum alten Hochmoorkern sind Lebensraum für Neuntöter und Braunkehlchen. Seit den 1990er Jahren ist auch das Schwarzkehlchen eine typische Art dieser Moorrandbereiche geworden (PFEIFFER 2000). In jüngster Zeit deutet sich insbesondere in der Eider-Treene-Sorge Niederung die zunehmende Besiedlung der Moore auch beim Blaukehlchen an (KOOP & BERNDT 2014).



Abbildung 37:  
Der Kranich hat  
von der Renaturie-  
rung der Moore  
profitiert. (Foto: M.  
Muszeika)

Andere Arten haben dagegen in den letzten Jahren das Moor als Brutplatz weitgehend geräumt. Dazu gehört auch die Wiesenweihe, die noch bis in die 1990er Jahre vor allem in Niedermoorbereichen mit Seggen- und Hochstaudenriedern in der Eider-Treene-Sorge Niederung brütete, aktuell aber fast ausschließlich Getreidefelder in verschiedenen Landesteilen zum Nisten aufsucht (KOOP & BERNDT 2014). Auch die Sumpfohreule, ehemals auf den Mooren der Geest „regelmäßiger Brutvogel“ (BECKMANN 1964), tritt aktuell auch in mäusereichen Jahren nur noch mit wenigen Brutpaaren in den verbliebenen Mooren auf – die Mehrzahl der Bruten erfolgt in den Küstendünen der Inseln und in Vorlandbereichen (JEROMIN & KOOP 2013). Das Birkhuhn hat spätestens seit den 1990er Jahren keine autochthonen Vorkommen in Schleswig-Holstein mehr. Auch jahrelange Auswilderungsmaßnahmen der Jägerschaft waren aufgrund der geschilderten Lebensraumveränderungen nicht erfolgreich (BERNDT 1995).

### Resümee

Durch die flächendeckende Kultivierung der Moore und Heiden in Schleswig-Holstein sind die an die besonderen abiotischen Bedingungen angepassten Arten in den vergangenen Jahrzehnten ausgestorben. Auch Wiesenvögel, Birkhuhn und Raubwürger, die zeitweise von dem Nebeneinander von Hochmoorresten und extensiv genutztem Grünland profitierten, wei-

sen in den letzten Jahrzehnten rückläufige Bestände auf oder sind ganz verschwunden.

Nichtsdestotrotz sind viele Moore noch immer naturnahe Inseln in der Landschaft, die von intensiv entwässerten und bewirtschafteten Randbereichen umgeben sind. Heutzutage werden Moore, in denen Naturschutzmaßnahmen umgesetzt wurden, ornithologisch gekennzeichnet durch Arten der Flachgewässer, der Moorbirkenwälder und der extensiv im Rahmen von Naturschutzprogrammen beweideten Moorrandbereiche.

Dies sind positive Entwicklungen für die genannten Vogelgemeinschaften. Andererseits ist festzuhalten, dass die meisten typischen Moorvogelarten keine Bestandszunahme zeigen und die verschwundenen Arten, so Bruchwasserläufer und Raubwürger, bisher nicht zurückgekehrt sind, obgleich sie weiterhin im südlichen Dänemark unmittelbar nördlich der Landesgrenze brüten. Dies könnte vor allem zwei Ursachen haben: Durch die Renaturierungen entstehen wertvolle, zunächst einmal aber andere Lebensräume als vor den Eingriffen in Natur und Landschaft. Zum anderen zeigen kleine Restbestände von Vögeln ein erhebliches Beharrungsvermögen: Sie können unter sich verschlechternen Bedingungen noch lange ausharren, andererseits kehren sie wohl nur unter einem erheblichen Populationsdruck in einmal verlassene Gebiete zurück.

Abbildung 38:  
Der Neuntöter besiedelt extensiv beweidete Grünlandflächen am Rande von Mooren und profitiert von der Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen. (Foto: T. Runge)



### 3.5. Amphibien und Reptilien

➤ Christian Winkler

#### Einleitung

Die heute mehr oder weniger anthropogen gestörten Moore Schleswig-Holsteins werden von fast allen im Land vorkommenden Amphibien- und Reptilienarten zumindest lokal als Habitate oder Teilhabitate genutzt, woraus sich aus herpetologischer Sicht eine hohe Bedeutung derartiger Lebensräume ableiten lässt (KLINGE & WINKLER 2005). Vor allem die borealen und subborealen Vertreter der Herpetofauna wie Moorfrosch und Kreuzotter können auch als Charakterarten naturnaher Hochmoore eingestuft werden, wie sie im feucht-warmen Klima des Atlantikums vor allem in den Niederungen der Geest großflächig vorhanden waren (WINKLER & SCHMÖLCKE 2005).

Aktuelle Erfassungen der Herpetofauna liegen aus einer Reihe von Mooren vor. Diese erfolgten insbesondere für den Atlas der Amphibien und Reptilien Schleswig-Holsteins (KLINGE & WINKLER 2005) sowie im Zuge von Wiedervernässungsvorhaben (z.B. RICKERT & WINKLER 2012)

beziehungsweise Naturschutzprojekten (z.B. KLINGE 2011, WINKLER 2011). Zudem wurden einzelne Arten wie die landesweit vom Aussterben bedrohte Schlingnatter in den letzten Jahren systematisch erfasst (WINKLER & KLINGE 2008, KÖNTOPP 2010). Erfahrungen mit gezielten Schutzmaßnahmen im Zuge von Moorwiedervernässungen liegen bislang kaum vor (WINKLER et al. 2013).

#### Charakteristische Arten der Moortypen

Während naturnahe Hochmoore in erster Linie von borealen und subborealen Amphibien- und Reptilienarten besiedelt werden (s.o.), kommen in Übergangs- und Dünenmooren sowie den nährstoff- und basenreichen Niedermooren weitere Faunenelemente hinzu (Tabelle 5). In gestörten Hochmoorkomplexen dringen nach Beendigung des Torfabbaus vielfach charakteristische Arten der Niedermoore, Übergangsmoore und Moorheiden in die früheren Kernzonen vor (Tabelle 5).

Tabelle 5: Auftreten charakteristischer Amphibien- und Reptilienarten der Roten Liste in verschiedenen Moortypen in Schleswig-Holstein, Erklärung: Rote Liste: 1: vom Aussterben bedroht, 2: stark gefährdet, 3: gefährdet, G: Gefährdung anzunehmen, V: Vorwarnliste, D: Daten defizitär; Arealtyp: b: boreal/subboreales Faunenelement, m: mitteleuropäisch bzw. paläarktisches Faunenelement der Laub- und Mischwaldzone, p: pontisches bzw. subpontisches Faunenelement, a: atlantisches bzw. subatlantisches Faunenelement; Heutige Habitatfunktion ausgewählter Moortypen: x: sehr hohe Bedeutung, o: stellenweise hohe Bedeutung, ( ) vorwiegend in Moordegenerationsstadien bzw. auf frischen bis trockenen Standorten (Quellen: KLINGE 2003, WINKLER & SCHMÖLCKE 2005)

Art	Rote Liste SH	FFH Anh.	Arealtyp	Hochmoor	Übergangsmoor	Dünenmoor	Niedermoor	Erlenbruch
Kammolch	V	II,IV	m				x	x
Kreuzkröte	3	IV	a		o	x	x	
Wechselkröte	1	IV	p				x	
Knoblauchkröte	3	IV	p			o	o	
Rotbauchunke	1	II,IV	p				x	
Laubfrosch	3	IV	m				x	o
Moorfrosch	V	IV	b	x	x	x	x	x
Grasfrosch	V	V	b	(o)	(o)	(o)	x	x
Kleiner Wasserfrosch	D	IV	m		x	x	x	
Blindschleiche	G	-	m	(x)	(x)	o	x	
Schlingnatter	1	IV	m	(x)				
Ringelnatter	2	-	m	(x)	x	x	x	x
Kreuzotter	2	-	b	x	x	x	o	





Abbildung 39: Die Kreuzotter nutzt feuchte bis nasse Hochmoorflächen nicht nur als Nahrungshabitat, sondern auch zur Thermoregulation in heißen Witterungsphasen. Für die Überwinterung ist sie jedoch auf trockene Bereiche angewiesen. (Foto: C. Winkler)

Von den einheimischen Amphibien und Reptilien besitzt keine Art eine obligate Bindung an bestimmte Moortypen (Tabelle 5). Für Amphibien spielt vor allem die Existenz von Gewässern zur Fortpflanzung eine große Rolle, wobei sich in Mooren der fehlende oder geringere Prädationsdruck durch Fische positiv auf den Reproduktionserfolg auswirken kann (vgl. MEYER et al. 2009, GLANDT 2010). Als limitierender Faktor ist dort vor allem der pH-Wert zu nennen, wobei der Moorfrosch von den einheimischen Amphibienarten die größte Säuretoleranz besitzt (GLANDT 2006).

Für viele Reptilien- sowie thermophile Amphibienarten ist der offene beziehungsweise halb-offene Landschaftscharakter von Mooren eine wichtige Voraussetzung für deren Nutzung als Habitat. Bei der Habitatwahl von Reptilien spielen zudem kleinräumige Wechsel im Geländere-

lie und das Vorhandensein eines Vegetationsmosaiks (dichte Vegetationsbestände neben offenen Bodenstellen) eine besondere Rolle (STUMPEL 2004, MEYER et al. 2009, EDGAR et al. 2010). Derartige Bereiche weisen Feuchte- und Temperaturgradienten auf, die die Thermoregulation unter verschiedenen Witterungsbedingungen ermöglichen. Zudem verfügen sie vielfach über ein breites Nahrungsspektrum und bieten in den höher gelegenen Bereichen trockene, frostsichere Überwinterungsquartiere (KÖNTOPP 2010, WINKLER 2011, WINKLER et al. 2013). In naturnahen Mooren werden diese Bedingungen kleinräumig durch Bulten- und Schlenkenkomplexe und großräumig durch die Verzahnung der Moorflächen mit Binnendünen oder Geestkernen erfüllt. In anthropogen gestörten Hochmooren finden sich entsprechende Bedingungen vor allem in offenen bis halboffenen kleinräumig parzellierten Torfstichkomplexen.

Für Schlangen, die zwischen Teilhabitaten mitunter Distanzen von mehr als einem Kilometer zurücklegen und deren Populationen für das langfristige Überleben einen Gesamtflächenbedarf von schätzungsweise 100-250 Hektar besitzen (z.B. VÖLKL & THIESMEIER 2002), wirkt sich zudem die Großflächigkeit vieler Moore bzw. die geringe Fragmentierung durch Straßen sehr positiv aus. Entsprechende Bedingungen finden sich nicht nur in den früheren Hochmoorkomplexen der Geest (z.B. Wildes Moor), sondern auch in den Durchströmungsmooren der Flusstäler (z.B. im Eidertal).

### **Moorrenaturierung aus Sicht des Amphibien- und Reptilienschutzes**

Bei Einbeziehung faunistischer Belange können durch die Renaturierung von Moorflächen mit stark gestörtem Wasserhaushalt positive Effekte für moortypische Amphibien- und Reptilienarten erreicht werden. Dazu zählen insbesondere eine Erweiterung des Laichplatzangebotes für Amphibien, die damit verbundene Verbesserung der Nahrungsgrundlage für Reptilien sowie eine mögliche Reduktion des Pflegeaufwands durch verminderten Gehölzaufwuchs (vgl. TIMMERMANN et al. 2009). Während das Konfliktpotenzial bei der Wiedervernässung von Wirtschaftsgrünland auf Moorböden relativ gering ist, ist bei der Renaturierung von abgetorften Hochmoorflächen vielfach von einem sehr hohen Konfliktpotenzial auszugehen. Ursache ist, dass Pfeifengras- und Moorheide-Degenerationsstadien zum einen vielfach Schlüsselhabitate von bestandsgefährdeten Reptilienarten umfassen (KLINGE & WINKLER 2005), zum anderen jedoch besonders hohe Treibhausgasemissionswerte aufweisen und entsprechend aus Gründen des Klimaschutzes vorrangig zu renaturieren sind (JENSEN et al. 2010). Auf Reptilienpopulationen können sich dabei der Verlust an trockenen, frostsicheren Winterquartieren sowie eine erhöhte Mortalitätsrate infolge baulicher Maßnahmen (z.B. Anlage von Verwallungen) oder der späteren winterlichen Überstauung von Moorflächen besonders gravierend auswirken. Einzubeziehen ist dabei, dass angrenzende Offenlandbiotope inzwischen überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt werden (z.B. RIEDEL 2013) und der Herpetofauna vielfach keine geeigneten Überwinterungsplätze mehr bieten. Darüber hinaus weisen insbesondere Schlangenarten wie die Kreuzotter (Abbildung 39) vielfach eine traditionelle räumliche Bindung an bestimmte Teilhabitate auf (VÖLKL & THIESMEIER 2002, WINKLER 2011).

Besonders auf Niedermoorböden wurden im Rahmen verschiedener Projekte erfolgreiche Artenschutzmaßnahmen für bestandsgefährdete Amphibienarten der FFH-Richtlinie durchgeführt. In anthropogen gestörten Hoch- und Übergangsmooren erfolgten zudem Wiedervernässungsmaßnahmen für den Moorfrosch. Träger dieser Projekte war vielfach die Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein. Spezielle Artenschutzmaßnahmen für moortypische Reptilienarten erfolgten demgegenüber bislang kaum. Die meisten Arten profitieren jedoch von „Entkusselungsmaßnahmen“, wie sie von Naturschutzgruppen in verschiedenen Mooren durchgeführt werden (vgl. EDGAR et al. 2010, WINKLER 2011). Gezielte Artenschutzmaßnahmen wurden in erster Linie im Wilden Moor bei Rendsburg umgesetzt. Im Fokus steht dort die hochgradig gefährdete Schlingnatter (WINKLER et al. 2013, vgl. Kapitel 9.3). Im Wilden Moor wurden vom Unabhängigen Kuratorium Landschaft Schleswig-Holstein e.V. parallel zu den laufenden Wiedervernässungsmaßnahmen künstliche Winterquartiere und zusätzliche Polderdämme zur Aufrechterhaltung von Schlüsselhabitaten und zur besseren Vernetzung von Teilhabitaten angelegt. Zudem wurden strukturarmer Pfeifengrasbestände durch linienhaftes Abschieben der Vegetation in ihrer Habitateignung aufgewertet. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse deuten auf einen Erfolg der Maßnahmen hin (KÖNTOPP 2010, WINKLER et al. 2013).

### **Maßnahmen und Ausblick**

Bei der Renaturierung von faunistisch bedeutsamen Moorflächen müssen die Belange des Tierartenschutzes vermehrte Beachtung finden. Andernfalls ist mit einer gravierenden Verschärfung der Gefährdungssituation von moortypischen Tierarten insbesondere unter den Reptilien zu rechnen. Zu beachten ist dabei, dass einige der betroffenen Arten im Anhang IV der FFH-Richtlinie geführt werden (Tabelle 5) und insofern in der Europäischen Union einem besonders strengen Schutz unterliegen.

Bei Moorrenaturierungen, die als Naturschutzvorhaben artenschutzrechtlich nicht privilegiert sind, sollten folgende Punkte beachtet werden (vgl. STUMPEL 2004, UCHELEN 2006, BAKER et al. 2010, EDGAR et al. 2010, RICKERT & WINKLER 2012):

- Besonders hochwertige Teilflächen (z.B. traditionelle Überwinterungsplätze von





Abbildung 40: Durch die Anlage von langfristig haltbaren künstlichen Winterquartieren – wie hier im Wilden Moor bei Rendsburg – können auch bei Wiedervernässungsmaßnahmen Überwinterungsplätze für Reptilien geschaffen werden. (Foto: C. Winkler)

Schlingnatter und Kreuzotter) müssen erhalten und dort jegliche bauliche Maßnahmen vermieden werden. Je nach Datenlage kann dies im Vorfeld gezielte Kartierungen der Herpetofauna erforderlich machen.

- Großräumige Wiedervernässungsmaßnahmen sollten zeitlich gestaffelt erfolgen, um zu verhindern, dass die Populationen von bestandsgefährdeten Arten durch besonders umfangreiche Habitatverluste einem erhöhten Aussterberisiko ausgesetzt werden.
- Der Verlust oder die erhebliche Beeinträchtigung von hochwertigen Reptilienlebensräumen sollten durch die Schaffung von Ersatzhabitaten, wie künstlichen Überwinterungsquartieren (Abbildung 40), kompensiert werden (WINKLER et al. 2013).

Dies gilt nicht nur für die streng geschützten Arten nach Anhang IV der FFH-Richtlinie (Durchführung von CEF-Maßnahmen), sondern generell für hochgradig gefährdete Arten. Zu beachten ist, dass Moorwiedervernässungen nach dem Artenschutzrecht nicht privilegiert sind (vgl. § 44 Abs. 5 BNatSchG).

- Die durchgeführten Kompensationsmaßnahmen sollten einem faunistischen Monitoring unterzogen werden, um zum Schutz bestandsgefährdeter Arten notfalls weitergehende Maßnahmen ergreifen zu können. Zudem liefern die Daten wertvolle Informationen für zukünftige Renaturierungsvorhaben.



## 4. Bedeutung der Moore für den Klimaschutz

### 4.1. Klimarelevanz schleswig-holsteinischer Moore

➤ Rita Jensen, Michael Trepel

2010 haben JENSEN et al. für Schleswig-Holstein eine Abschätzung der Treibhausgasemissionen aus Mooren vorgenommen. Neuere Daten gibt es dazu bisher nicht. Im Folgenden werden die Methode und die Ergebnisse dargestellt.

#### Einleitung

Moore haben eine hohe Klimarelevanz. Trotz natürlicher Methanemissionen sind sie mächtige Kohlenstofflagerstätten, die durch Entwässerungsmaßnahmen schnell zu Kohlendioxid-Quellen werden können oder es bereits jetzt schon sind. Durch die intensive Landnutzung auf Moorböden hat auch Deutschland eine große Verantwortung für den Klimaschutz. Moorreiche Bundesländer wie Mecklenburg-Vorpommern, Bayern, Niedersachsen, Brandenburg und Schleswig-Holstein beschäftigen sich daher inzwischen noch intensiver mit dem Moorschutz. Aus diesem Grund wurde vom Land Mecklenburg-Vorpommern 2008 eine Studie in Auftrag gegeben, die als Ergebnis ein praxisnahes Verfahren zur Ermittlung von Treibhausgasemissionen aus Mooren liefert (COUWENBERG et al. 2008). Dieser Ansatz wurde in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern erstmals angewandt und scheint sich als praxistaugliches Instrument zur Abschätzung der Klimawirksamkeit von Moorlebensräumen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen zu bewähren. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse der Berechnungen für Schleswig-Holstein vorgestellt.

#### Methode

Der sogenannte GEST-Ansatz (Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen) wurde von COUWENBERG et al. (2008) als ein Verfahren zur Einschätzung von Treibhausgas-Emissionen für Vegetationseinheiten auf Moorböden entwickelt. Anhand einfach zu bestimmender Indikatoren – wie z.B. Wasserstufen, Boden- und Vegetationstypen – können nach diesem Verfahren grob die Kohlendioxid- und Methanemissionen eines Standortes sowie dessen Klimawirksamkeit abgeschätzt werden. Für diese Festlegung wurden aus der Litera-

tur Daten über jährliche Emissionen aus den gemäßigten Breiten von Mooren gesammelt und Vegetationsformen zugeordnet. Die sich daraus ergebenden Standorttypen nach dem GEST-Verfahren wurden für die Bilanzierung der Klimawirksamkeit von Moorböden in Schleswig-Holstein angewandt. Als Datengrundlage dienten in Schleswig-Holstein die Daten der Biotopkartierung und die Verbreitungsangaben von Mooren; die Anteile von nicht durch die Biotopkartierung erfassten Vegetationsformen wurden geschätzt. Neben dem Ist-Zustand wurden auch zwei Entwicklungsszenarien bilanziert.

#### Szenario 1:

Entwässerte Moore oder landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen werden ihrem Potenzial entsprechend in naturnähere oder extensivere Formen einer Nutzung, die **mit mäßig angehobenen Wasserständen verträglich** ist, überführt.

#### Szenario 2:

Entwässerte Moore oder landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen werden ihrem Potenzial entsprechend in eine naturnähere oder in eine alternative Landnutzungsform, die **mit hohen Wasserständen verträglich** ist, überführt (**Paludikulturen**).

Die Wasserstufen orientieren sich am Vegetationsformen-Ansatz (verändert nach KOSKA et al. 2001, COUWENBERG et al. 2008) und werden wie folgt definiert: 6+ entspricht geflutet, 5+ nass, 4+ halbnass, 3+ feucht und 2+ mäßig feucht. Die Wasserstufen und Klimawirksamkeit der CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Emissionen von Ackerflächen und Wäldern auf Moorböden wurden auf der Basis von Literaturauswertungen konservativ abgeschätzt (AUGUSTIN et al. 1996, 1998, AUGUSTIN 2003, FREIBAUER et al. 2009, ESCHENBACH et al. 1997, VON ARNOLD 2004).

Bei der Betrachtung des GWP (Global Warming Potential) nach Wasserstufen konnten COUWENBERG et al. (2008) fünf Gruppen unterscheiden:

Tabelle 6: Treibhauspotenzial und Wasserstufen

Wasserstufe	Einschätzung Klimawirksamkeit (für eine Absicherung der Werte sind weitere Messungen erforderlich)
2+	> 20 t CO <sub>2</sub> eq/ha/a (tief entwässerte Moore)
3+/2+, 3+, 4+/3+	10 bis 20 t CO <sub>2</sub> eq/ha/a
4+	8 t CO <sub>2</sub> eq/ha/a
5+/4+	-5 bis +5 t CO <sub>2</sub> eq/ha/a
5+	durch Methan-Emission erhöhte Werte (bis zu 18 t CO <sub>2</sub> eq/ha/a, allerdings nur 1 Messwert)

Tabelle 7: Treibhausgasemissionswerte verschiedener Biotop- und Nutzungsformen auf Moorböden nach dem GEST-Ansatz.

Einheiten Biotopkartierung	Wasserstufe	Torfart	GWP* t CO <sub>2</sub> -eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<b>Nasse, hochwertige Systeme</b>			
Bult-Schlenken-Stadium	4+ / 5+	Hochmoor	5
Bruchwald°	5+	Niedermoor	1
Ehemaliger Torfstich	5+	Hochmoor	3
Übergangs-/ Schwingmoorflächen, naturnah	4+ / 5+	Hochmoor	3
Röhricht	4+	Niedermoor	11
Großseggenried	5+	Niedermoor	5
Niedermoor, Sumpf	5+	Niedermoor	7
<b>Entwässerte hochwertige Flächen</b>			
Heidekraut-Stadium	4+	Hochmoor	9,5
Pfeifengras-Stadium	4+	Hochmoor	9,5
Birken-Stadium	4+	Hochmoor	9,5
Feuchtgebüsch (Weiden)°	4+	Niedermoor	0
Hochstaudenflur	2+	Niedermoor	24
Talniederung	3+	Niedermoor	16,5
Feuchtgrünland	3+	Niedermoor	16,5
<b>Entwässerte geringwertige Flächen</b>			
Grünland extensiv	3+	Hochmoor	15
Grünland extensiv	3+	Niedermoor	15
Grünland intensiv	2+	Hochmoor	24
Grünland intensiv	2+	Niedermoor	24
Acker°	2+	Hochmoor	24
Acker°	2+	Niedermoor	24

°: Wasserstufe und Emissionswerte ergänzt (siehe Text); \* GWP = global warming potential.

### Ergebnisse

Für die Bilanzierung der Klimawirksamkeit der Moorböden Schleswig-Holsteins wurden die Flächengrößen der Vegetationseinheiten mit den jeweiligen standorttypischen Emissionsfaktoren multipliziert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 aufgeführt. Nach diesen Berechnungen werden von rd. 145.000 ha Moorböden in Schleswig-Holstein insgesamt jährlich 2,4 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente emittiert.

Den größten Anteil an diesen Emissionen haben die landwirtschaftlich intensiv als Grünland genutzten Niedermoorböden mit 36%, gefolgt von landwirtschaftlich extensiv genutzten Grünlandflächen auf Niedermoor mit 24%. Die Emissionen von ackerbaulich genutzten Niedermoorböden betragen 10%. Landwirtschaftlich genutzte Hochmoorböden haben insgesamt einen Anteil von 14% an den Emissionen. Nasse,

ökologisch meist hochwertige Systeme kommen auf einer Fläche von rd. 17.500 ha vor; ihr Anteil an der Moorfläche beträgt 12 %. Die von diesen Flächen ausgehenden Emissionen an

CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> betragen 114.289 t CO<sub>2</sub>-Äq. jährlich. Dies entspricht einem Anteil von 5% an den von Moorböden Schleswig-Holsteins ausgehenden Gesamtemissionen.

Tabelle 8: Treibhausgasemissionswerte verschiedener Biotop- und Nutzungsformen auf Moorböden nach dem GEST-Ansatz in Schleswig-Holstein (°: Flächengrößen geschätzt; \*: GWP = global warming potential).

Einheiten Biotopkartierung	Torfart	Fläche (ha)	GWP* t CO <sub>2</sub> -eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Bult-Schlenken-Stadium	Hochmoor	141	705
Bruchwald°	Niedermoor	4.763	4.763
Ehemaliger Torfstich	Hochmoor	1.176	3.528
Übergangs-/ Schwingmoorflächen, naturnah	Hochmoor	402	1.206
Röhricht	Niedermoor	7.314	80.454
Großseggenried	Niedermoor	1.088	5.440
Niedermoor, Sumpf	Niedermoor	2.599	18.193
<b>Summe nasse hochwertige Systeme</b>	<b>Moorböden</b>	<b>17.483</b>	<b>114.289</b>
Heidekraut-Stadium	Hochmoor	851	8.085
Pfeifengras-Stadium	Hochmoor	3.756	35.682
Birken-Stadium	Hochmoor	4.025	38.237
Feuchtgebüsch (Weiden)°	Niedermoor	2.305	0
Hochstaudenflur	Niedermoor	2.657	63.768
Talniederung	Niedermoor	1.743	28.760
Feuchtgrünland	Niedermoor	5.417	89.380
<b>Summe entwässerte hochwertige Systeme</b>	<b>Moorböden</b>	<b>20.754</b>	<b>263.912</b>
Grünland extensiv	Hochmoor	14.884 °	223.260
Grünland extensiv	Niedermoor	40.000 °	600.000
Grünland intensiv	Hochmoor	5.000 °	120.000
Grünland intensiv	Niedermoor	37.113 °	890.712
Acker	Hochmoor	300 °	7.200
Acker	Niedermoor	10.000 °	240.000
<b>Summe entwässerte geringwertige Flächen</b>	<b>Moorböden</b>	<b>107.297</b>	<b>2.081.172</b>
<b>Gesamtsumme Schleswig-Holstein</b>	<b>Moorböden</b>	<b>145.534</b>	<b>2.459.373</b>

Die Auswertung zeigte, dass aus ca. 80.000 ha entwässerten Moorböden 2,3 Mio. t CO<sub>2</sub>eq entweichen. Das sind knapp 10 % der Gesamtemissionen des Landes. Das Planungsszenario 1 verursacht noch 1,4 t Mio. t CO<sub>2</sub>eq und das Planungsszenario 2 noch 0,8 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Als interessant haben sich alternative Nutzungsformen

für vernässte Standorte erwiesen (Paludikulturen im Szenario 2). Die Emissionsersparnis beispielsweise von Acker auf Niedermoor hin zu vernässen, genutzten Erlenwäldern beträgt ca. 25 t CO<sub>2</sub>eq/ha/a und ist daher von erheblicher Bedeutung.



Tabelle 9: Beschreibung der Änderungen von Nutzung und Wasserstand in den Entwicklungsszenarien.

Ist-Zustand	Szenario 1: Moderate Vernässung mit Extensivierung	Szenario 2: Paludikultur
Degradierete Hochmoorstadien (Heidekraut- und Pfeifengrasstadien)	Hochmoor, Bult-Schlenken-Stadien	Hochmoor, Bult-Schlenken-Stadien
Degradierete Hochmoorstadien (Birkenstadium)	Übergangsmoorstadien	Übergangsmoorstadien
Hochstaudenfluren	Bruchwälder	Bruchwälder
Extensiv-Grünland (Hochmoor)	Übergangsmoor	Übergangsmoor
Intensiv-Grünland (Hochmoor)	Übergangsmoor	Übergangsmoor / Paludikultur (Torfmoosproduktion)
Intensiv-Grünland (Niedermoor)	Extensiv-Grünland	Paludikultur / Seggenried
Acker (Hochmoor)	Übergangsmoor	Paludikultur / Torfmooskultur
Acker (Niedermoor)	Extensiv-Grünland	Paludikultur (Erlenwälder)
Extensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen	bleibt so	bleibt so

### Ausblick

Eine Extensivierung in Verbindung mit Vernässung kann die Klimawirkung von Mooren verringern. Den größten Minderungseffekt erzielt dabei eine Vernässung von tief entwässerten und landwirtschaftlich intensiv genutzten Niedermoorböden, ggf. kombiniert mit einer Nutzung als **Paludikultur**. Für Paludikultur gibt es in Schleswig-Holstein derzeit kaum Aussichten auf eine Etablierung. Unter anderem machen eine Reihe rechtlicher Rahmenbedingungen und EU-Förderregularien eine Umsetzung schwierig: vernässte Bereiche sind derzeit nicht prämienfähig und fallen bisher nicht unter den Begriff der „ordnungsgemäßen Landwirtschaft“. Auch die Umsetzung von Vernässungsmaßnahmen in idealer Form ist schwer zu bewerkstelligen. Ideale Bedingungen für eine optimale Emissionsminderung sind nur dann gegeben, wenn die oberste Torfschicht (ca. 30 cm) nur wenige pflanzenverfügbare Nährstoffe enthält und einen niedrigen Torfzersetigungsgrad aufweist. Die Fläche sollte keine landwirtschaftlichen Pflanzen wie Futtergräser, die nach der Überflutung absterben, aufweisen, dafür aber eine Grundausrüstung torfbildender Pflanzen. Der Wasserspiegel sollte das ganze Jahr in Flurhö-

he bzw. knapp darunter verbleiben und das für die Wiedervernässung verwendete Wasser sollte nur wenige mineralische und organische Anteile enthalten (möglichst sauberes Grund- oder Oberflächenwasser).

Die Mehrzahl der landwirtschaftlich genutzten Böden Norddeutschlands weist höhere Nährstoffgehalte und auch einen hohen Zersetzungsgrad der Torfe auf. Bei diesen Böden muss entschieden werden, welche anschließende Nutzung vorgesehen ist. Der gelegentlich diskutierte Konflikt zwischen den Zielen des Klimaschutzes und des Naturschutzes, insbesondere zu NATURA 2000, ist größtenteils nicht ersichtlich. Vielmehr scheinen sie sich gut zu ergänzen. Im Zweifelsfall wird immer im Einzelfall zu entscheiden sein, welcher Schwerpunkt Vorrang haben soll. Diese Beurteilung schließt auch den Artenschutz mit ein. Im Falle eines EU-Vogelschutzgebietes muss, wie auch bei den FFH-Lebensräumen, im Konfliktfall entschieden werden, welches Ziel Vorrang haben soll oder ob ggf. von diesem abgewichen werden kann.

## 4.2. Klimarelevanz landwirtschaftlich genutzter Niedermoore in der Eider- Treene-Sorge-Niederung

➤ Arne Poyda, Thorsten Reinsch,  
Christof Kluß, Ralf Loges und  
Friedhelm Taube

### Hintergrund und Zielstellungen

Der Extensivierung bzw. vollständigen Wiedervernässung und Renaturierung intensiv genutzter Moorböden wird eines der größten Treibhausgas (THG)-Minderungspotenziale im Bereich der Landwirtschaft zugesprochen (SMITH et al. 2008). Die moorreichen Regionen Deutschlands, wie insbesondere der Nordwesten, werden landwirtschaftlich durch die Milchviehhaltung und die damit assoziierten Grünland- und Ackerfutterbauflächen dominiert (RÖDER et al. 2011). Für die Bereitstellung eines hochwertigen, energie- und proteinreichen Futters ist eine intensive Bewirtschaftung dieser Flächen notwendig. In Schleswig-Holstein und Niedersachsen wird der Produktionsdruck auf die Niedermoorflächen zusätzlich durch den zunehmenden Bedarf an Ackerflächen auf den umliegenden Mineralböden und die damit verbundenen steigenden Preise für Land und Pacht erhöht, was eine Extensivierung oder vollständige Nutzungsaufgabe aus betriebswirtschaftlicher Sicht häufig ausschließt. Für Gebiete, die wesentlich zur regionalen Wertschöpfung beitragen, sind im Sinne des Klimaschutzes daher Lösungen anzustreben, die eine Reduzierung der THG-Emissionen ohne eine deutliche Verringerung der Flächenproduktivität erreichen (SMITH et al. 2008).

Ein Maß zur Beurteilung der Klimarelevanz der landwirtschaftlichen Produktion stellen – neben den flächenbezogenen – die produktbezogenen THG-Emissionen (engl.: **product carbon footprint, PCF**) dar (GUERCI et al. 2013). Dabei werden alle THG-Emissionen, die im Laufe des Produktionsprozesses eines Produktes entstehen, ermittelt, mit ihrem jeweiligen globalen Erwärmungspotenzial (engl.: **global warming potential, GWP**) in der Einheit CO<sub>2</sub>-Äquivalente multipliziert (CO<sub>2</sub> = 1, CH<sub>4</sub> = 25, N<sub>2</sub>O = 298; IPCC 2007) und auf eine funktionelle Einheit (z. B. kg Milch oder Fleisch) bezogen (HENRIKSSON et al. 2011). Im hier vorgestellten Projekt lag der Fokus auf den standörtlichen Besonderheiten der Futterproduktion auf

Niedermooeren, so dass lediglich die flächenbezogenen THG-Emissionen erfasst und auf die entsprechende Flächenproduktivität (GJ Nettoenergie Laktation (NEL) ha<sup>-1</sup>) bezogen wurden.

### Messprogramm

Über einen Zeitraum von zwei Jahren (April 2012 – März 2014) wurde der Austausch der drei Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O kontinuierlich nach dem geschlossenen Messkammerprinzip (HUTCHINSON & MOSIER 1981; DRÖSLER 2005) ermittelt. Die Untersuchungsflächen befanden sich in der Eider-Treene-Sorge-Niederung, dem mit 160.000 ha größten Flussniederungsgebiet Schleswig-Holsteins. Insgesamt wurden vier Flächen mit unterschiedlicher Nutzungsintensität verglichen. Als ungenutzte Kontrolle diente dabei eine 1991 wiedervernässte und 1998 aus der Nutzung genommene Grünlandfläche (Brache), deren THG-Emissionen nicht der Nutzung zugeschrieben werden können und somit die Hintergrundflüsse des Untersuchungsgebietes repräsentieren (Abbildung 41).

Desweiteren wurden zwei unterschiedlich stark entwässerte und intensiv genutzte Grünlandflächen betrachtet. Etwaige Unterschiede der THG-Emissionen sowie der Produktivität zwischen der intensiv entwässerten (Grünland ‚feucht‘) und moderat entwässerten (Grünland ‚nass‘) Fläche wurden dabei hauptsächlich als Folge der unterschiedlichen Grundwasserstände erwartet (Abbildung 41). Außerdem umfasste die Untersuchung eine intensiv entwässerte Ackerfutterbaufläche, auf der im Jahr 2012 Sommergerste als Ganzpflanzensilage (GPS) sowie 2013 Sommerweizen-GPS mit einer Gras-Untersaat angebaut wurde. Zusätzlich zum Grundwasserstand wurde hier ein Einfluss auf die THG-Emissionen durch die Bodenbearbeitung im Frühjahr sowie durch die fehlende Vegetationsdecke zwischen der Ernte der Gerste und der Aussaat des Weizens angenommen.



Abbildung 41: Die vier Untersuchungsflächen in der Eider-Treene-Sorge-Niederung sowie die Grundwasserstände im Mittel zweier Versuchsjahre (01. April 2012 – 31. März 2014). Links: transparente Messkammer zur Erfassung des Nettoökosystemaustausches (NEE) von  $\text{CO}_2$ .

### Ergebnisse

Für die Bilanzen der drei erfassten Treibhausgase  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$  sowie die Klimabilanz, die sich aus diesen zusammensetzt, konnten signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Nutzungskategorien ermittelt werden (Abbildung 42). Dabei wird deutlich, dass sich die Flächen Acker und GL ‚feucht‘ bei keiner Bilanz, die Flächen GL ‚feucht‘ und GL ‚nass‘ jedoch bei allen Bilanzen signifikant voneinander unterscheiden.

Der Nettoökosystemaustausch (NEE) von  $\text{CO}_2$  stellt die Bilanz aus der  $\text{CO}_2$ -Fixierung durch die Photosynthese und der  $\text{CO}_2$ -Freisetzung durch Boden- und Pflanzenatmung dar. Alle vier Beobachtungsflächen weisen einen positiven NEE und somit einen Netto-Verlust von  $\text{CO}_2$  an die Atmosphäre auf (Abbildung 42). Der resultierende Kohlenstoffverlust liegt im Mittel der beiden Versuchsjahre zwischen 2,8 t (Brache) und 11,7 t  $\text{CO}_2\text{-C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  (GL ‚feucht‘).

Für die Klimabilanzen der Flächen von untergeordneter Bedeutung sind die Methanemissionen. Diese sind mit durchschnittlich 1,1 kg  $\text{CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  am geringsten beim GL ‚feucht‘, während sie auf der Brachfläche im Mittel bei 84,4 kg  $\text{CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  liegen. Desweiteren konnten auf allen Flächen relevante  $\text{N}_2\text{O}$ -Freisetzungen gemessen werden, die mit 3,4 kg  $\text{N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  auf der Brachfläche am geringsten und mit 18,4 kg  $\text{N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  auf dem Acker am höchsten

ausfielen. Die sich aus diesen drei Treibhausgasen zusammensetzenden Klimabilanzen der Beobachtungsflächen betragen 45,8 (Acker), 50,2 (GL ‚feucht‘), 33,4 (GL ‚nass‘) und 13,9 t  $\text{CO}_2\text{-Äq. ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  (Brache), gemittelt über die beiden Versuchsjahre.

Mit abnehmenden Grundwasserständen weisen die Untersuchungsflächen eine signifikante Zunahme der Klimabilanzen auf (Abbildung 43, links). Der signifikante Einfluss der Nutzungskategorie auf die THG-Emissionen ist danach auf Unterschiede in der Entwässerungsintensität und weniger auf einen direkten Effekt der Nutzung zurückzuführen. So zeigt die Ackerfläche entgegen der Erwartung keine höheren Emissionen als die intensiv entwässerte Grünlandfläche.

Werden die THG-Emissionen auf die Flächenproduktivität, in Form der Nettoenergie Laktation (NEL), die für die Milcherzeugung aus dem Grundfutter bereitgestellt wird, bezogen, so ergibt sich in Abhängigkeit des Grundwasserstandes ein differenzierteres Bild (Abbildung 43, rechts). Insbesondere der Vergleich der beiden Grünlandflächen zeigt, dass bei höheren Grundwasserständen eine klimaschonendere Futterproduktion möglich ist. Zwar konnte hier in beiden Versuchsjahren jeweils eine Schnittnutzung weniger durchgeführt werden, der Mehrertrag des ‚feuchten‘ Grünlands wird je-



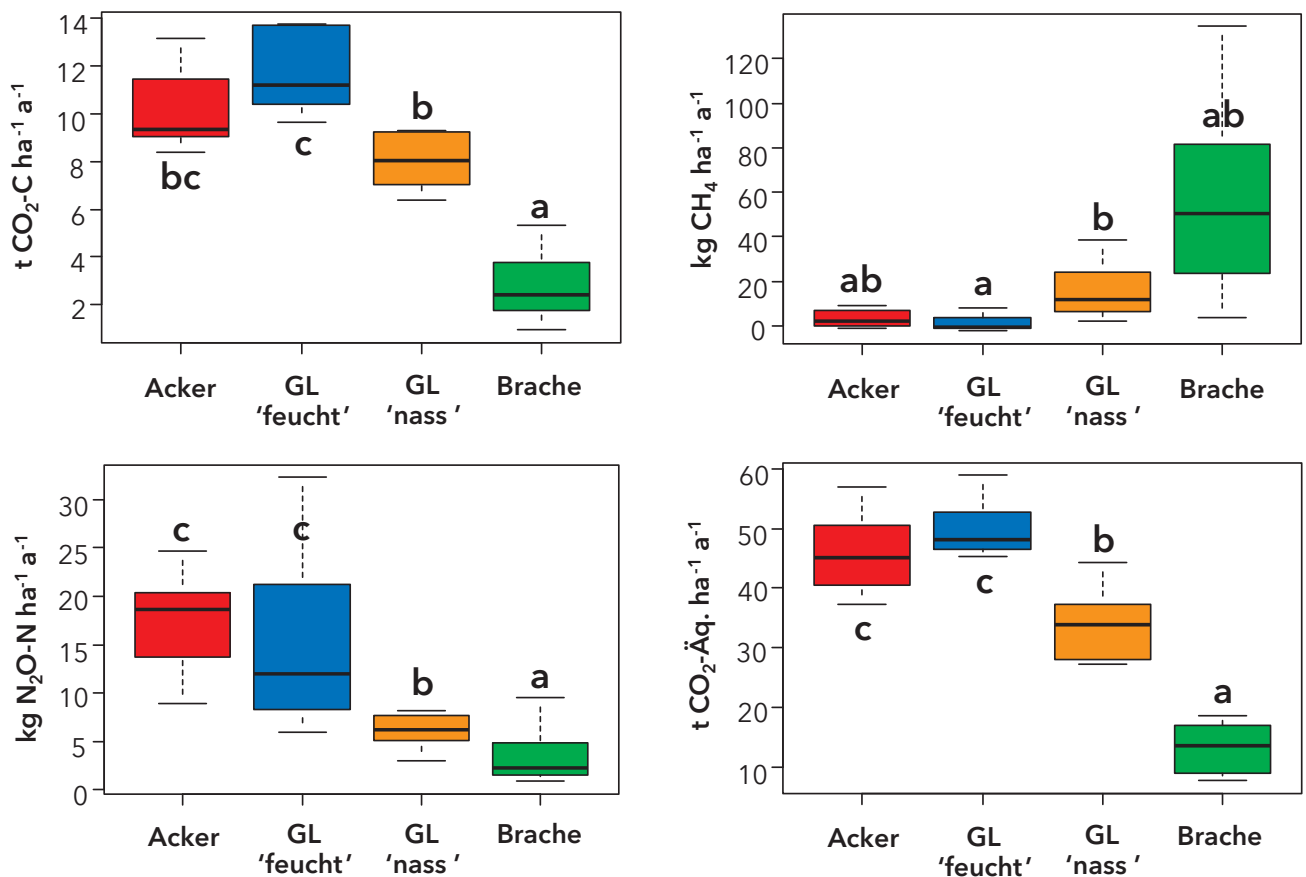


Abbildung 42: Jährliche Emissionen für die Treibhausgase CO<sub>2</sub> (oben links), CH<sub>4</sub> (oben rechts) und N<sub>2</sub>O (unten links) im Mittel zweier Versuchsjahre (01. April 2012 – 31. März 2014) sowie die gesamte Klimabilanz (in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) der vier Untersuchungsflächen (unten rechts). Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen.

doch durch überproportional steigende THG-Emissionen begleitet. Für die Beurteilung der Ackerfläche sei auf die unterschiedlichen Produktionsverfahren und Witterungen der Jahre 2012 und 2013 hingewiesen. Während die verspätete Ernte der Sommergerste im nassen

Sommer 2012 zu geringen Erträgen führte, konnte im trockeneren Jahr 2013 durch die Ernte des Sommerweizens und zwei nachfolgende Grünlandschnitte ein vergleichsweise höherer Ertrag realisiert werden (Abbildung 43, rechts).

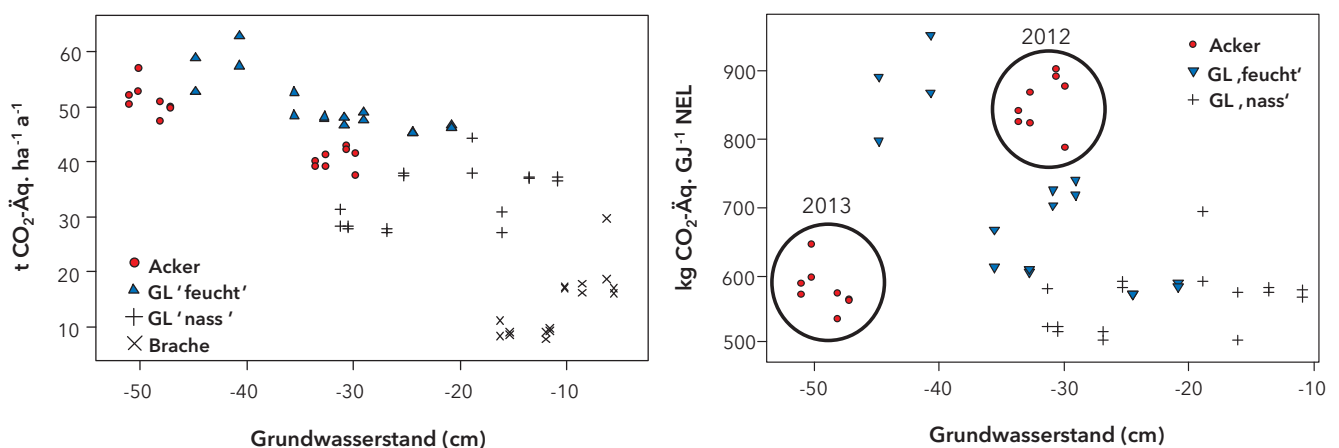


Abbildung 43: Zusammenhang der Klimabilanzen der vier Beobachtungsflächen (links) sowie der produktspezifischen THG-Emissionen der drei landwirtschaftlichen Flächen (rechts) mit dem mittleren Grundwasserstand. NEL = Nettoenergie Laktation

## Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die hier vorgestellten Klimabilanzen von Niedermoorböden in der Eider-Treene-Sorge-Niederung basieren auf den ersten direkten Messungen der drei relevanten Treibhausgase in Schleswig-Holstein, die darüber hinaus – aufgrund der verwendeten Messtechnik – mit anderen Untersuchungen in Deutschland und Europa vergleichbar sind. So liegen die ermittelten jährlichen Emissionen von  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$  auf einem typischen Niveau für die jeweiligen Nutzungskategorien (COUWENBERG 2009a; LEPELT et al. 2014). Demgegenüber sind die  $\text{CO}_2$ -Emissionen im Vergleich zu anderen Studien als sehr hoch einzuordnen (COUWENBERG 2009b; MALJANEN et al. 2010; DRÖSLER et al. 2013) und machen mit 73,4 (Brache) bis 87,9 % (GL feucht) den größten Anteil der Klimabilanzen aus. Die sich daraus ergebende hohe Klimarelevanz unterstreicht das große Potenzial von Klimaschutzprogrammen für die schleswig-holsteinischen Niedermoores.

Die Höhe der Emissionen wird zum Teil von der Bewirtschaftung, in erster Linie jedoch vom mittleren Grundwasserstand beeinflusst. Eine Ackernutzung ist aufgrund der dafür notwendigen tiefen Entwässerung negativ zu bewerten, eine alleinige Umnutzung von Acker zu Grünland ohne Erhöhung der Wasserstände hat jedoch noch keine klimaschonende Wirkung. Zusätzlich ist die Ackernutzung von Niedermoorböden mit einer hohen Ertragsunsicherheit verbunden, wodurch in schlechten Erntejahren sehr hohe produktbezogene THG-Emissionen entstehen können.

Das ‚nasse‘ Grünland zeigt, bei einem 10 cm höheren mittleren Grundwasserstand, 34 % geringere Emissionen als das ‚feuchte‘ Grünland, bei durchschnittlich nur 19 % geringeren Energieerträgen. Eine intensive Grünlandbewirtschaftung mit einer qualitativ hochwertigen Futtererzeugung ist somit auch bei mittleren Jahresgrundwasserständen von 10 bis 20 cm unter Flur möglich. Für eine ausreichende Befahrbar-

keit sollten sich die Wasserstände während der Vegetationsperiode jedoch mindestens 30 cm unter Flur befinden (BLANKENBURG et al. 2001). Ist eine direkte Regulierung der Wasserstände nicht möglich, wird bei einem solchen System in der Regel eine Schnittnutzung pro Jahr weniger realisiert. Dem Erhalt einer dichten und futterbaulich wertvollen Grasnarbe kommt somit aus Gründen der Befahrbarkeit und Futterqualität eine besonders große Bedeutung zu. Längere Phasen mit Überstau sind daher zu vermeiden (HAHN-SCHÖFL et al. 2011).

Die Brachfläche zeigt trotz Wiedervernässung sowohl ökologisch als auch den  $\text{CO}_2$ -Austausch betreffend keine Kennzeichen eines naturnahen Niedermoores, ist jedoch hinsichtlich der flächenbezogenen Klimabilanz gegenüber den genutzten Flächen als positiv zu bewerten. Für eine Ansiedlung naturnaher Niedermoorvegetation sowie den Aufbau einer  $\text{CO}_2$ -Senke ist ein Grundwasserstand anzustreben, der sich ganzjährig, ohne deutliche Schwankungen, in Flurnähe befindet (COUWENBERG et al. 2011).

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass jede mit einer Entwässerung einhergehende Nutzung der Niedermoores zur weiteren Degradierung bzw. zum Torfschwund führt. Langfristig wird die intensive Nutzung der tiefer gelegenen Bereiche im Untersuchungsgebiet immer stärker erschwert und nur unter erheblichem Aufwand, durch den Ausbau der Entwässerungssysteme, aufrecht zu erhalten sein. Es ist daher davon auszugehen, dass die intensive Bewirtschaftung aus einigen Bereichen zurückgedrängt wird, wodurch sich Potenziale für den Klimaschutz und Synergien mit weiteren Ökosystemleistungen, wie dem Wiesenvogelschutz, ergeben. In Abhängigkeit von den Grundwasserständen sollten Mosaikstrukturen aus intensiv und extensiv genutzten sowie ungenutzten Bereichen entstehen, um den gesamten gesellschaftlichen Nutzen dieser besonderen Ökosysteme zu erhalten und zu erhöhen.

### 4.3. Überregionaler Moor- und Klimaschutz

➤ Rita Jensen, Michael Trepel,  
Thomas Wälter

#### Internationaler Klimaschutz

Das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) vom 9. Mai 1992, kurz **Klimarahmenkonvention** genannt, bildet die Grundlage für die weltweiten Klimaschutzbemühungen. In ihr wurden Ziel, Grundsätze, Verpflichtungen und auch die regelmäßige Überprüfung der Durchführung dieses Übereinkommens festgelegt. Seit 1997 erfolgen jährlich die Vertragsstaatenkonferenzen (Conference of the parties, COP) der UN-Klimarahmenkonvention, die nicht nur den Fortschritt der Klimaschutzbemühungen überprüfen, sondern auch versuchen, die Industrieländer stärker in die Pflicht zu nehmen. Im Kyoto-Protokoll von 1997 wurden Ziele und Maßnahmen näher formuliert. Die Industriestaaten verpflichten sich darin, die Emissionen wichtiger Treibhausgase zwischen 2008 und 2012 um eine festgelegte Menge zu reduzieren. Das Basisjahr ist dabei 1990. Für Deutschland wurde eine Senkung um 21 % festgelegt. Um die Emissionsreduktion zu erleichtern, gibt es die Möglichkeit, sogenannte flexible Mechanismen in Anspruch zu nehmen.

#### Flexible Mechanismen

- Handel mit Emissionsrechten
- Gemeinsame Umsetzung (Joint Implementation JI): Projekte zwischen Ländern, die beide zur Reduktion verpflichtet sind (Annex-I-Staaten, also Industrienationen)
- Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism CDM): Projekte zwischen Annex-I-Staaten und Staaten, die nicht verpflichtet sind (Entwicklungsländer). Eingesparte Emissionen kann sich das durchführende Land anrechnen lassen.

Gemäß Kyoto-Protokoll müssen die so genannten Annex I-Länder Landnutzungsänderungen in ihren nationalen Bilanzen ausweisen. Jede

Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung muss verpflichtend angerechnet werden und geht in den Nationalen Inventarbericht ein, der jährlich zu erstellen ist. Demgegenüber steht es den Ländern frei, sich auch zusätzliche Maßnahmen der Landnutzung anrechnen zu lassen. Natürliche Senken sind davon ausdrücklich ausgeschlossen, d.h. unberührte Moore oder Naturwälder können nicht eingerechnet werden. Das Verrechnen von Landnutzungsaktivitäten wie „Entwässerung von Feuchtgebieten und Wiedervernässung trockengelegter Flächen“ war möglich, wurde jedoch von den Staaten kaum genutzt und bleibt auch in der zweiten Verpflichtungsperiode (2013-2020) freiwillig. Deutschland hatte sich 2006 entschieden, für die erste Verpflichtungsperiode (2008-2012) lediglich die Landnutzungsaktivität „Waldbewirtschaftung“ einzubeziehen. Auch für die zweite Verpflichtungsperiode hat sich daran bisher nichts geändert. Wünschenswert wäre allerdings eine stärkere Berücksichtigung der Landnutzungsaktivität „Wiedervernässung von entwässerten Mooren und Feuchtgebieten“.

#### Klimaschutz in der Europäischen Union

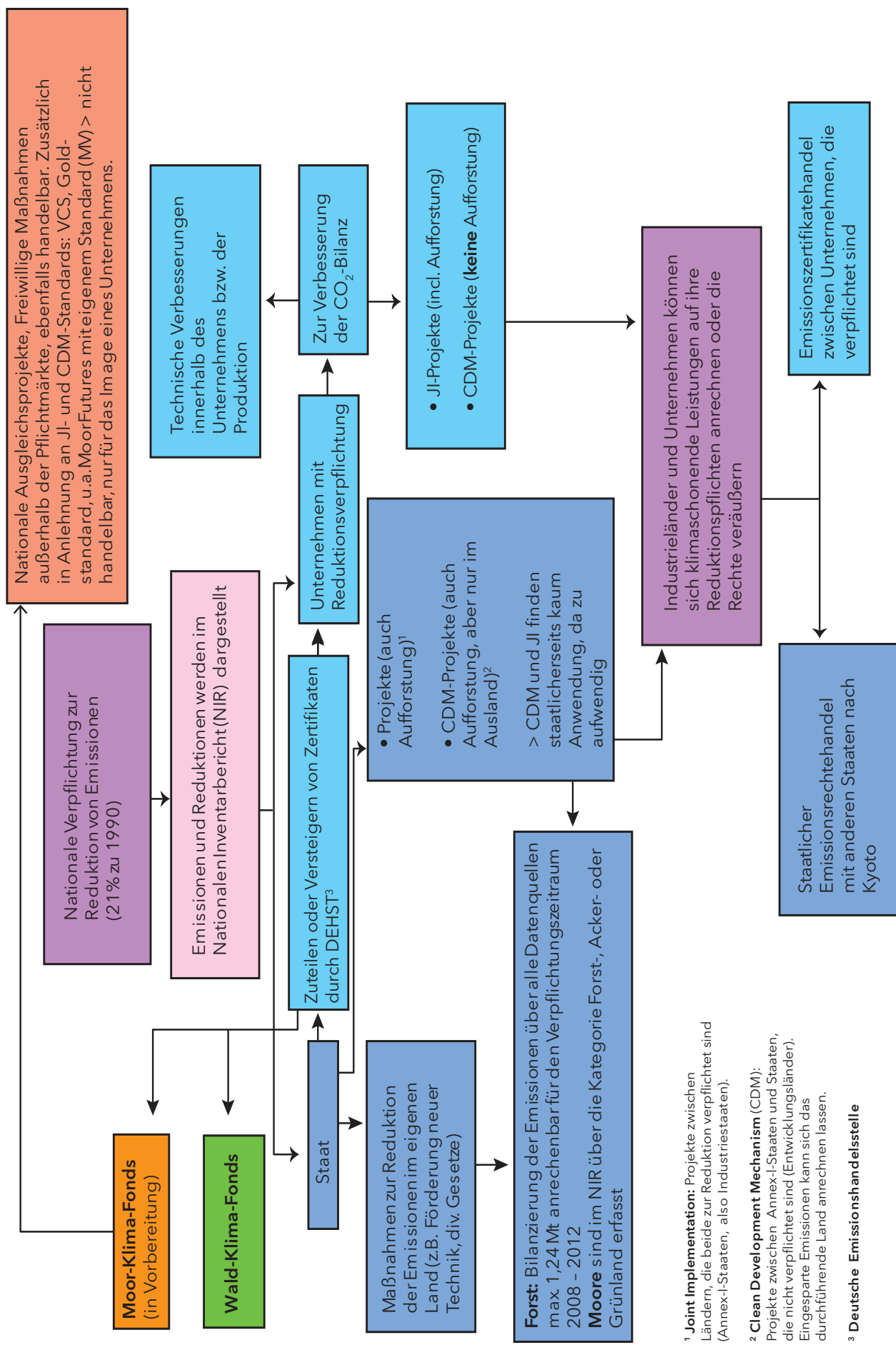
Bereits in der GAP-Reform „Gesundheitscheck“ von 2008 wurden Klimaschutz und Klimawandel als „neue Herausforderungen“ formuliert. Auch für die Zeit nach 2013 sieht die Kommission die Notwendigkeit, bessere Anreize für die CO<sub>2</sub>-Bindung in der Land- und Forstwirtschaft zu bieten. Im Entwurf zur neuen ELER<sup>1</sup>-Verordnung ist der Klimaschutz bzw. die Förderung der CO<sub>2</sub>-Bindung in der Landwirtschaft als wichtige Aufgabe bei der Entwicklung des ländlichen Raumes genannt. Als wichtig wird allerdings eine verbindliche Anrechnung der CO<sub>2</sub>-Ströme angesehen. Entsprechende Anrechnungs- und Bilanzierungsvorschriften wurden mit Beschluss des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Mai 2013 für den LULUCF<sup>2</sup>-Sektor for-

1 Europäischer Landwirtschaftsfond zur Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER)

2 Land use, land-use change and forestry (LULUCF)



# Emissionshandel und Einsatzmöglichkeiten



<sup>1</sup> **Joint Implementation:** Projekte zwischen Ländern, die beide zur Reduktion verpflichtet sind (Annex-I-Staaten, also Industriestaaten).

<sup>2</sup> **Clean Development Mechanism (CDM):** Projekte zwischen Annex-I-Staaten und Staaten, die nicht verpflichtet sind (Entwicklungsländer). Eingesparte Emissionen kann sich das durchführende Land anrechnen lassen.

<sup>3</sup> **Deutsche Emissionshandelsstelle**

Abbildung 44: Emissionshandel und seine Einsatzmöglichkeiten (Jensen, LLUR 2014)

muliert. Danach sollen die THG-Flüsse aus „Aufforstung“, „Wiederaufforstung“, „Entwaldung“ und „Waldbewirtschaftung“ für den Erfassungszeitraum 2013-2020 von den Mitgliedstaaten genau erfasst werden. Für „Ackerbewirtschaftung“ und „Weidebewirtschaftung“ soll eine Erfassung ebenfalls erfolgen, allerdings erst ab 2021. Für die Aktivitäten „Trockenlegung von Feuchtgebieten und Wiedervernässung trockengelegter Flächen“ bleibt die Erstellung von Konten freiwillig. Es wird aber angestrebt, THG-Flüsse aus Mooren künftig über jährliche Konten zu erfassen und diese Verpflichtung in das für 2015 geplante Klimaschutzabkommen aufzunehmen.

Die bestehenden Anrechnungsvorschriften sind derzeit noch verbesserungswürdig. Vor allem die Kombination aus freiwilligen und obligatorischen Praktiken wird von der Kommission kritisiert (MITTEILUNG DER EUROPÄISCHEN KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DEN RAT V. 12.3.2012). Zu den freiwilligen LULUCF-Maßnahmen (Land Use, Land Use Change and Forestry) gehören z.B. Waldbewirtschaftung sowie Acker- und Weidebewirtschaftung. Sie wurden nur von einigen Mitgliedstaaten genutzt. Obligatorisch anzurechnen sind Landnutzungsänderungen wie „Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung“. Während die Landnutzungsaktivität „Waldbewirtschaftung“ für die zweite Verpflichtungsperiode (2013-2020) für Annex-I-Länder verpflichtend ist, bleibt die Anrechnung der Maßnahmenkategorie „Trockenlegung von Feuchtgebieten und Wiedervernässung trockengelegter Flächen“ weiterhin freiwillig. Dies schränkt die Anwendung dieser Landnutzungsaktivität unnötig ein.

### **Moor- und Klimaschutz in Deutschland**

Auf nationaler Ebene gibt es bereits zahlreiche Klimaschutzprogramme, Beschlüsse und Aktionspläne. Sie alle behandeln bisher jedoch weniger den Klimaschutz durch Schutz der natürlichen Kohlenstoffspeicher, sondern legen den Schwerpunkt v.a. auf technische Lösungen, z.B. Gebäudeisolierung, nachwachsende Rohstoffe und Maßnahmen im Forst- und Holzsektor. Letztgenannter Sektor wird durch die Waldstrategie 2020 und den Waldklimafonds gefördert. Zunehmend wird auch der Moorschutz als wirkungsvolle Klimaschutzmaßnahme genannt. Beispielsweise wird die Bedeutung der Moore

für den Klimaschutz ausführlich im GUTACHTEN DES SACHVERSTÄNDIGENRATES FÜR UMWELTFRAGEN (2012), in den „Handlungsempfehlungen für den Klimaschutz in der deutschen Agrar- und Forstwirtschaft“ des Thünen-Instituts (OSTERBURG et al. 2013) oder im Positionspapier zum Moor- und Klimaschutz der Länderfachbehörden (JENSEN et al. 2012) behandelt.

Moore finden zudem immer häufiger Beachtung, weil sie ökologische Multitalente sind. Sie sind nicht nur wichtige Lebensräume für Pflanzen und Tiere, sondern wirken darüber hinaus ausgleichend auf den Landschaftswasserhaushalt, filtern Nährstoffe, wirken positiv auf das Lokalklima und sie sind eine effektive Kohlenstoffsенке – wenn sie intakt sind. Größtenteils sind sie jedoch massiv entwässert und gestört und damit eine dauerhafte, klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Quelle. Hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten sind Moorschutz-Maßnahmen konkurrenzlos günstig (SCHÄFER 2009). Die Vielfalt an Ökosystemleistungen lässt sich somit auch monetär bewerten. Nachdem die Bedeutung der Ökosysteme in der internationalen TEEB-Studie (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) dargestellt wurde, wird derzeit an einer deutschen Nachfolgestudie gearbeitet. „Naturkapital Deutschland – TEEB DE“ stellt den Zusammenhang zwischen den Leistungen der Natur, der Wertschöpfung der Wirtschaft und dem menschlichen Wohlergehen dar. Das Vorhaben will einen Anstoß liefern, um die Leistungen der Natur genauer zu erfassen und in Deutschland sichtbarer zu machen. Naturkapital soll besser in private und öffentliche Entscheidungsprozesse einbezogen werden, damit langfristig die natürlichen Lebensgrundlagen und die biologische Vielfalt erhalten bleiben. Dabei wird auf in Deutschland bestehende Ansätze und Instrumente zurückgegriffen. Letztlich dient das Projekt auch zur Flankierung der Umsetzung von Umwelt-, Nachhaltigkeits- und Naturschutzzielen und -strategien, insbesondere der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt.

In Vorbereitung befindet sich derzeit ein bundesweiter Moorklimafonds, der analog zum Waldklimafonds Maßnahmen zum Moorschutz befördern soll. Er könnte – ebenso wie der Waldklimafonds – von den Einnahmen aus dem Emissionshandel profitieren.

Mittlerweile gibt es in allen moorreichen Bundesländern Moorschutzprogramme. Neben der länderspezifischen Umsetzung dieser Programme gibt es seit 2010 einen aktiven Arbeitskreis der Länderfachbehörden, der sich ausschließlich mit dem Thema Moor- und Klimaschutz befasst. In einem gemeinsamen Positionspapier hat der Länderarbeitskreis sowohl Ziele zum Moor- und Klimaschutz als auch Standards und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung von Maßnahmen erstmals bundesweit auf der Fachebene formuliert (JENSEN et al. 2012).

Schleswig-Holstein hat den Klimaschutz durch Moorschutz 2009 in den „Klimaschutzbericht“ und 2011 in das „Integrierte Energie- und Klimakonzept für Schleswig-Holstein“ aufgenommen. Zusammen mit den Wäldern und den Auenräumen gehören insbesondere die Moore zu den Hauptarealen eines möglichen „Netzwerkes klimasensitiver Räume“ in Schleswig-Holstein. Daher sollten diese Gebiete im Zuge der Fortschreibung der Landesplanung vornehmlich berücksichtigt, erläutert und dargestellt werden.

Eine wichtige Basis für Moorschutzmaßnahmen stellen die Ergebnisse verschiedener Forschungsvorhaben zur Klimarelevanz von Mooren dar. Beispielsweise wurde von der Universität Greifswald ein in der Praxis leicht handhabbares Werkzeug zur Bestimmung von Treibhausgasen entwickelt. Für das „GEST-Verfahren“

werden Wasserstände und Vegetationstypen für die Beurteilung von Ist- und Zielzustand einer Fläche herangezogen und diese den Emissionsstandorttypen zugeordnet. Messungen sind dabei nicht erforderlich (COUWENBERG et al. 2008). Im Rahmen des Verbundprojektes „Organische Böden“ haben die bundesweiten Untersuchungen neue Erkenntnisse gebracht oder auch vorhandene Daten bestätigt (COUWENBERG et al. 2008; DRÖSLER et al. 2013). Beispielsweise hat sich immer wieder gezeigt, dass:

- ein Grundwasserstand von etwa 10 cm unter Flur insgesamt den geringsten Treibhausgaseffekt hat,
- typische Pflanzenarten der Feuchtgebiete, sogenannte Shunt-Arten, aufgrund ihrer Physiologie zu erhöhten Methanemissionen führen,
- Überstau zwar vorübergehend zu hohen Methanemissionen führt, diese aber wieder zurückgehen, sobald keine neue Phytomasse nachgeliefert wird und
- Anmoorböden und tief entwässertes Grünland ebenfalls hohe Emissionen aufweisen.

Auch in Schleswig-Holstein wurden Treibhausgase von der Universität Kiel gemessen (vgl. Kapitel 4.2). In der moorreichen Gegend der Eider-Treene-Sorge-Niederung wird auf entwässerten Mooren mehr oder weniger intensiv Milchwirtschaft betrieben. Auch hier weisen die Ergebnisse in dieselbe Richtung.



# 5. Bedeutung von Mooren für Wasserwirtschaft und Gewässerschutz

➤ Michael Trepel

## Einleitung

Schleswig-Holstein ist ein amphibisches Land. Etwa ein Viertel des Landes liegen als Niederungen unter 5 m NN und müssen vor Sturmfluten geschützt und für landwirtschaftliche Nutzungen entwässert werden (AG NIEDERUNGEN 2050: 2014). Zusätzlich sind zahlreiche kleine und große Moore im Land entwässert, um sie für unterschiedliche Zwecke zu nutzen. Ohne Küstenschutz und landesweit funktionierende Entwässerung kann die über Jahrhunderte gewachsene Kulturlandschaft aber nicht erhalten werden. In diesem Beitrag wird die Frage untersucht, wie sich das Verhältnis der Wasserwirtschaft im Laufe der letzten Jahrzehnte zu Mooren gewandelt hat und welche Konzepte und Strategien für eine nachhaltige Entwicklung von Mooren verfolgt werden müssen.

## Melioration

Die Entwässerung der Moore Schleswig-Holsteins hat eine lange Tradition. Bis zum Mittelalter entwässerten vorwiegend kleine Gräben die Niederungen. Mit den auf Einladung von Herzog Friedrich III. in der Eider-Treene-Sorge-Niederung angesiedelten Niederländern erfolgte erstmals eine systematische Entwässerung großer Moore, um sie für Torfabbau und landwirtschaftliche Zwecke zu nutzen. Systematisch angelegte Entwässerungsgräben und Schöpfmühlen ermöglichten großflächige Entwässerungen (siehe auch Dorfchronik Christiansholm / Meggerholm 2012). Um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert wurden flachgründige Moore großflächig tiefgepflügt und in Sanddeckkulturen umgewandelt. Andere Flächen wurden systematisch entwässert. Die-



Abbildung 45: Die Melioration von Niederungen erfolgte großflächig in ganz Schleswig-Holstein in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts mit Unterstützung der Landeskulturbehörden. (Quelle: Anlage zur Entwässerungsplanung Nusse und Umgebung 1952)

se Bemühungen wurden teilweise durch den Ersten und Zweiten Weltkrieg zunichte gemacht, weil die Entwässerungseinrichtungen nicht ausreichend gepflegt werden konnten. Nach dem Zweiten Weltkrieg setzte eine erneute Phase der Entwässerung und Urbarmachung von Ödland ein (GFIK 1978; PROGRAMM NORD GMBH 1979). Wichtige Instrumente waren das Programm Nord und die Flurbereinigung. Mit beiden Instrumenten wurden in allen Landesteilen Moore entwässert, Schöpfwerke angelegt und landwirtschaftliche Betriebe angesiedelt. Leitgedanken dieser Tätigkeiten waren die Sicherung des sozialen Friedens durch Integration vertriebener Landwirte auf neuen Siedlungshöfen und die Steigerung der wirtschaftlichen Rentabilität landwirtschaftlicher Betriebe durch Flächenzusammenlegung. Die damalige Wasserwirtschaft unterstützte diese Bemühungen, indem sie die Meliorationsarbeiten und Gewässerausbau plante und durchführte (Abbildung 45).

Zu Beginn der 1970er Jahre änderten sich die Sichtweisen langsam. Im Generalplan zur Gestaltung und Pflege der Binnengewässer in Schleswig-Holstein von 1978 wird die Gleichrangigkeit der Ansprüche von landwirtschaftlicher Nutzung, Abflusssicherung und Erhalt der Arten- und Lebensraumvielfalt als Orientierungsrahmen für die Landschaftsentwicklung formuliert (MELF SH 1978). Explizit erwähnt wird, dass wertvolle Hochmoore nur erhalten werden können, wenn zwischen ihnen und der sie umgebenden Agrarlandschaft Übergangsbereiche vorhanden sind, die nicht optimal entwässert werden. Hingewiesen wird darauf, dass das Vorhandensein von setzungsempfindlichen Böden in einer Region kostensteigernd für Entwässerung und Gewässerausbau wirkt.

#### **Moderne Wasserwirtschaft**

Spätestens mit Inkrafttreten der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie hat in Europa ein Paradigmenwechsel in der Wasserwirtschaft eingesetzt. Während in der Vergangenheit Gewässer vorwiegend ausgebaut und nach Maßstäben ihrer hydraulischen Leistungsfähigkeit beurteilt wurden, müssen mit der EG-WRRL Ge-

wässer ökologisch entwickelt werden. Diese Gedanken wurden in Bezug auf Moore von der Wasserwirtschaft in Schleswig-Holstein früh aufgenommen und haben zur Verabschiedung des Niedermoorprogramms im Jahr 2002 geführt (TREPEL 2003). Dieses Programm wurde 2012 in das Moorschutzprogramm Schleswig-Holstein überführt, die Förderrichtlinie zur naturnahen Fließgewässer- und Seenentwicklung sowie Niedermoorvernässung besteht weiterhin.

Mit dem Niedermoorprogramm verfolgt der Gewässerschutz das Ziel, die Stoffrückhaltung durch Wiederherstellung eines natürlichen Abfluss- und Überflutungsregimes zu verbessern und damit gleichzeitig niedermoor typische Arten und Lebensräume zu entwickeln.

#### **Stoffrückhaltung**

Wasserwirtschaftlich unbeeinflusste Moore wirken im Landschaftswasser- und -stoffhaushalt als Nährstoffsenke. Sie werden daher auch als Nieren in der Landschaft bezeichnet. Ihre reinigende Wirkung beruht im Wesentlichen auf zwei Prozessen – Denitrifikation und Sedimentation (TREPEL 2013).

Bei der **Denitrifikation** wird mit dem Grund- oder Oberflächenwasser zuströmendes Nitrat in mehreren Schritten zu gasförmigem elementarem Stickstoff abgebaut (Abbildung 46). Die Moortypen unterscheiden sich danach, wo Denitrifikation stattfinden kann – je nach Anströmungsverhältnis. Verlandungs- und Überflutungsmoore erhalten ihren Nitratzustrom über das mit dem Fließgewässer zuströmende Wasser – Durchströmungs- und Quellmoore hingegen über das Grundwasser. Durch Entwässerung, Anlage von Fanggräben an Moor-rändern und Sohlvertiefungen wurden die natürlichen Anströmungsverhältnisse eines Moores so gestört, dass die Kontaktzeit zwischen nitrathaltigem Zustromwasser und dem anaeroben, kohlenstoffreichen Moorboden verkürzt wurde und damit die Retentionseffizienz abnahm. Durch Vernässung kann dieser für die Stoffrückhaltung in der Landschaft wichtige Prozess wieder aktiviert werden.

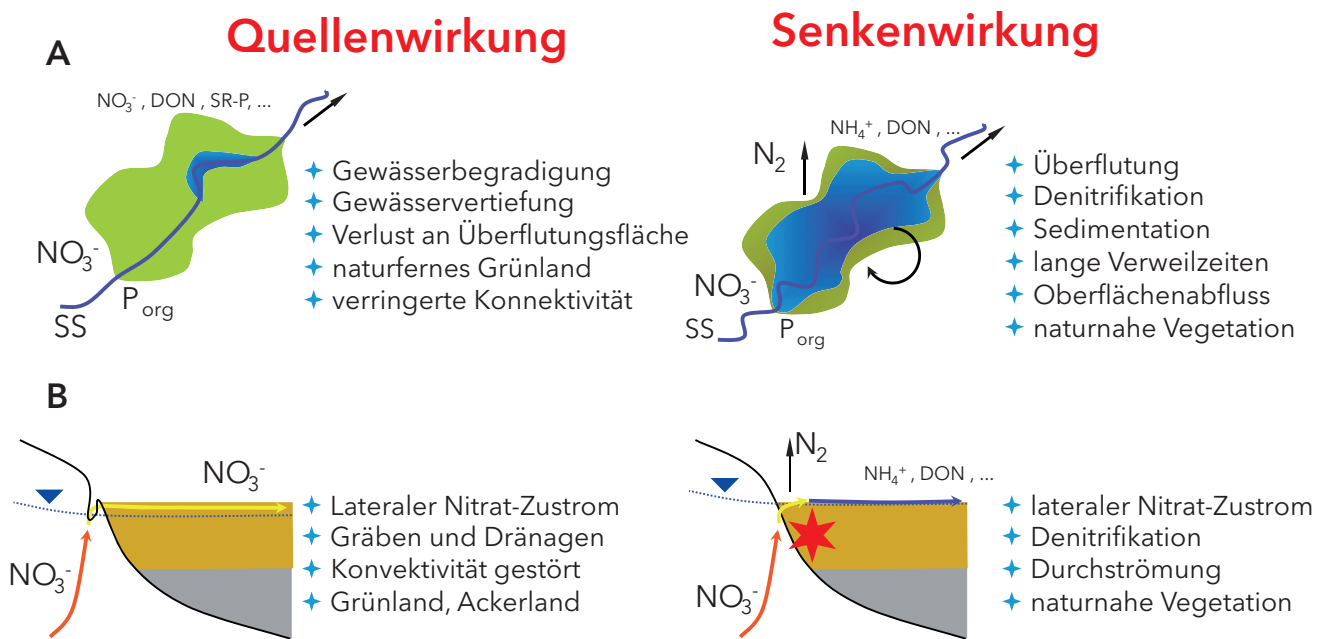


Abbildung 46: Moore wirken im Landschaftsstoffhaushalt als Senke, wenn sie überflutet oder von Grundwasser durchströmt werden. Beide Fließwege können durch ein wasserwirtschaftliches Management für den Stoffrückhalt optimiert werden. DON: gelöster organischer Stickstoff; SRP: gelöster reaktiver Phosphor.

Der zweite Prozess ist die **Sedimentation**, bei der Sediment und Phosphorverbindungen zurückgehalten werden. Dieser Prozess ist nur für Überflutungs- und Verlandungsmoore relevant. Bei Überflutungen von Niederungen verringert sich die Fließgeschwindigkeit in der Niederung. Sedimente und Schwebstoffe können absinken und werden in Mooren akkumuliert. Gewässer- ausbau mit Sohlvertiefungen und Begradigungen haben das Überflutungsregime nachhaltig gestört, so dass Sedimentationsprozesse in Niederungen heute weitgehend zum Erliegen gekommen sind. Durch Anheben der Gewässer- sohle wird die Überflutung und damit auch Sedimentation und Phosphorakkumulation gefördert.

Im Allgemeinen kann damit gerechnet werden, dass **ein Hektar vernässtes Niedermoor etwa 100 kg Stickstoff und etwa 1 kg Phosphor jährlich zurückhält**. Diese Faustzahlen werden aus nährstoffökologischen Untersuchungen in den Modellprojekten zur Umsetzung des Niedermoorprogramms in der Pohnsdorfer Stauung bei Preetz und im Oberen Eidertal bei Flintbek belegt. Allerdings kann es in der Anfangsphase von Vernässungen von vorher intensiv landwirtschaftlich genutzten Moorböden zu einer zeitlich begrenzten Phosphorfreisetzung und bei Vernässung von Niedermoores ohne wesentlichen Grund- oder Oberflächenwasserzustrom

zu erhöhten Ammonium-Konzentrationen im Abfluss während des Sommerhalbjahres kommen (ZAK et al. 2011).

### Entwässerung und Sackung

Während nasse Moore Kohlenstoff und andere Stoffe in Form von Torf akkumulieren und in Norddeutschland jährlich etwa um 1 mm in die Höhe wachsen, schrumpfen und sacken entwässerte Moore. Bei Erstentwässerung schrumpft und setzt sich in Folge von Auftriebsverlust der ehemals wassergefüllte Torfkörper; danach sind höhenbedingte Sackungen vor allem eine Folge der Oxidation der im Torf vorhandenen organischen Substanz (TREPEL 2013). Im Schnitt sacken entwässerte Moore um 1 cm jährlich, die reale Sackungsrate hängt aber wesentlich vom mittleren jährlichen Grundwasserstand im Sommerhalbjahr ab (Abbildung 47). Dies bedeutet, dass schwach entwässerte Moorböden weniger und tief entwässerte stärker sacken. Die mittleren Sommerwasserstände korrelieren in der Regel eng mit der Nutzungs- und Düngungsintensität, eine Nutzungsextensivierung ohne Vernässung vermindert aber die Sackungsraten nur unwesentlich. Bislang werden landwirtschaftlich genutzte Moorböden alle 10 – 20 Jahre nachentwässert, um Ertrag und Befahrbarkeit zu gewährleisten. Letztlich streben aber auch nachentwässerte Moorböden wieder dem Ursprungszustand eines Moores – einer ganzjährig wasserge-





Abbildung 47: Tief entwässerte Moorböden sacken jährlich im Mittel um 1 cm. Als Folge müssen die Flächen entweder alle 10 – 15 Jahre nachentwässert oder die Nutzung an die sich eigenständig einstellenden Wasserstände angepasst werden. (Foto: M. Trepel)

sättigten Moorbodenoberfläche – zu. Der Nachentwässerung sind physikalische Grenzen gesetzt.

In Flusstälern wie Trave, obere Eider oder der Treene im Oberlauf, die frei in Fließgewässer entwässern, ist dies die Differenz zwischen mittlerem Flusswasserstand und den Geländehöhen der Niederung. Beträgt diese nur noch wenige Dezimeter, nehmen Überflutungen im Talraum zu und eine intensive landwirtschaftliche Nutzung ist nicht mehr möglich. Da die Sohlspiegellagen festgeschrieben sind, können die Niederungen nicht mehr im Freigefälle nachentwässert werden.

In geschöpften Gebieten ist die Differenz zwischen mittleren Geländehöhen und dem Einschaltpegel der Pumpen maßgebend. Während diese Differenzen beim Schöpfwerksbau in den 1960er und 1970er Jahren ausreichend groß waren, sind sie in einigen Gebieten, z.B. im Börner Koog, deutlich geschrumpft. Die Leistungsfähigkeit solcher Schöpfwerke ist physikalisch eingeschränkt. In solchen Fällen muss die Frage geklärt werden, ob ein neues Schöpfwerk ge-

baut oder ob die bisher gepumpte Fläche vernässt werden kann.

### **Biodiversität**

Gewässer und Moore bilden eng miteinander verzahnte Lebensräume. Etwa 1.000 km des berichtspflichtigen Gewässernetzes Schleswig-Holsteins werden dem Fließgewässertyp 19 „Niederungsgewässer“ zugeordnet. Zahlreiche Seen sind durch Verlandungszonen gekennzeichnet. Diese Übergangsbereiche von terrestrischen zu limnischen Lebensräumen haben eine hohe Bedeutung für die Arten- und Lebensraumvielfalt (Abbildung 48). Der gute ökologische Zustand dieser Gewässer kann nur erreicht werden, wenn auch in den an die Gewässer grenzenden Bereichen naturnahe Verhältnisse vorherrschen. An Niederungsgewässern und Seen sind dies oft breite Talniederungen, deren typische Fauna und Flora ebenfalls an hohe Wasserstände angepasst ist. Rohrdommeln, Schilfrohrsänger oder Kraniche leben vorwiegend in hydrologisch intakten Niedermooren und gehören zu einem ökologisch guten Niederungsgewässer dazu.





Abbildung 48: Weitgehend naturnahe Hoch- und Niedermoore sind in Schleswig-Holstein sehr selten geworden. Sie sind durch ganzjährig hohe Wasserstände und bei Hochmooren auch Nährstoffarmut gekennzeichnet, so dass hier eine spezielle Pflanzen- und Tierwelt lebt. (Foto: M. Trepel)

### **Vorsorgender Hochwasserschutz**

Hoch- und Niedermoore sind für den vorsorgenden Hochwasserschutz von Bedeutung, wenn sie bei Starkregen entweder das zufließende Niederschlagswasser im Torfkörper aufnehmen und verzögert abfließen lassen oder durch das Ermöglichen von Überflutungen in Talniederungen die Hochwasserwelle dämpfen (JOOSTEN et al. 2013). Natürliche Niedermoore in Flusstälern sind damit ideale Retentionsräume für Hochwässer.

Für den Landschaftswasserhaushalt haben Moore somit eine ausgleichende Wirkung. Ihre im Torf gespeicherten Wassermengen ermöglichen einen Abfluss auch in Trockenphasen, gleichzeitig mildern sie Hochwasserwellen. Diese Effekte sind in den stark anthropogen überprägten Hoch- und Niedermoorböden der Moore Schleswig-Holsteins nicht mehr leicht sichtbar, am ehesten noch bei Überflutung von Flusstalniedermooren. Aufgrund ihrer Nässe kühlen sie ihre Umgebung und wirken einer lokalen Temperaturerhöhung entgegen.

### **Umsetzungsstrategie**

Da Gewässer und Moore hydrologisch eng miteinander verzahnt sind, muss auch ihre Nutzung und Entwicklung gemeinsam mit den jeweils zuständigen Beteiligten vor Ort erfolgen. Dies bedeutet, dass Gewässer- und Moorentwicklung gemeinsam von Wasserwirtschaft und Naturschutz betrieben werden müssen. Für den Gewässerschutz bringt dies Vorteile, weil die Stoffrückhaltung und der vorsorgende Hochwasserschutz verbessert werden. In den großen Niederungen Schleswig-Holsteins ist die Sackung der Moorböden eine gemeinsame Herausforderung für Land- und Wasserwirtschaft sowie den Naturschutz. Diese Herausforderungen können nur bewältigt werden, wenn die wasserwirtschaftliche Infrastruktur in solchen Niederungen an die Belange der Landwirtschaft und des Gewässer- und Naturschutzes angepasst wird. Dabei gilt es auch, die Kosten für Entwässerungen im Blick zu haben. Bei steigendem Meeresspiegel bedeuten unter NN sinkende Niederungen erhöhte Aufwendungen für die Entwässerung.

Für den Moor- und Gewässerschutz in Schleswig-Holstein lassen sich zwei wichtige Umsetzungsstrategien identifizieren. Der Schutz und die Entwicklung ökologisch wertvoller Hoch- und Niedermoore muss gemeinsam von Naturschutz und Wasserwirtschaft betrieben werden. Dies kann in einer gegenseitig abgestimmten Umsetzung der WRRL und der Natura 2000 Maßnahmenprogramme erfolgen. Wünschenswert ist eine enge Kooperation bei der Auswahl von Projektgebieten, dem Flächenerwerb und der Flächenbewirtschaftung.

In stark gesackten Gebieten, in denen bereits heute schon eine intensive landwirtschaftliche Nutzung nur noch eingeschränkt möglich ist, müssen die Eigentümer gemeinsam eine zukunftsfähige Nutzungsstrategie entwickeln. Hier bieten sich unterschiedliche Alternativen an: Nutzungsaufgabe mit Rückbau der Entwässerungseinrichtungen, Fortführung einer intensiven Nutzung mit erhöhter wasserwirtschaftlicher Steuerung, um Sackungen zu minimieren, oder Fortführung einer Nutzung bei hohen Wasserständen (Paludikultur) (JOOSTEN 2014). Eine intensive landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden mit kleinräumiger hydrologischer Steuerung wird in den Niederlanden betrieben. Dort sind auch die Beiträge zu Wasser- und Bodenverbänden etwa um das zehnfache höher als in den meisten Wasser- und Bodenverbänden Schleswig-Holsteins. Die Alternative Paludikultur ist gegenwärtig noch nicht praxisreif. Diese Nutzungsform ist nur ökonomisch tragfähig, wenn aus der im Moor wachsenden Biomasse hochwertige Produkte erstellt werden können und sie als Landwirtschaft anerkannt und damit prämienerberechtigt wird (s. Kap. 4.1).

Beide Umsetzungsstrategien müssen an die jeweiligen naturraumspezifischen Verhältnisse einer Region angepasst sein (AG NIEDERUNGEN 2050: 2014). Sie können nur vor Ort auf freiwilliger Basis geplant und umgesetzt werden. Die Wasserwirtschaft kann sich an der Bereitstellung eines regionalen Umsetzungsrahmens beteiligen und ihre Erfahrungen aus den früheren Entwässerungs- und heutigen Vernässungsprojekten einbringen.



# 6. Naturkundlich-Kulturelle Bedeutung der Moore

## 6.1. Archive der Landschafts- und Vegetationsgeschichte sowie der Kulturgeschichte

➤ Björn-Henning Rickert, Alf Grube

### Der Stoff aus dem die Moore sind

Moore stellen bedeutende Archive der Landschafts-, Klima-, Vegetations- und Siedlungsgeschichte dar. Sie sind somit auch aus Sicht des Geotopschutzes als Geo-Archive anzusehen und unersetzbare Quellen für die Rekonstruktion der Erd- und Lebensgeschichte. Dieses gilt auch für „fossile“ Moorbildungen, die Aussagen über ältere Warmzeiten innerhalb der letzten Jahrhunderttausende ermöglichen (GRUBE 2007). Die Voraussetzung hierfür bietet das charakterisierende Merkmal eines Moores: das Vorhandensein von Torf. Im geologischen Sinne sind Moore definiert durch eine mindestens 30 cm dicke Schicht aus Torf, der wiederum mindestens 30 % organische Substanz enthalten muss. Diese organische Substanz wird aus den nicht vollständig zersetzten Resten der Moorvegetation gebildet. Der vollständige Abbau der Pflanzenreste wird durch Sauerstoffmangel aufgrund dauernd nasser Verhältnisse verhindert. Somit sammelt sich im Verlauf der Zeit immer mehr organisches Material an – Torf bildet sich. Bei bestimmten Moortypen bremsen zusätzliche Faktoren wie Nährstoffarmut und ein saures Milieu den Abbau der organischen Substanz.

Vor allem die Faktoren Nässe, Nährstoffangebot und pH-Wert bestimmen die Zusammensetzung der Vegetation eines Moores und damit die Art des gebildeten Torfes. Durch Veränderungen dieser sich z.T. gegenseitig beeinflussenden Parameter im Verlauf der Moorentwicklung kommt es zu Veränderungen in der torfbildenden Vegetation. Teilweise werden diese Veränderungen durch die Vegetation selbst beeinflusst, z.B. ein Sinken des Nährstoffangebotes durch die fortschreitende Festlegung von Nährstoffen in den Torfen.

Vertiefende Informationen zum Thema Torf und Torfbildung finden sich z. B. bei OVERBECK (1975), GROSSE-BRAUCKMANN (1990) oder KOPPISCH (2001).

### Das Moor ist sein eigener Chronist

Aus Niederungen in der Landschaft mit den darin enthaltenen Mooren, einschließlich der in den Senken abgelagerten und teilweise mit Torfen verzahnten Sedimenten – wie mineralische Ablagerungen, Mudden, Kalkausfällungen usw. – lassen sich landschaftsgeschichtlich relevante Informationen ableiten. Die häufig komplex zusammengesetzten Ablagerungen ermöglichen den Einsatz verschiedener wissenschaftlicher Untersuchungsmethoden. Fragen nach der Entstehung der Hohlform, der erdgeschichtlich-klimatischen Entwicklung des Bereiches usw. lassen sich durch die Lagerungsverhältnisse klären (OVERBECK 1975; GRUBE et al. 2010).

Die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse gibt vor allem auch Auskunft über die Entwicklungsgeschichte des Moores: Moorvegetation mit vergleichbarer botanischer Artenzusammensetzung bildet jeweils charakteristische Torfarten. Die Zusammensetzung der Vegetation hängt wiederum von den Standortverhältnissen im Moor ab, z. B. dem Nährstoffangebot, dem pH-Wert oder dem Wasserangebot. Mit den Standortverhältnissen ändert sich demzufolge auch die Torf bildende Vegetation. Daher entstehen durch Veränderungen der Standortverhältnisse Schichtenfolgen aus unterschiedlichen Torfarten (z. B. Schilf- und Seggentorfe in Niedermooren, Torfmoostorfe in Hochmooren, vgl. z. B. OVERBECK 1975, GROSSE-

Abbildung 49:  
Pflanzliche Reste  
im Torf: Bohrstock  
mit wenig zersetz-  
tem Braunmoos-  
torf aus dem Prä-  
boreal (11.000 bis  
9.000 Jahre vor  
heute) mit gut er-  
haltener Samen-  
schale eines Sa-  
mens des Fieber-  
klees (*Menyanthes  
trifoliata*). Ahrenvi-  
ölfelder Wester-  
moor. (Foto: B. H.  
Rickert)



BRAUCKMANN 1990). Umgekehrt lässt sich aus der Abfolge der unterschiedlichen Torfarten mit den jeweils in ihnen enthaltenen Pflanzenresten auf die Zusammensetzung der Vegetation des Moores zu einer bestimmten Zeit in der Vergangenheit schließen. Dadurch wiederum lässt sich auf die zu dieser Phase der Moorentwicklung herrschenden Standortverhältnisse schließen.

Mit dem Aufwachsen der Torfschichten archiviert jedes Moor also sowohl seine ganz individuelle Entwicklungsgeschichte als auch die überregionale Entwicklung z.B. des Klimas. Zusätzlich liefern auch die im Torf vorkommenden Pilzsporen, Insektenreste und Schwermetalle bei wissenschaftlichen Untersuchungen weitere Informationen über die Umweltbedingungen und ihren Wandel in der Vergangenheit (z. B. OVERBECK 1975).



### Blütenstaub als Fenster in die Vergangenheit

Doch dies ist nur ein Teil der Informationen, die in den Torfen archiviert sind. Denn der aus dem Moor und seiner Umgebung auf die Oberfläche von Mooren gelangende Blütenstaub (Pollen) wird ebenfalls in die aufwachsenden Torfe eingebettet und konserviert.

Verändert sich die Vegetation im Umfeld des Moores, z. B. weil sich das Klima ändert, der Mensch landwirtschaftliche Nutzflächen und Siedlungen anlegt oder diese wieder aufgibt,

so verändert sich mit der Vegetation auch die Zusammensetzung des von ihr erzeugten und in den Mooren konservierten Blütenstaubgemisches. Somit stehen mit den Mooren natürliche Archive zur Verfügung, in denen Blütenstaub sozusagen die Tinte ist, mit der die individuelle Entwicklungsgeschichte einer Landschaft oder eines Landschaftsausschnittes über die Zusammensetzung des Blütenstaubes ihrer Vegetation chronologisch über die Jahrtausende bzw. sogar Jahrhunderttausende aufgezeichnet ist (AVERDIECK & HAYEN 1990).



Abbildung 50: Mikroskopaufnahme von fossilen Pollenkörnern als Beispiel für die Vielgestaltigkeit dieser Mikrofossilien. Links: Pippau-Typ, Oben/Rechts: Spitzwegerich, Unten: Wildgras-Typ. Herkunft: Kleinstmoor bei Wittenborn, Profilabschnitt aus der Römischen Kaiserzeit. (Foto: B. H. Rickert)



## Pollendiagramm Wittenborn, Kleinstmoor

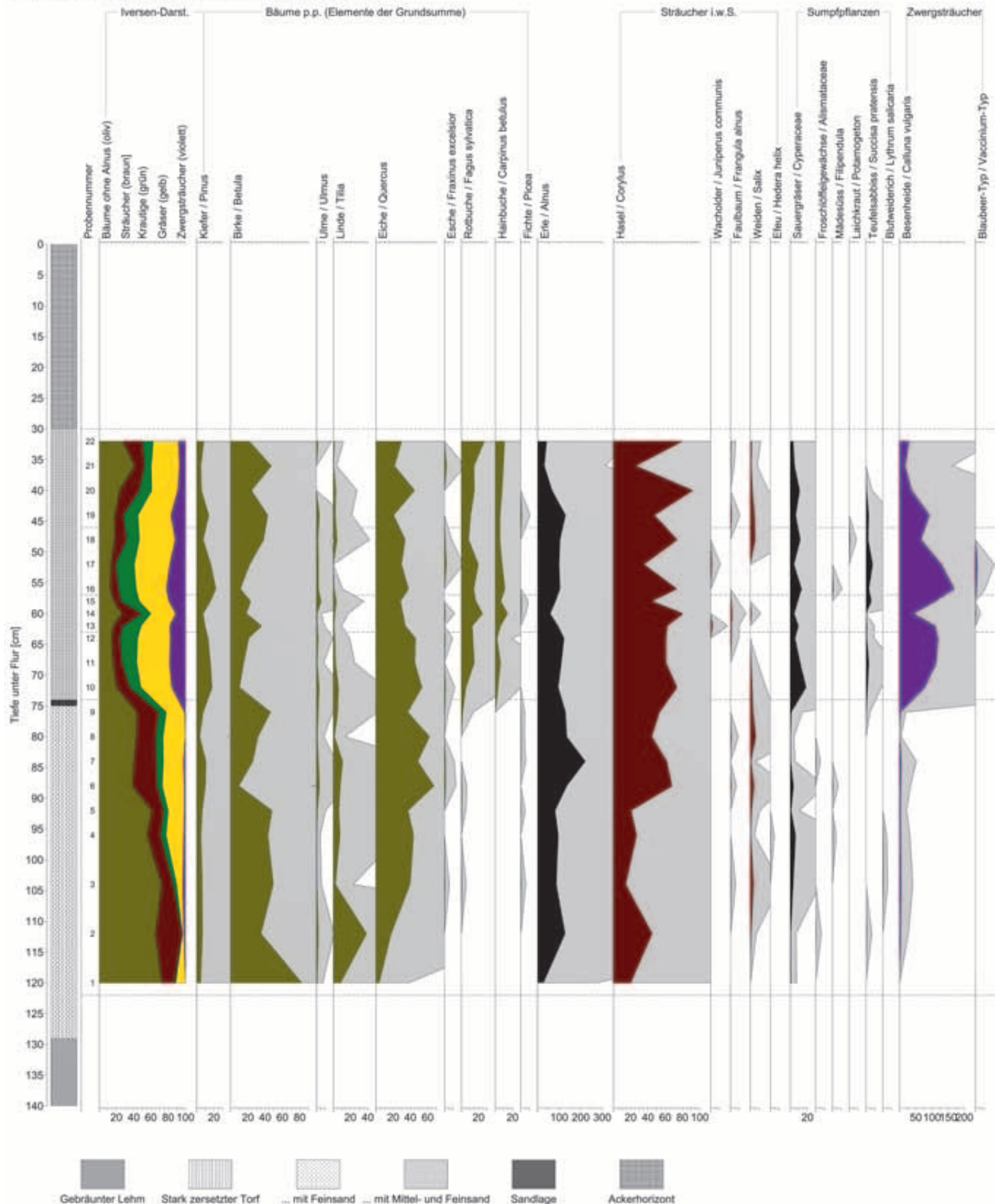
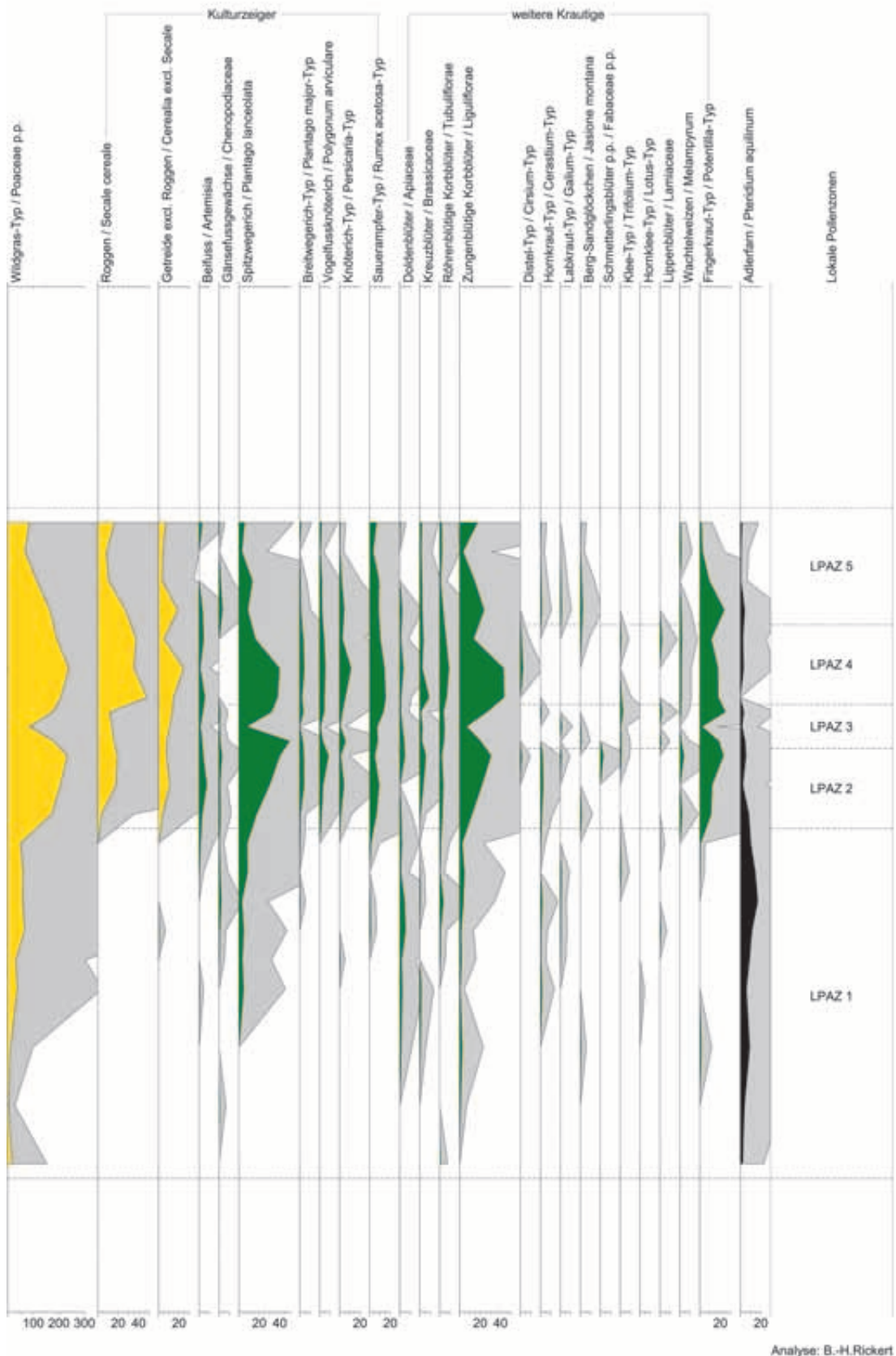


Abbildung 51: Vereinfachtes Pollendiagramm aus einem Kleinstmoor bei Wittenborn, das in direkter Nachbarschaft zu archäologischen Siedlungsbefunden aus der Römischen Kaiserzeit liegt. Farbige und schwarze Kurven: Relativer Anteil des Taxons am Pollenspektrum der Probe, grau: zehnfach überhöhte Darstellung.

LPAZ = Lokale Pollenzone (*lokal pollen assemblage zone*). LPAZ 1: Vor dem Beginn der Römischen Kaiserzeit wuchsen lichte Birken-Eichenwälder im Umfeld des Moores. LPAZ 2: Rodung des Waldes zu Beginn der Zone, Ausbreitung von Acker- und Heideflächen während der Römischen Kaiserzeit; angezeigt durch den Anstieg der Werte der Offenland-



und Kulturzeiger wie z. B. Wildgräser, Getreide, Spitzwegerich und Sauerampfer. LPAZ 3: Rückgang der Offenland- und Kulturzeiger als Folge deutlich zurückgehender – aber nicht völlig erlöschender – Landnutzung während der Völkerwanderungszeit, als Folge Ausbreitung von Wald auf Kosten des Offenlandes. LPAZ 4: Erneute Intensivierung der Landnutzung führt zum erneuten Rückgang des Waldes. LPAZ 5: Leichte Abnahme der Landnutzung. Die zeitliche Einordnung der lokalen Pollenzonen beruht auf pollenstratigraphischen Merkmalen (z. B. dem Anstieg der Rotbuchenkurve, der in Schleswig-Holstein während der Römischen Kaiserzeit erfolgt). Aus: Rickert (2009)

Zur Auswertung dieser Archive bedient sich die Wissenschaft der Pollenanalyse. Was für das bloße Auge gerade noch als Staub erkennbar ist, offenbart unter dem Mikroskop eine große Vielfalt an Formen und Oberflächenstrukturen. Diese macht es möglich, zumindest die Familie oder Gattung, oft aber sogar die Pflanzenart zu bestimmen, von der ein einzelnes Pollenkorn stammt. Eine Vielzahl identifizierter und gezählter Pollenkörner ergibt das Pollenspektrum einer Probe. Der Vergleich und die Interpretation der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung vieler Pollenspektren entsprechend vieler Proben ermöglicht Rückschlüsse auf die Veränderungen der Vegetation und damit der Landschaft im Verlauf der Zeit. Zur Visualisierung der Zusammensetzung der Pollenspektren und ihrer Veränderungen erfolgt die Darstellung in Kurvendigrammen, in denen eine Kurve jeweils den relativen Anteil eines Pollen-Typs oder einer Art an den Pollenspektren wiedergibt. Eine ausführliche Darstellung der Pollenanalyse liefert das Standardwerk von FAEGRI & IVERSEN (1989).

Die Rekonstruktion des Landschaftsbildes und seines Wandels im Verlauf der Zeit mit Hilfe der Pollenanalyse ermöglicht einerseits Aussagen über die Umwelt, die der damals lebende Mensch vorfand, als auch andererseits über Art, Umfang und Zeitpunkt seines Wirkens auf diese Landschaft (Beispiele für Schleswig-Holstein z. B. WIETHOLD 1998, RICKERT 2008). Dabei ist es auch möglich, die individuelle Landschaftsgeschichte kleiner Landschaftsausschnitte, z. B. einzelner Waldgebiete oder kleiner Moore und Seen, zu betrachten (RICKERT 2005a, 2005b & 2009).

#### **Das Ende der Archive?**

Durch Entwässerung der Moore zum Zwecke des Torfabbaus oder in noch größerem Umfang für die landwirtschaftliche Nutzung wurden die Torfbildung und damit auch die Fortschreibung der Archive inzwischen fast überall in Norddeutschland beendet. Doch nicht nur das: Durch den Verlust gigantischer Mengen von

Torf – entweder direkt und offensichtlich durch Torfabbau oder indirekt und schleichend durch die fortschreitende Zersetzung der Torfschichten in Folge von Entwässerung und Düngung – wurde und wird die in den Torfen archivierte Umweltgeschichte unwiederbringlich gelöscht, wurden und werden ganze Archive vor ihrer Auswertung vernichtet. Bilanzen zum Moorverlust in Europa und speziell in Deutschland finden sich bei JOOSTEN & COUWENBERG (2001).

Moore, in denen die vollständige Landschaftsgeschichte seit dem Ende der letzten Weichsel-Kaltzeit vor 11.500 Jahren bis heute lückenlos und ungestört archiviert ist, sind heute kaum noch vorhanden. Sie stehen damit z. B. für zukünftige wissenschaftliche Fragestellungen oder die Anwendung neuer Untersuchungsmethoden nicht mehr zur Verfügung. Noch geringer ist die Zahl der Moore bzw. die Größe der Moorflächen, die heute noch Torf bilden und damit das Archiv aktuell für zukünftige Generationen fortschreiben.

#### **Archive der Kulturgeschichte**

Aufgrund des Wasserüberschusses in Mooren ist die Zersetzung verschiedener Materialien stark gehemmt, so dass auch Reste menschlicher Besiedlung (wie z.B. Kleidung, Nahrungsreste usw.) teilweise sehr gut erhalten bleiben und wertvolle Informationen zur Besiedlungsgeschichte eines Raumes liefern können (HAYEN, in GÖTTLICH 1990). In den Torfen wurden auch Opfergaben oder Depots mit Werkzeugen, Waffen und Schmuck, ehemalige Siedlungsplätze mit Hausresten und sogar vom Torf vollständig überwachsene Großsteingräber über Jahrtausende konserviert. Zu den Besonderheiten der Moorarchäologie, einem Spezialgebiet der Archäologie, gehören z.B. Funde von Moorleichen, die oft in vorzüglicher Erhaltung Informationen zu den damaligen Lebensumständen geben können. Moorwege, die bereits Jahrtausende vor der Zeitenwende angelegt wurden, liefern Informationen zur Nutzungsgeschichte der Moore und zu historischen Verkehrswegen (z. B. HAYEN 1990, BEHRE 2008).





Abbildung 52: Funde aus dem Thorsberger Moor (Foto: Archäologisches Landesmuseum in der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf)

## 6.2. Aktuelle kulturelle Bedeutung der Moore

➤ Michael Trepel

### Gut für Herz und Seele

Während die Bücher über Vegetations- und Kulturgeschichte, die in Moor und Torf eingeschrieben sind, meist nur von wenigen Spezialisten gelesen werden können, erfüllt das Erleben eines wilden, nassen Moores mit rufenden Kranichen viele Menschen mit Freude. Moore sind in unserer hochgradig technisierten und strukturierten Gesellschaft – zusammen mit alten Wäldern, Küsten und Bergen – ein Lebensraum, in dem sich die Eigendynamik der Natur leicht erspüren lässt. Diese Funktion von Mooren ist schwer messbar, unbedeutend ist sie aber nicht (SEEL 1996).

Gut erreichbare und stellenweise mit Bohlenwegen ausgestattete Moore dienen der Naherholung und erlangen bei entsprechender Werbung auch touristische Bedeutung.

Die Inspirationskraft nasser, wilder Moore ist groß (Abbildung 53). Naturkundler erfreuen sich zu jeder Jahreszeit an spezialisierten Pflanzenarten, Moosen, einer Vielzahl von Brut- und Rastvögeln oder an Libellenschwärmen. Die an nasse und im Falle von Hoch- und Zwischenmooren auch an nährstoffarme Verhältnisse angepasste Fauna und Flora ist ein Königreich für die Umweltbildung. Die Vermittlung von Artenkenntnis und das Erkennen hochwertiger Lebensräume gehören mit zu den vornehmsten Aufgaben des Naturschutzes (Abbildung 54). Um Moore dauerhaft zu schützen, müssen breite Teile unserer Gesellschaft ihren Wert und die dort vorkommenden Arten kennen und schätzen. Auch ihre kulturelle Dimension muss wieder ins gesellschaftliche Bewusstsein zurückgeführt werden (Succow et al. 2012).



Abbildung 53: Moore haben eine inspirierende Kraft. Solche Orte sind für die Erholung und das Wohlbefinden einer Gesellschaft von grundlegender Bedeutung (Foto: M. Trepel)



Viele Menschen nehmen bei ihren Wegen durchs Moor aber nicht die Artenvielfalt, sondern die Stimmungen auf. Schwüle, dampfende Sommerhitze oder Herbstnebel erhalten das mystische Moorbild am Leben. Im Moor zu sein, beruhigt und regt gleichzeitig an. Dieses Gefühl wirkt erholend und tut Herz und Seele gut. Solche Orte sind für das seelische Wohlbefinden einer Gesellschaft von unschätzbarem Wert. Dies gilt es zu erhalten und zu pflegen (WÖBSE 2002).

Viele Moore im ländlichen Raum haben sich in das kulturelle Gedächtnis eines Dorfes oder einer Region geprägt. Die Nutzung der Moore in früheren Zeiten war lebensnotwendig. Moore lieferten Torf als Brennstoff oder wertvolles Wiesen- und Weideland. Der Spruch „Dem ersten den Tod, dem zweiten die Not, dem dritten sein Brot“ zeugt von der mühevollen, oft generationenübergreifenden Arbeit, um Moore zu kultivieren. Diese Nutzungsgeschichten sind in der älteren Generation noch vorhanden, sie liefern wertvolle Hinweise, warum sich bestimmte Vegetationsformen und -strukturen im Moor gebildet haben. Ihre Erfassung lohnt daher, um die Geschichte eines Moores im Laufe der Zeit verstehen zu können. Werden diese Geschichten und die kulturellen Bindungen einer Region an ihr Moor berücksichtigt, lassen sich häufig auch Planungen für eine ökologische Aufwer-

tung leichter umsetzen. Auf das zu erwartende Absterben von Bäumen durch Vernässung sollte vor Maßnahmenumsetzung hingewiesen werden. Dies kann die Verbundenheit der örtlichen Bevölkerung mit der Maßnahme verbessern.

Moorlandschaften faszinieren und haben seit jeher auch Schriftsteller und Künstler angeregt. Deren Motive sind so vielfältig wie Moore selbst und variieren zwischen Farbenpracht und geheimnisumwobener Landschaft. Die Worpsweder Maler und Künstler schufen ihre Werke in einer stark überprägten Moorlandschaft, die sie vermutlich als wilde und farbgewaltige Landschaft wahrnahmen. Joseph Beuys erklärte fast ein Jahrhundert später zu seiner Aktion im Moor (TISDALE 1979 in: RUSSEL 2008): „Bogs are the liveliest elements in the European landscape, not just from the point of view of flora, fauna, birds and animals, but as storing places of life, mystery and chemical change, preservers of ancient history. They are essential to the whole ecosystem for water regulation, humidity, ground water and climate in general.“ Mit dieser Aussage beschreibt Joseph Beuys den heute weitgehend anerkannten Ökosystemfunktionsansatz und bestätigt damit, dass Künstlerinnen und Künstler für unsere Gesellschaft genauso wie Moore wertvolle Seismographen sind, die um ihrer Selbst willen gefördert werden müssen.



Abbildung 54:  
Nasse Moore können auf Bohlenwegen zu jeder Jahreszeit erlebt werden (Foto: M. Trepel)



# 7. Moorgrünland – Bedeutung für die Landwirtschaft heute

➤ **Kerstin Ebke, Fehmcke Böckenhauer,  
Liesel Schnibbe**

Die Moorböden Schleswig-Holsteins haben auch für die landwirtschaftliche Nutzung regional eine große Bedeutung, da sie – historisch gewachsen durch die Kultivierung der Standorte – wertvolle Futterbaustandorte darstellen. Dieses Kapitel stellt daher die Möglichkeiten und Grenzen der landwirtschaftlichen Moornutzung dar, ohne dass diese aus ökologischer Sicht an dieser Stelle insgesamt in Frage gestellt werden soll.

Die Bedeutung der Moorflächen für die Landwirtschaft wird deutlich, wenn der Flächenumfang betrachtet wird: In Schleswig-Holstein sind knapp 100.000 ha Niedermoorfläche und knapp 30.000 ha Hochmoorfläche vorhanden. Weitere ca. 33.000 ha sind als anmoorige Flächen zu bezeichnen, die unter 30 cm Moormächtigkeit oder unter 30 % Humusgehalt aufweisen. Von den 130.000 ha Moorfläche im engeren Sinne befinden sich etwa 2/3 in landwirtschaftlicher Nutzung, die anmoorigen Böden werden zu 80 % genutzt (vgl. Kapitel 1).

Die Voraussetzung für eine landwirtschaftliche Nutzung ist die Entwässerung. Diese kann durch Gräben und Drainagen gewährleistet werden. Durch Trockenlegung des Torfkörpers werden jedoch die hydraulische Leitfähigkeit und die Wasserspeicherkapazität des Torfs reduziert und es kommt zu einer Mineralisierung des Torfs, wobei CO<sub>2</sub> entsteht. Bei anhaltenden aeroben Bedingungen führt dieser Prozess auf lange Sicht gesehen zu einer irreversiblen Schädigung des Torfkörpers und damit zu deutlichen Absackungen des Geländes. Daher gilt es, eine Balance zwischen Entwässerung und Wasserhaltung zu finden, die einerseits die Bewirtschaftung ermöglicht und andererseits den Moorkörper möglichst feucht hält.

Die früheren Verfahren der Melioration von Moorböden zur landwirtschaftlichen Nutzbarmachung wie z. B. Sandmischkultur und Tiefpflug-Sanddeckkultur haben heute in der Anwendung keine Bedeutung mehr.

## **Ackerbauliche Nutzung von Mooren**

5 % der Moorfläche wird für den Ackerbau genutzt<sup>1</sup>. Die ackerbauliche Nutzung von Moorböden ist mit einigen Problemen verbunden und als nicht standortgerecht zu bezeichnen. Obwohl theoretisch Niedermoorböden über Nährstoffreichtum für eine ackerbauliche Nutzung verfügen, wird durch die wendende Bodenbearbeitung der Prozess der Moorersetzung, verbunden mit der Freisetzung klimaschädlicher Gase und einer Durchlüftung des Bodens, noch beschleunigt.

## **Grünlandnutzung von Mooren:**

### **Schnitt und Beweidung**

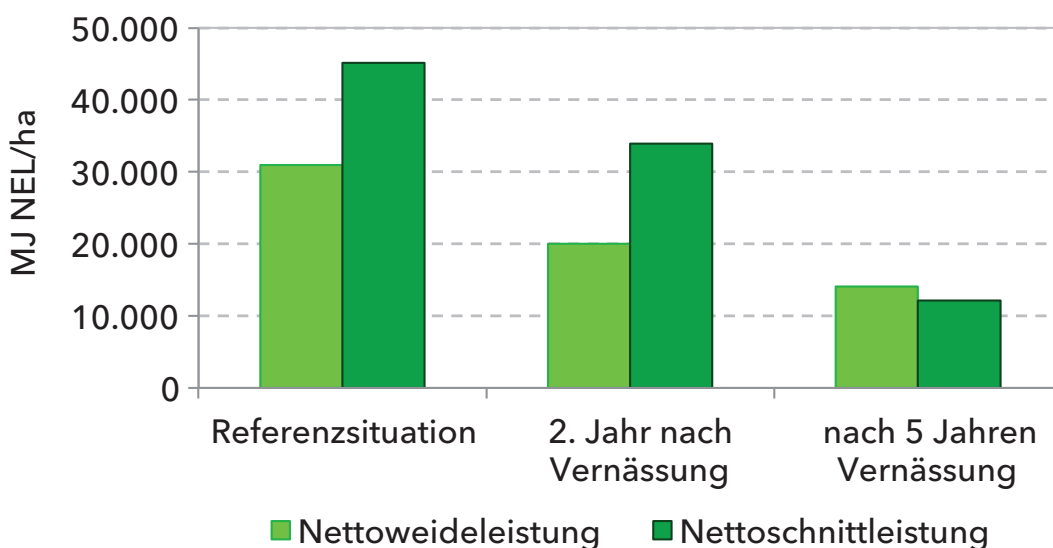
57 % der Moore werden als Grünland genutzt und machen somit 26 % der insgesamt genutzten Grünlandfläche aus. Moore können hochproduktive Standorte darstellen und sind in vielen Regionen Schleswig-Holsteins, z. B. in der Eider-Treene-Sorge-Niederung, Wirtschaftsgrundlage der dort ansässigen landwirtschaftlichen Betriebe. Die Nutzung dieser Standorte ist historisch bedingt, da sich hier überwiegend viehhaltende Betriebe entwickelt haben, die durch die Veredlung des für die menschliche Ernährung wertlosen Grases über das Rind in Milch und Fleisch ihre Ernährung und Existenz gesichert haben.

Die landwirtschaftliche Nutzung dieses absoluten Grünlandes als Weide- oder Futterbaufläche, hier zunächst ohne Extensivierungsaufgaben, ist allerdings durch verschiedene Faktoren begrenzt:

1 [http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/nachhaltigeentwicklung/Downloads/vortragTauben.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/nachhaltigeentwicklung/Downloads/vortragTauben.pdf?__blob=publicationFile)

- Zunächst ist der Grundwasserstand zu nennen. Durch Regulierung des Grundwasserstandes kann die Befahrbarkeit des Bodens oder die Trittfestigkeit für Vieh verbessert oder zumindest erstmal sichergestellt werden.
- Befahrbarkeit vorausgesetzt, ist eine Narbenpflege im Frühling eine weitere wichtige Voraussetzung für eine landwirtschaftliche Nutzung. Dazu gehören das Abschleppen zur Glättung von Maulwurfshaufen sowie das Walzen zur Einebnung von Bodenunebenheiten durch Viehtritt, Hochfrieren oder Rückquellung der Torfe in unterschiedlichen Feuchtebereichen.
- Durch das hohe Wasserspeichungsvermögen erwärmen sich Moorböden im Frühjahr langsamer, so dass die Vegetationsentwicklung verzögert startet.
- Die Narbenzusammensetzung ist abhängig vom Feuchtegrad des Bodens, der Stickstoffintensität sowie der durchgeführten Pflegemaßnahmen und beeinflusst die Futterqualität. Eine dichte Narbe ohne Schäden ist wichtig für Trittfestigkeit und Befahrbarkeit der Böden. Eine Narbenverbesserung oder -erneuerung sollte so bodenschonend wie möglich durchgeführt werden, d.h. ohne wendende Bodenbearbeitung, z.B. mit Schlitzsaatverfahren. Aus futterbaulicher Sicht ist ein hoher Anteil an Weidelgräsern für ein energiereiches Erntegut vorteilhaft. Diese Gräser liefern eine ähnliche Erntemenge, allerdings ist die Qualität, wie sie zum Beispiel auf Grünland in der Marsch vorzufinden ist, schwieriger zu erreichen. Speziell geprüfte Sorten des Deutschen Weidelgrases, die in einer „Mooreignungsprüfung“ auf ihre Verwendung geprüft werden, sorgen für größtmögliche Ertragssicherheit in Bezug auf Auswinterungsschäden.
- Der bedeutsamste Faktor ist allerdings das Wasserregime. Mit wieder ansteigender Vernässung nimmt der MJ NEL Gehalt<sup>2</sup> der Nettoschnittleistung, d.h. der Energiegehalt des Futters, in fünf Jahren von 45.000 MJ NEL pro ha auf 12.000 MJ NEL pro ha deutlich ab, wie eine Studie der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zeigt:

## Grenzen der wirtschaftlichen Grünlandnutzung auf Moorstandorten



Müller et al. (2006)

Abb. 55 : Veränderung der Wirtschaftlichkeit von Grünland unter Vernässungseinfluss (verändert nach MÜLLER et al. 2006)

<sup>2</sup> Megajoule Netto-Energie-Laktation: eine Einheit, nach der der Energiewert von Futtermitteln in der Milchviehfütterung bewertet wird.

- Notwendige Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen sind abhängig von der Intensität der Bewirtschaftung und der Zusammensetzung der Grasnarbe. Die Stickstoffgaben (N) sind abhängig von der Nutzung und dem damit verbundenen Nährstoffentzug. Die Richtwerte für die Düngung (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER, 2013) geben z.B. 60-100 kg N/ha und Jahr für reine Weidenutzung auf Niedermoor bis hin zu über 200 kg N, max. 240 kg, bei intensiver Schnittnutzung (drei bis vier Schnitte plus Nachweide) an, die aus organischer oder mineralischer Düngung stammen können. Die Stickstofflieferung aus der Mineralisation, die laut ‚Richtwerten‘ (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN, 2013) bis zu 100 kg N/ha und Jahr, bei kalkreichen Niedermoorböden auch mehr, betragen kann, ist bei der Berechnung zu berücksichtigen.
- Bei Beweidung ist neben der Trittfestigkeit, der Schmackhaftigkeit und des Futterwertes der vorhandenen Arten insbesondere auf eventuell auftretende Giftpflanzen sowie Parasitendruck zu achten. Wegen seiner Giftigkeit für das Weidevieh ist hier vor allem der Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) zu nennen.
- Bei den Parasiten soll beispielhaft der Große Leberegel (*Fasciola hepatica*) genannt werden, der sich mithilfe von Zwischenwirten in feuchten Bereichen des Grünlandes entwickelt und mit dem Futter aufgenommen werden kann. Er führt häufig zu chronischen Erkrankungen des Rindviehs, die mit Abmagerungen, Gallengangsentzündun-



Abbildung 56: Schnitt- und Weidenutzung von Moorgrünland in der Eider-Treene-Sorge Niederung (Foto: K. Ebke)





Abbildung 57: Binsenreiches Grünland in extensiver Nutzung (Foto: J. Thaysen)

gen und damit Verlust des Wohlbefindens, verbunden mit Leistungsabfall, z. B. verringerter Milchleistung der Kuh, sichtbar werden. Neben der kurativen Behandlung sollten feuchte Stellen im Grünland daher ausgezäunt und unbelastetes Tränkewasser angeboten werden.

Die heutige Landwirtschaft entwickelt sich hin zu größeren Viehbeständen und schlagkräftigerer Landtechnik, die auf kleinen und nassen Flächen oftmals nur schwer eingesetzt werden kann. Gleichzeitig besteht das Erfordernis größerer, zusammenhängender Flächeneinheiten. Manche Standorte können deshalb nicht mehr nachhaltig und rentabel bewirtschaftet werden,

so dass sich eine Zweiteilung in der Flächenbewirtschaftung darstellt:

- eine kontinuierliche intensive Bewirtschaftung des geeigneten Grünlandes als Futterbaustandort für intensive Milchviehhaltung mit Schnitt und Weide
- eine zunehmend extensivierte Bewirtschaftung der schwierigeren Standorte über Mutterkuh- oder Robustrinderhaltung und die Beweidung mit Schafen. Vertragsnaturschutzprogramme mit den jeweiligen Auflagen oder auch die Einrichtung von Ökokonten erlauben entsprechend höhere Wasserstände und lassen damit neben dem Moorschutz mehr Vielfalt in der Landschaft zu.

Dieses Wechselspiel von intensiveren und extensiveren Grünlandflächen bewahrt und schafft Lebensräume z. B. für Wiesenvögel. Eine weitere Möglichkeit abseits der landwirtschaftlichen Nutzung ist die Herausnahme von Moorflächen aus der Nutzung, z. B. über Verkauf ganzer Moorkomplexe für Renaturierungs-/ Wiedervernässungsmaßnahmen an die jeweiligen Träger der Maßnahmen oder über Flächentausch im Rahmen von Flurneuordnungsverfahren.

Für eine zukünftige nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung von Mooren sind verschiedene Maßnahmen wichtig:

- Es müssen Be- und Entwässerungslösungen für einen ganzjährig regelbaren Wasserhaushalt gefunden werden. Soviel Entwässerung wie nötig, jedoch so wenig Entwässerung wie möglich.
- Das Land muss, bei Verbleib in privater Hand, einer wirtschaftlich sinnvollen Nutzung unterzogen werden. Die kann zum einen eine Grünlandnutzung sein oder zum anderen z. B. der Anbau energetisch nutzbarer Paludikulturen. Paludikultur ist die landwirtschaftliche Nutzung nasser Hoch- und Niedermoore. Die nasse Bewirtschaftung von Moorböden leistet einen Beitrag zum Klimaschutz, durch Minderung des

CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und durch Verdunstungskühlung. Traditionell ist der Anbau von Schilf für Dachreet. Es gibt aber auch neue innovative Nutzungsmöglichkeiten.

- Torfmineralisation sollte möglichst vermieden werden. Dies kann durch eine gezielte Anpassung der Wasserstände an die Nutzung in den Jahreszeiten gefördert werden.

Es gilt, die historisch gewachsene Bedeutung der Landwirtschaft auf diesen Standorten zu würdigen und daraus entstehende Nutzungskonflikte zu minimieren. Der in der Landwirtschaft anhaltende Strukturwandel hat bereits dazu geführt, dass zahlreiche Flächen aus der Nutzung genommen worden sind, obwohl derzeit aufgrund des angespannten Flächenmarktes eher wieder ein Trend zur Intensivierung zu beobachten ist.

„Dem ersten der Tod, dem zweiten die Not, dem dritten das Brot“ – nach diesem alten Spruch der Moorsiedler befindet sich die heutige Landwirtschaft auf produktiven Moorstandorten in der „Brotphase“. Was danach kommen könnte, sollte unter Abwägung aller Ansprüche von Nutzung, Natur- und Klimaschutz gemeinsam entwickelt werden.

# 8. Instrumente zum Schutz der Moore

## 8.1. Moorschutzprogramm

➤ **Angelika Bretschneider**

### Veranlassung

Schleswig-Holstein ist eines der moorreichsten Länder der Bundesrepublik Deutschland. Moore sind einzigartige Lebensräume von weltweiter Bedeutung. Sie dienen als Retentionsräume (Polder) einer natürlichen Wasserrückhaltung und übernehmen neben Klima ausgleichenden Funktionen auch eine vorbeugende Hochwasserschutzfunktion. Zudem spielen Moore als CO<sub>2</sub>-Senke eine wichtige Rolle für den Klimaschutz, zumal sie über lange Zeiträume große Kohlenstoffvorräte angehäuft haben, die durch Entwässerung der Torfböden freigesetzt werden. Durch Trockenlegung und Umwandlung in Nutzflächen gibt es jedoch keine intakten Moore mehr in Schleswig-Holstein. Damit sie ihre ursprünglichen Funktionen wieder erfüllen können, ist es eine dringliche Aufgabe, die Moore zu renaturieren.

Beim 2002 etablierten Niedermoorprogramm stand neben der Regeneration von Niedermoo ren vor allem die Minimierung von stofflichen Einträgen in oberirdische Gewässer im Fokus. Die Renaturierung von Hochmooren zielt in erster Linie auf den Schutz besonders wertvoller Lebensräume und Arten ab. Zur Erfüllung der Anforderungen internationaler und nationaler Abkommen zum Klimaschutz und zur Biologischen Vielfalt ist nunmehr ein Hochmoorschutzprogramm entwickelt und mit dem Niedermoorprogramm von 2002 gebündelt worden. Mit diesem, alle Moortypen einbeziehenden Moorschutzprogramm ist im Jahre 2011 die Grundlage für einen umfassenden Moorschutz in Schleswig-Holstein geschaffen worden.

### Datengrundlagen

In Schleswig-Holstein gibt es keine flächendeckende Informationsgrundlage zur Moorverbreitung aus aktuellen Geländekartierungen. Stattdessen wurde für das Moorschutzprogramm auf unterschiedliche Grundlagen zurückgegriffen, die zu einer Gesamtmoorfläche

zusammengefügt wurden. Im Einzelnen sind dies:

- Daten der Bodenschätzung für landwirtschaftlich genutzte Flächen – Erhebungsschwerpunkt: 1938 bis 1948 (es wurden Flächen mit einer Torfauflage von mehr als 60 cm berücksichtigt). Auswahlkriterium für die heute noch als Moor im bodenkundlichen Sinne anzusprechenden Flächen war die Annahme einer Mineralisation und Sackung von 30 cm aufgrund von Melioration seit den 1930-40er Jahren.
- bodenkundliche und geologische Karten unterschiedlicher Maßstäbe
- Biotopkartierung des Landes im Maßstab 1:25.000, ergänzt durch aktuelle Kartierungen der Hochmoore und Moorwälder im Maßstab 1:5.000.

Aus dem Verschnitt sämtlicher Daten ergab sich eine aktuelle Moorfläche von 192.000 ha, die sowohl gesetzlich geschützte Biotope als auch landwirtschaftlich genutzte Moorböden beinhaltet (siehe Abbildung 8, Kapitel 1 und Erläuterung unter 1.3).

### Ziele des Moorschutzprogramms

Vor allem für die Hochmoore sind der Erhalt und die Wiederherstellung wachsender Moore als Lebensraum ihrer charakteristischen Arten vorrangiges Ziel der Renaturierung. Aber auch durch extensive Nutzung entstandene Moorlebensräume, wie Kleinseggenrieder und artenreiche Feuchtwiesen, sollen geschützt und erhalten werden. Ein hochgestecktes Ziel ist es, auch intensiv genutzte Nieder- und Übergangsmoore auf mehr als 80 % der Fläche zur Wiederherstellung ihrer Funktionen als Stoffsenken und Retentionsflächen zu vernässen. Insgesamt sollen die ausgleichenden Funktionen für den Nährstoff- und Landschaftswasserhaushalt verbessert und langfristig die klimawirksamen Gase wieder gebunden werden.



### Programm

Von rd. 250 Mooren wurden Daten und Informationen zusammengetragen, die eine Beurteilung des Renaturierungsbedarfs und der kurz- bis mittelfristigen Umsetzbarkeit erlaubten. Für die Hochmoore und eine größere Zahl von Niedermooren wurde eine Prioritätenliste erarbeitet, aus der 20 vorrangig zu bearbeitende Projekte ausgewählt wurden. Auswahlkriterien waren sowohl fachlicher als auch gesellschaftlicher Art. Neben ihrer ökologischen Eignung und einer technisch durchführbaren Vernässung spielte auch die Flächenverfügbarkeit und die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen vor Ort eine wichtige Rolle. In der Praxis zeigte sich aber sehr schnell, dass sich nicht für alle Moore dieser 20er-Liste Träger fanden, die Projekte initiieren. Stattdessen wurden in anderen Gebieten mit viel Engagement erfolgreich Planungen praktisch umgesetzt, fortgeführt und betreut.

In das Moorschutzprogramm einbezogen sind alle Moortypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie wie auch Niedermoorböden, die in einem hydrologischen Zusammenhang mit den genannten Moorflächen stehen oder diese Moore im Rahmen des Biotopverbundes vernetzen. Hierzu gehören:

- durch Torf geprägte Standorte und Böden,
- gesetzlich geschützte Moorbiotope sowie Moorlebensraumtypen von gemeinschaftlichem Interesse,
- Flächen, die für die Erhaltung oder Wiederherstellung von FFH-Lebensraumtypen erforderlich sind (Puffer- und Schutzzonen),
- Flächen, die einen Beitrag zur Vernetzung gefährdeter Tier- und Pflanzenarten der Moore leisten und
- Flächen, in denen durch Vernässung und Nutzungsänderung der Stickstoffaustrag kosteneffizient verringert werden kann.

Bei den bislang aufgelisteten Mooren handelt es sich im Wesentlichen um Hoch- und Übergangsmoore, vereinzelt auch Niedermoore, von besonderer Bedeutung für Schleswig-Holstein. Die Liste wird aber im Zuge der Umsetzung des Moorschutzprogramms und auf der Grundlage neuer Erkenntnisse kontinuierlich fortgeschrieben.

### Umsetzung und Finanzierung

Die Steuerung des Moorschutzprogramms erfolgt durch das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR) als Oberste Naturschutzbehörde, die

fachliche Begleitung und Beratung durch das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) als Obere Naturschutzbehörde. Ziel ist es unter anderem auch, Träger wie zum Beispiel Kommunen, Stiftungen oder Vereine als lokale Akteure für die Umsetzung von Maßnahmen zu gewinnen. Synergieeffekte sollen möglichst dadurch entstehen, dass der Managementprozess im Rahmen der Umsetzung von Natura 2000 in seinem zeitlichen Ablauf mit dem Moorschutzprogramm koordiniert wird.

Auf Antrag der jeweiligen Träger fördert das Land bzw. die Stiftung Naturschutz die für die Umsetzung erforderlichen Maßnahmen im Rahmen der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel bzw. mit Mitteln des Moorschutzfonds. Förderfähig sind Kosten für Ankauf, Entschädigungen, Planungen, Materialien, Maßnahmen und Pflege sowie das Monitoring. Personalkosten der Träger werden nicht übernommen, jedoch wird die Öffentlichkeitsarbeit gegebenenfalls unterstützt. Letztendlich soll jedes Projekt im Rahmen seiner Bedeutung mit einem Monitoring als Erfolgskontrolle begleitet und alle wichtigen Maßnahmen in einer zentralen Datenbank erfasst werden. Hier bedarf es noch der Umsetzung.

Der Eigenanteil des Trägers beträgt 10% der Projektsumme, wobei eine Vorfinanzierung für die ersten 3 Monate erwartet wird. Das Moorschutzprogramm setzt sich aus zwei Programmteilen zusammen:

#### Programmteil „Biologische Vielfalt“

Die Förderung erfolgt nach folgenden Prioritäten:

- Umsetzung europarechtlicher Verpflichtungen
- Erhalt und Wiederherstellung des günstigen Erhaltungszustandes von FFH-Lebensraumtypen innerhalb und außerhalb der Natura 2000-Kulisse
- Erhalt und Wiederherstellung von Habitaten der an Moore gebundenen charakteristischen Arten, insbesondere verschiedener Torfmoosarten oder Tierarten wie Große Moosjungfer oder Moorfrosch
- sog. 20er-Liste der ausgewählten Moore mit Renaturierungspotenzial
- Umsetzung des gesetzlichen Biotopschutzes nach § 30 BNatSchG, Erhalt der Moore, Sümpfe, Nasswiesen, Kleingewässer, Sumpf- und Bruchwälder auf Moorboden.



Abbildung 58: Moorfrosch (Foto: A. Drews)

Die Finanzierung von Projekten bis zu 50.000 € erfolgt aus dem Moorschuttfonds der Stiftung Naturschutz, siehe hierzu Kap. 8.2. Für kosten-trächtigere Projekte ist eine Finanzierung über das Zukunftsprogramm ländlicher Raum Schleswig-Holstein möglich, das mit einem Förderanteil der EU von 75% und Ergänzungsmitteln aus Ersatzgeldern von Eingriffsvorhaben bis 2013 ein Gesamtvolumen von 8 Mio. € zur Verfügung gestellt hat. In der Förderperiode bis 2020 wird der Anteil der EU ebenfalls 75% betragen.

#### **Programmteil „Gewässerschutz“**

Bei einer Förderung aus dem Programmteil Gewässerschutz hat die Umsetzung der sich aus der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie ergebenden Verpflichtung, Nährstoffeinträge insbesondere von Stickstoffverbindungen in die Oberflächen-gewässer und Meere zu verringern, erste Priorität. Grundlage ist die Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung

von Fließgewässern und zur Wiedervernässung von Niedermooren.

Das Niedermoorprogramm wird durch Abwasserabgabemittel finanziert und erhält eine Kofinanzierung durch die EU. Der Fördersatz für Projekte ist aktuell auf bis zu 100% angehoben worden, wobei das Land Verwaltungskosten der Projektträger übernimmt. Rund 4 Mio. € wurden seit Inkrafttreten des Niedermoorprogramms für die Sicherung von rd. 550 ha Flächen investiert.

#### **Probleme bei der Umsetzung**

Die Umsetzung des Moorschutzprogramms geht leider nicht so zügig voran wie gewünscht. Dies hat verschiedene Ursachen. Da die wichtigste Renaturierungsmaßnahme in Mooren in erster Linie eine Anhebung des Moorwasser- oder bei Niedermooren auch des Grundwasserspiegels ist, die Flächen also durch die starke Vernässung nicht mehr begehbar oder nutzbar sein werden, ist die Durchführbarkeit vom Flächenzugriff ab-



Abbildung 59:  
Torfmoos (Foto: A.  
Bretschneider)



hängig. Nicht alle Moorflächeneigentümer sind zum Verkauf bereit oder nehmen eine Vernässung ihrer Flächen hin, so dass Vernässungsplanungen leider nicht immer kurzfristig umgesetzt werden können. Vor allem bei Grünlandflächen auf Moorboden gibt es zurzeit kaum Verkaufsbereitschaft und Tauschflächen stehen in den wenigsten Fällen zur Verfügung.

Planungen und Auftragsvergaben im Rahmen des Moorschutzprogrammes müssen von den Naturschutzbehörden neben den alltäglichen Aufgaben erledigt werden. Daher nehmen bisher relativ wenige Gemeinden und Kreise sowie Vereine und Verbände die z.T. anspruchsvollen Verfahren zur Beantragung von Zuschüssen aus den EU-Förderprogrammen für umfangreichere Projekte auf sich. Die Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein hat eine Projektstelle speziell für das Programm eingerichtet.

#### **Stand der Umsetzung**

Das Moorschutzprogramm in Schleswig-Holstein hat sich dennoch als wichtiges Instrument zur Förderung der Moorrenaturierung erwiesen. Vor allem Flächenankäufe und umfangreiche, kostenintensive Projekte konnten und können damit vorangetrieben werden. Neben vielen positiv verlaufenden Renaturierungsprojekten in Schleswig-Holstein gibt es natürlich auch solche Beispiele, bei denen es weiterhin zahlreiche Hindernisse eigentumsrechtlicher, fachlicher und verwaltungstechnischer Art gibt, die eine kurzfristige und schlagkräftige Umsetzung von Wiedervernässungsmaßnahmen ausbremsen. Am erfolgreichsten laufen Projekte, bei denen der Flächenzugriff geklärt ist und alle Beteiligten mit Überzeugung und viel Engagement zusammenarbeiten. Aber selbst dann sind nicht immer alle Konflikte lösbar, so dass die gesetzten Ziele nur teilweise erreicht werden können.



## 8.2. Moorschuttfonds

### ➤ Barbara Wilhelmy

Der Landtag hat im Herbst 2008 die Einrichtung eines Moorschuttfonds zur Finanzierung der Entwicklung und Umsetzung eines Moorschutzprogramms für Schleswig-Holstein beschlossen. Im Jahr 2009 wurde der Fonds bei der Stiftung Naturschutz eingerichtet. Er wird aus Ersatzgeldern des Landes Schleswig-Holstein sowie gegebenenfalls aus anderen Geldquellen, wie z.B. Spenden, gespeist und ist ein wichtiger Baustein des Moorschutzprogramms der Landesregierung.

Ziel ist es, aus dem Fonds Projekte zu fördern, die der Verbesserung oder Wiederherstellung der Lebensräume moortypischer Tier- und Pflanzenarten dienen, z.B. durch Wiedervernäsungsmaßnahmen in trockengelegten oder degenerierten Mooren.

Gefördert wird auch die langfristige Sicherung von Moorflächen durch Ankauf, Pacht oder sonstige Sicherungsmaßnahmen als Voraussetzung für den Erhalt oder die Wiederherstellung moortypischer Lebensräume. Aus dem Moorschuttfonds können Maßnahmen gefördert werden, deren Gesamtkosten 25.000 Euro nicht überschreiten. Seit 2014 liegt die Förderhöchstgrenze bei 50.000 Euro, größere Projekte des Moorschutzprogramms finanziert das Land über das Förderprogramm für den ländlichen Raum (ELER).

Bisher konnten aus dem Moorschuttfonds Projekte für insgesamt gut 270.000 Euro gefördert werden. Dabei handelt es sich überwiegend um Flächenankäufe. So wurden insgesamt 46 ha Moorparzellen, überwiegend Kleinstparzellen angekauft. Zuwendungsempfänger sind einerseits örtliche Naturschutzvereine, die sich dem Erhalt der Moore in ihrem unmittelbaren Umfeld widmen, aber auch Schleswig-Holstein weit tätige Naturschutzvereine oder Stiftungen. Vereinzelt werden auch Maßnahmen, wie z. B. der Anstau von Gräben zur Anhebung der Wasserstände oder Pflege- bzw. Wiederinstandsetzungsmaßnahmen für Moorparzellen, gefördert. Förderfähig sind weiterhin Grundlagenerhebungen und konkrete Maßnahmenplanungen.

Die erste Förderung erhielt 2009 das „Unabhängige Kuratorium Landschaft Schleswig-Holstein“ für den Ankauf einer rund einen Hektar großen Wiese im Wilden Moor bei Rendsburg (mitten im Elsdorfer Gehege). Die quellsumpfige Wiese wurde bis vor rund 20 Jahren noch regelmäßig genutzt und drohte vollständig zuwachsen, die geschützten Orchideen würden dann verschwinden. Nun hat das Kuratorium die Gehölze entfernt und mäht die Wiese wieder regelmäßig.



Abbildung 60:  
Binsenmähd Wildes Moor (Foto: K. Brehm)

### 8.3. Flächensicherung über Flurbereinigungsverfahren

➤ **Peter König**

Mit der Bodenordnung – insbesondere durch vereinfachte Flurbereinigungsverfahren und den freiwilligen Landtausch – lassen sich neben agrarstrukturellen Zielen, wie z.B. der Verbesserung der Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Landwirtschaft, auch Ziele der Dorf- und kommunalen Entwicklung einschließlich der Verbesserung der ländlichen Verkehrsinfrastruktur verfolgen. Bodenordnungsverfahren können auch zur Umsetzung von Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen, wie der Renaturierung von Gewässern und Mooren oder der Schaffung von Retentionsflächen zum Hochwasserschutz, eingesetzt werden.

Die Flurbereinigung bzw. Bodenordnung ist ein Instrument, das geeignet ist, bei dynamischen Nutzungskonkurrenzen und -konflikten Lösungen zu erarbeiten und dabei die Akzeptanz von Grundeigentümern, Gemeinden, der Bevölkerung und von Vorhabenträgern gleichermaßen herzustellen. Die Flurbereinigung wird in Schleswig-Holstein ausschließlich freiwillig eingesetzt. Insofern ist nicht immer gewährleistet, dass die Verfahren in jedem Fall in vollem Umfang zum gewünschten Erfolg führen. Es zeigt sich aber, dass die Akzeptanz in der Region in der Regel wertvoller ist, als die 100%ige Umsetzung von Planungen und Zielvorgaben.

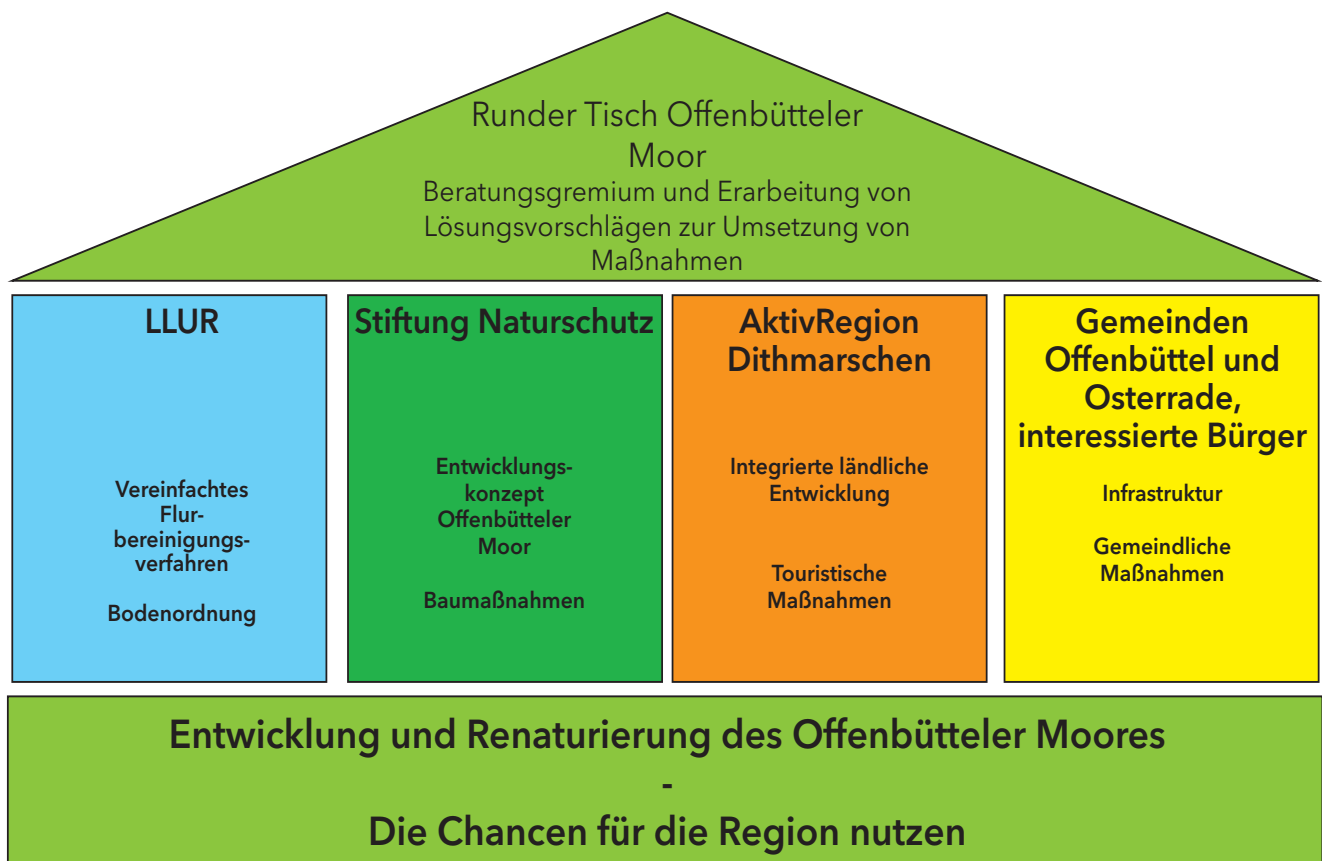


Abbildung 61: Zusammenspiel der Akteure (eigene Darstellung)

Zum 1. Januar 1954 ist das Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) in Kraft getreten und damit 60 Jahre alt. In den seitdem vergangenen Jahren haben sich die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und damit auch die Zielvorgaben an die Flurbereinigungsverfahren grundlegend verändert. Zunächst ausschließlich auf die Agrarstrukturverbesserung mit dem Ziel einer großflächigen, ausschließlich am effizienten Einsatz moderner Landtechnik orientierten Landnutzung ausgerichtet, wurden ab den 1980er Jahren auch vermehrt Naturschutzmaßnahmen unterstützt. Zunächst mehr kleinflächig in den „Modellgemeinden Landschaftspflege“, später auch großflächig in der Verbindung mit der Ausweisung von großen Naturschutzgebieten, z.B. in der Miele- oder Eider-Treene-Sorge Niederung. So konnten bisher mit Hilfe der Flurbereinigungsverfahren landesweit zirka

10.000 ha für Naturschutzzwecke gesichert werden (MEISTERJAHN 2014).

In den kommenden Jahren wird der Schwerpunkt auf Flurbereinigungsverfahren liegen, die Nutzungskonkurrenzen zwischen Landwirtschaft und Naturschutz zum Hauptthema haben. Es wird aber nach wie vor eine integrierte Betrachtung des Raumes erfolgen, so dass alle Ansprüche an den Raum, insbesondere Agrarstruktur, Naturhaushalt und Gewässerentwicklung, Verkehrsinfrastruktur, ländlicher Tourismus und Naherholung, zu ihrem Recht kommen. In dieser Form ist die Flurbereinigung ein modernes multifunktionales Instrument, um komplexe räumliche Problemstellungen zu bearbeiten und Impulse für eine integrierte ländliche Entwicklung zu setzen.



Abbildung 62: Höhere Wasserstände nach Realisierung des 1. Bauabschnitts. Aufnahme April 2014 (Foto: R. Thode)



### **Beispiel Offenbütteler Moor**

In den Gemeinden Offenbüttel und Osterrade befindet sich mit dem Offenbütteler Moor ein ca. 350 ha großer, bis vor wenigen Jahren überwiegend landwirtschaftlich genutzter Flächenkomplex, der im Zuge des Moorschutzprogramms des Landes vernässt und renaturiert werden soll. Mit der Moorrenaturierung soll sowohl der ökologische Zustand des Moores verbessert als auch ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

Die Stiftung Naturschutz konnte bereits in den letzten Jahren den größten Teil der für die Moorrenaturierung erforderlichen Flächen erwerben.

Begleitet und umgesetzt wird die Moorrenaturierung durch ein im Jahre 2010 eingeleitetes vereinfachtes Flurbereinigungsverfahren. Durch weitere Ankäufe und Tausche wurden die Flächen so weit arrondiert, dass mit der Wiedervernässung begonnen werden konnte. Im Flurbereinigungsverfahren werden, ausgelöst durch die Moorrenaturierung, auch Ideen und Handlungsempfehlungen für die Verbesserung der Agrarstruktur, der ländlichen Verkehrsinfrastruktur und zur gemeindlichen und touristischen Entwicklung erarbeitet und umgesetzt. Zur Umsetzung der Projektideen stehen innerhalb des Flurbereinigungsverfahrens bzw. über die Aktiv-

Region Dithmarschen Fördermittel der EU, des Bundes und des Landes zur Verfügung. Die örtliche Bevölkerung und andere Planungsträger sind über den „Runden Tisch Offenbütteler Moor“ bzw. über den Vorstand der Teilnehmergemeinschaft des Flurbereinigungsverfahrens an den Planungen beteiligt. Ziel ist es dabei, die verschiedenen Themen- und Aufgabenbereiche so miteinander zu verknüpfen, dass die Potenziale der Region optimal gefördert werden können.

In 2013 sind in einem 1. Bauabschnitt rund 45 ha wiedervernässt worden. Der neu entstandene Lebensraum ist im ersten Jahr sehr gut als Rastplatz von zahlreichen Gänse- und Entenarten und Limikolen, wie z.B. Kampfläufern, Bruchwasserläufern und Flussregenpfeifern, angenommen worden. Außerdem hat sich das erste Kranichpaar eingestellt. In 2014 folgte der 2. Bauabschnitt mit der Wiedervernässung von ca. 215 ha. Parallel wurden und werden aber auch außerhalb des Moorgebietes Wege und Brücken ausgebaut. Des Weiteren sollen Maßnahmen zur touristischen Entwicklung der beiden Gemeinden umgesetzt werden, die 2012 in einem Workshop mit dem Institut für Management und Tourismus (IMT) der Fachhochschule Westküste erarbeitet wurden.

## 8.4. Vertragsnaturschutz

➤ Inke Rabe

Viele Moore, insbesondere Niedermoore, werden in Schleswig-Holstein landwirtschaftlich genutzt. Vor allem Milchviehbetriebe wirtschaften in den grünlandreichen, von Moorböden geprägten Niederungen. In Abhängigkeit von der Intensität der Entwässerung und der Nutzung führt die Bewirtschaftung zu einem Abbau der Torfsubstanz und zu einer Beeinträchtigung des gesamten Ökosystems. Durch Vertragsnaturschutz erschließt sich eine Möglichkeit, die Bewirtschaftungsintensität zu reduzieren und dadurch das Moor und seine Lebensräume zu schützen.

Vertragsnaturschutzprogramme gibt es in Schleswig-Holstein seit Mitte der 80iger Jahre des letzten Jahrhunderts. Als Bestandteil der Agrarumweltprogramme werden sie seit Anfang der 90-iger Jahre von der Europäischen Union auch kofinanziert. Vordergründig haben die Programme zum Ziel, eine angepasste Bewirtschaftung in den Natura 2000-Gebieten zu ermöglichen und die Artenschutzverpflichtungen in Zusammenhang mit der FFH-Richtlinie und der EG-Vogelschutzrichtlinie umzusetzen. Aufgrund der bestehenden Auflagen in den einzelnen Programmen, wie Umbruchverbot der Grünlandnarbe und weitgehender Verzicht auf Düngung, werden jedoch auch Schutzaspekte bedient, die zum Moor- und Klimaschutz beitragen. Auch die Anhebung des Wasserstandes – häufig eine notwendige Voraussetzung für die Renaturierung der Moore – kann über die sogenannten Biotop gestaltenden Maßnahmen, die ein Bestandteil vieler Verträge sind, gefördert werden. Zurzeit werden ca. 26.000 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche durch Vertragsnaturschutzprogramme erfasst.

Im Rahmen der letzten Agrarreform erfolgte eine inhaltliche Anpassung der Vertragsnaturschutzprogramme für den Programmplanungszeitraum 2014-2020. In dieser Förderperiode werden verschiedene Vertragsnaturschutzprogramme mit Schwerpunkt im Grünland angeboten. Die Programme beinhalten unterschiedliche Bewirtschaftungsauflagen, die naturräumlich und auf die zu schützenden Artengruppen wie Wiesenvögel und Amphibien ausgerichtet

sind. Dazu zählen der weitgehende Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutzmitteleinsatz, eine reduzierte bzw. zeitlich eingeschränkte Bodenbearbeitung, eine verringerte Besatzdichte bei Beweidung, verzögerte Mahdtermine sowie obligatorische oder freiwillige Biotopgestaltungsmaßnahmen. Die Duldung von Gänsen und anderen Vogelarten ist ein weiterer Bestandteil der Verträge. Zur Förderkulisse zählen Schutzgebiete des Natura 2000 Systems, die Naturschutzgebiete sowie Gebiete mit Vorkommen von Arten der FFH-Richtlinie und der EG-Vogelschutzrichtlinie. Diese Kulisse wird darüber hinaus um eine 500 Meter breite Pufferzone ergänzt. Weitere Flächen können nach einer Einzelfallprüfung einbezogen werden. Die Teilnahme an den Programmen ist freiwillig. Verträge werden für einen 5jährigen Verpflichtungszeitraum geschlossen. Die Ausgleichszahlungen erfolgen flächenbezogen und umfassen je nach Programminhalten und Auflagen zwischen 80,- und 480,- €/ha für die Grünlandprogramme und zwischen 360,- und 750,- €/ha für die Ackerprogramme. Förderfähig sind i.d.R. nur Flächen, die sich in Privat- oder Kirchengrundbesitz befinden. Die Antragstellung und die Vertragsabwicklung erfolgt über bzw. durch die Landgesellschaft Schleswig-Holstein.

In dieser Förderperiode zielen zwei Programme auch auf Moorgrünland ab und tragen dazu bei, Moore sowie ihre Lebensraum- und Speicherfunktion zu erhalten: „Grünlandwirtschaft Moor“ und „Weidewirtschaft Moor“. Beide Programme dienen vorrangig dem Erhalt von Arten, die in Grünlandniederungen und landwirtschaftlich genutzten Mooren leben oder hier einen Ersatzlebensraum gefunden haben. Dazu zählen in erster Linie Wiesenvögel wie Kiebitz, Uferschnepfe, Rotschenkel, Großer Brachvogel und eingeschränkt auch Bekassine sowie Feldlerchen, Wiesenpieper und Braunkehlchen, weiterhin Amphibienarten wie Moor- und Grasfrosch, die in überschwemmten Wiesen und Teichen ablaichen, den Sommer über aber im Grünland leben. Das Programm „Weidewirtschaft Moor“ kommt auf Einzelflächen zum Einsatz und wird bereits seit Jahren in den Wie-

senvogelbrutgebieten der Eider-Treene-Sorge-Region angeboten. Das in dieser Förderperiode neu dazu gekommene Programm „Grünlandwirtschaft Moor“ verfolgt hingegen einen gesamtbetrieblichen Ansatz und ist der Tatsa-

che geschuldet, dass ein effektiver Schutz des Moores und seiner Bewohner nicht an der Flurstücksgrenze endet. Das gesamte Grünland eines Betriebes (mind. 90%) bildet die Grundlage des Vertrages und wird in ein System unter-

Tabelle 10: Vertragsnaturschutzprogramme auf Moorgrünland: Bewirtschaftungsauflagen und Ausgleichszahlungen

Vertragsmuster	Bewirtschaftungsauflagen	Voraussichtliche Ausgleichszahlung
„Weidewirtschaft Moor“ (Moor- und Anmoorgebiete)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung der Flächen als extensiv bewirtschaftetes Dauergrünland</li> <li>Kein Absenken des Wasserstandes;</li> <li>Verzicht auf Pflanzenschutz;</li> <li>Verzicht auf Mineraldüngung u. Pflanzenschutz;</li> <li>wahlweise Verzicht auf organische Düngung;</li> <li>Sperrfrist Bodenbearbeitung vom 1.4.-20.6.;</li> <li>Standweide mit max. 4 Rinder/ha ab 1.4 (ab 16.7- 31.10 ohne Tierzahlbegrenzung, Pflegemahd ab 21.6. möglich); <i>alternativ:</i></li> <li>Mahd ab 21.06. (oder später), anschließend mehrmalige Schnittnutzung oder Beweidung mit max. 4 Rinder/ha bis 15.7., vom 16.7. - 31.10. ohne Begrenzung der Tierzahl;</li> <li>Winterbeweidung vom 1.11. bis 31.3. mit Schafen ohne Begrenzung der Tierzahl erlaubt;</li> <li>Durchführung Biotop gestaltender Maßnahmen auf freiwilliger Basis; Ausgleichszahlung: 30 € /ha je vollem Prozent hiervon betroffener Vertragsflächen</li> </ul>	260 - 340 €/ha
„Grünlandwirtschaft Moor“ (Moor- und Anmoorgebiete)	<p><b>Für alle Flächen gilt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung der Flächen als bewirtschaftetes Dauergrünland;</li> <li>Verzicht auf Pflanzenschutz (außer Distel- und Ampferbekämpfung auf grünen und gelben Flächen);</li> <li>Kein Absenken des Wasserstandes</li> <li>Duldung der Durchführung Biotop gestaltender Maßnahmen (v.a. Grabenabflachung);</li> </ul> <p><b>Grüne Flächen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nesterschutz (obligatorische Teilnahme am „Gemeinschaftlichen Gelegeschutz“)</li> <li>keine weitergehenden Bewirtschaftungsbeschränkungen</li> <li>bei Dauersommerweide keine vorherige Schnittnutzung</li> </ul> <p><b>Gelbe Flächen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verzicht auf mineralische Düngung</li> <li>wahlweise Verzicht auf organische Düngung</li> <li>Standweide mit max. 4 Rinder/ha ab 1.4.-15.7. (ab 16.7.- 15.12. ohne Tierzahlbegrenzung), ab 16.10.-31.3. Schafhaltung ohne Tierzahlbegrenzung <i>alternativ:</i></li> <li>Mahd ab 21.06. anschließend Nachweide, Pflegemahd</li> </ul> <p><b>Rote Flächen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>mind. 10 % „rote Flächen“ mit BgM auf Fläche.</li> <li>Verzicht auf mineralische Düngung,</li> <li>Sperrfrist Bodenbearbeitung vom 20.3.- 20.6.</li> <li>Standweide mit max. 4 Rinder/ha ab 1.4 (ab 16.7-15.12. ohne Tierzahlbegrenzung), ab 16.10.-31.3. Schafhaltung ohne Tierzahl-Begrenzung <i>alternativ:</i></li> <li>Mahd ab 21.06. (oder später), anschließend Nachweide</li> </ul>	40 - 450 €/ha



schiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten („rote“, „gelbe“ und „grüne Flächen“) eingeteilt. Diese Einstufung richtet sich nach den individuellen Möglichkeiten des Betriebes. Die Zielsetzung des Programmes besteht darin, möglichst alle Binnengräben so umzugestalten, dass sie für die Küken der Wiesenvögel keine unüberwindbaren Barrieren darstellen und ihnen ein gefahrloses Durchqueren ermöglichen. Meistens bedeutet dies, dass die Ränder der Gräben abgeflacht werden. Darüber hinaus werden auf mindestens 10% der Vertragsfläche („rote Flächen“) zusätzlich besonders attraktive Brutplätze für Wiesenvögel durch flächige Verlässungen und eine schonende Bewirtschaftung geschaffen. Weiterhin ist eine Teilnahme am „Gemeinschaftlichen Wiesenvogelschutz“, der von der lokalen Aktion KUNO e.V. organisiert wird, erforderlich. Das Programm wurde in den vergangenen Jahren auf verschiedenen Modellbetrieben erprobt. Künftig sollen beide Programme schwerpunktmäßig in der Eider-Treene-Sorge sowie in anderen moorigen Grünlandniederungen, in denen Wiesenvögel

brüten, angeboten werden und dort zum Schutz der Moore beitragen.

Beide Programme führen zu einer weniger intensiven Nutzung des Grünlandes. Da die Flächen als Dauergrünland bewirtschaftet werden müssen und weder ein Grünlandumbruch noch ein Abtöten der Grünlandnarbe zur Nabenerneuerung zulässig ist, bleibt der für die Kohlenstoffspeicherung so wichtige Wurzelraum erhalten. Der Verzicht auf mineralische Düngung bewirkt, dass die Zersetzung des Moorkörpers weniger forciert wird und der Anstau von Gräben wirkt der Entwässerung entgegen. Auf diese Weise tragen die aus Artenschutzgründen konzipierten Vertragsnaturschutz- Programme zum Moorschutz bei.

Weitere Auskünfte zum Vertragsnaturschutz sind auf der Internetseite des Landes Schleswig-Holstein zu finden:

<http://www.schleswig-holstein.de/DE/Themen/V/vertragsnaturschutz.html>



Abbildung 63: Beweidung von Niedermoorböden. Die Boden verdichtende Wirkung einer standortangepassten Beweidung – wie im Vertragsnaturschutz vereinbart – ist mit einer Reduzierung der Torfmineralisation verbunden. (Foto: I. Rabe)

## 8.5. Zertifizierung, MoorFutures®

➤ Ute Ojowski, Michael Trepel

Die Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein strebt in Zusammenarbeit mit der Ausgleichsagentur Schleswig-Holstein GmbH an, Kohlenstoffzertifikate für den freiwilligen Markt bereitzustellen. Diese Kohlenstoffzertifikate sollen Privatpersonen und Unternehmen die Möglichkeit bieten, durch freiwillige Kompensation ihrer eigenen Emissionen einen Beitrag zum Klima- und Biodiversitätsschutz zu leisten.

Das Land Mecklenburg-Vorpommern hat zu diesem Zweck bereits 2012 mit den MoorFutures® ein Instrument entwickelt, Klimaschutzleistungen in Mooren für private Investitionen zu öffnen. Die hierfür entwickelten Kohlenstoffzertifikate MoorFutures werden bisher gemeinsam mit dem Land Brandenburg vermarktet.



Abbildung 64a: MoorFutures®-Projekt „Rehwiese/Fließgraben“ in Brandenburg (Foto: M. Szaramowicz)

Auch die Naturschutzbehörden des Landes Schleswig-Holstein befürworten das Vorhaben, Moorvernässungsprojekte in Schleswig-Holstein für den freiwilligen Kohlenstoffmarkt umzusetzen und die daraus resultierenden Moorzertifikate unter der gemeinsamen Dachmarke MoorFutures® anzubieten (JENSEN et al. 2012).

Durch die Wiedervernässung von entwässerten Mooren werden die Emissionen von Treibhausgasen (THG) reduziert. Zur Beurteilung der Klimawirkung und des Emissionsverhaltens von Moorstandorten wurde das GEST-Modell (Greenhouse Gas Emission Site Types oder Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen) von der Universität Greifswald im Auftrag des Landes Mecklenburg-Vorpommern entwickelt (COUWENBERG et al. 2011).

Das GEST-Modell ermöglicht eine Abschätzung der THG-Nettoemissionen von Moorflächen anhand der Vegetation. Dabei werden Vegetationsformen als Parameter für die Einteilung in eine Typenklasse gewählt, die u.a. durch typische Grundwasserstände und Treibhausgas-Emissionsraten gekennzeichnet sind (Abbildung 65). Die Emissionsreduktion ergibt sich aus der Differenz der Emissionen der Vegetationsformen vor und nach der Vernässung. Dabei werden auch Methan-Emissionen in die Berechnung einbezogen, die durch die Vernässungsmaßnahmen in der Regel ansteigen.

In dem GEST-Verfahren wird die Vegetation als Indikator für die Wasserstände und Nutzungsintensität eines Standorts verwendet, um daraus indirekt die Treibhausgasemissionen abzuleiten. Die Vegetation ist für die Einschätzung der Treibhausgasemissionen somit ein geeigneter Indikator:

- Sie ist ein Indikator für den Wasserstand, der wiederum stark mit der Kohlenstofffreisetzung korreliert.
- Sie hängt von weiteren Faktoren ab, die mit der Kohlenstofffreisetzung zusammenhängen, wie z.B. Nährstoffgehalt im Boden und/oder Säure-Basen-Verhältnis.
- Sie ist direkt und indirekt verantwortlich für den Großteil der Treibhausgaswirkung, indem sie organische Masse aufbaut, die Feuchtigkeit im Torfkörper reguliert und den Gasaustausch beeinflusst.

Anhand des GEST-Modells kann die Klimawirkung eines Moores vor und nach Umsetzung der Vernässungsmaßnahmen bilanziert werden.



Diese Emissionsreduktion nach Wiedervernässung lässt sich durch die Kohlenstoffzertifikate MoorFutures abbilden, einem Standard für freiwillige Kohlenstoffzertifikate aus kleinen bis mittleren Moorwiedervernässungsprojekten. Ein MoorFuture entspricht dabei der Einsparung einer Tonne CO<sub>2</sub>. Die Zertifikate stehen ausschließlich für Vernässungsmaßnahmen, die zu einer Verringerung der THG-Emissionen oder zu einer Vergrößerung der Kohlenstofffestlegung aus land- und forstwirtschaftlicher Nutzung führen.

Die zurzeit geltenden Kriterien für Zertifikate am freiwilligen Kohlenstoffmarkt wurden so entwickelt, dass die Einsparungen der Treibhausgasemissionen durch Vernässungsmaßnahmen eines konkreten Projekts tatsächlich realisiert werden können. Die konservative Abschätzung der erwarteten Treibhausgasminde- rung dient der Qualitätssicherung des Produkts MoorFutures® (JOOSTEN et al. 2013). Die Kriterien und Vorgaben des MoorFutures®-Standards sind: Zusätzlichkeit, Messbarkeit, Verifizierbarkeit, Konservativität, Vertrauenswürdigkeit, Nachhaltigkeit, Permanenz, Bezugsraum, Projektlaufzeit und Leakage<sup>1</sup>.

Neben der Reduktion von THG entstehen bei der Wiedervernässung von Mooren gleichzeitig weitere bedeutsame Ökosystemleistungen, wie zum Beispiel Nährstoffrückhaltung, vorsorgender Hochwasserschutz, regionale Wasser- und Klimaregulierung sowie Biodiversität (JOOSTEN et al. 2013).

#### **Das MoorFutures-Projekt „Königsmoor“**

In einem ca. 60 ha großen Teilgebiet des Königsmoores, einem entwässerten Hochmoor in der Eider-Treene-Sorge-Niederung in der Gemeinde Christiansholm im Kreis Rendsburg-Eckernförde, werden in den Jahren 2014 bis 2016 Wiedervernässungsmaßnahmen durchgeführt, die zur Reduktion der THG-Emissionen führen.

Im Rahmen der Wiedervernässungsmaßnahmen werden die im Gebiet vorhandenen Drainagen zerstört oder funktionsunfähig gemacht; zudem wird durch systematisch angelegte Erdwälle der Oberflächenwasserabfluss reduziert und Niederschlagswasser in der Fläche zurückgehalten. Die Maßnahme wird voraussichtlich zu einem starken Rückquellen des Torfes und zu einer Anhebung der Mooroberfläche führen. Große offene Wasserflächen werden nicht entstehen.



Abbildung 64b: Im Königsmoor wurden im Winter 2014/15 auf den ersten 20 ha Vernässungsmaßnahmen durchgeführt. (Foto: H. Mordhorst)

1: Leakage: Negative Effekte außerhalb der Projektgrenzen, z.B. durch Nutzungsintensivierung anderer Flächen, weil bisher landwirtschaftlich genutzte Flächen nicht mehr zur Verfügung stehen. Solche Effekte werden bei der Zertifizierung von MoorFutures berücksichtigt.



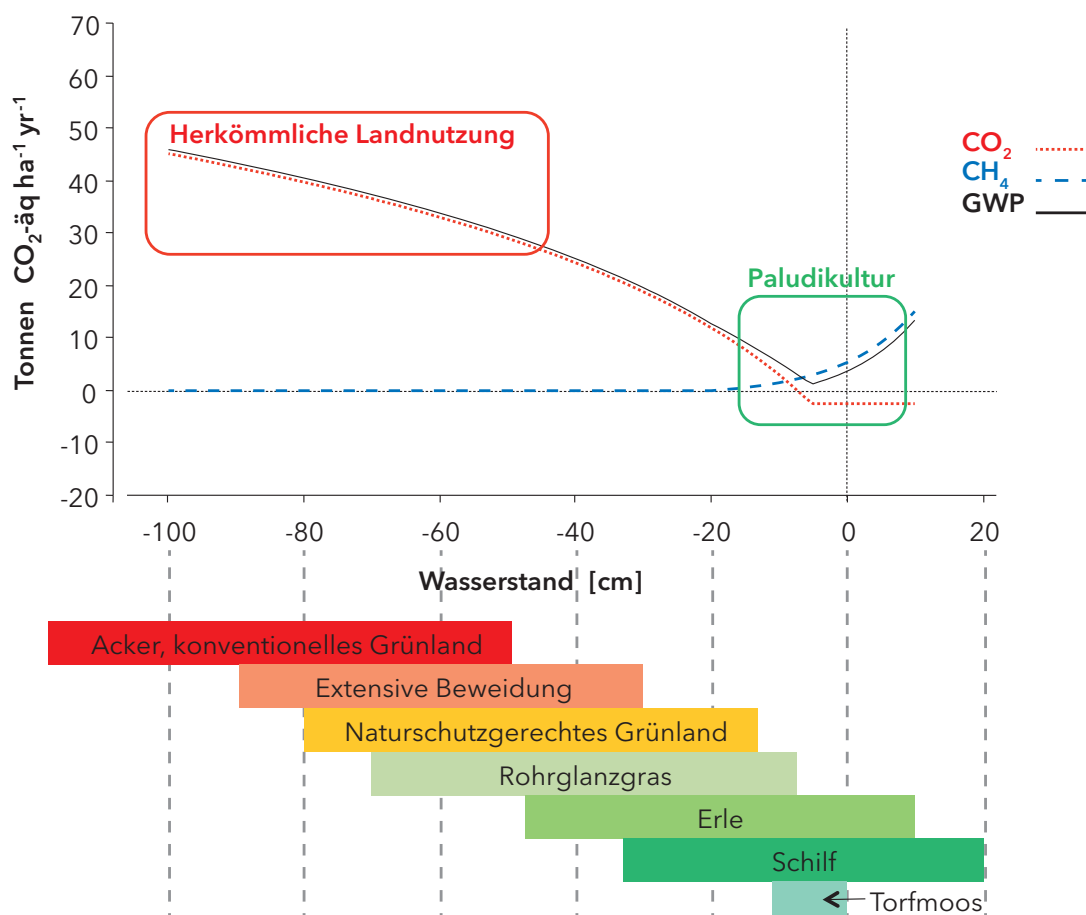


Abbildung 65: Schematische Darstellung von Treibhausgasemissionen (ohne  $N_2O$ ) und ausgewählten, landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten auf Moorböden in Abhängigkeit vom mittleren Wasserstand. Der Wasserstand ist der wesentliche Einflussfaktor für Treibhausgasemissionen. Die geringste Klimabelastung und damit größte Klimawirkung wird bei einem Wasserstand bis 10 cm unter Flur erreicht (aus: Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2014).

Die nach dem GEST-Modell prognostizierte Vermeidung zukünftiger  $CO_2$ -Emissionen beträgt in den kommenden 50 Jahren insgesamt 40.720 t  $CO_2$ -Äquivalente.

Die erwarteten Emissionsreduktionen aus dem Projekt Königsmoor wurden vom TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH im Mai 2014 nach dem internationalen Treibhausgas Bilanzierungsstandard ISO 14064-2 zertifiziert.

Längerfristig werden durch die Maßnahmen auch die Voraussetzungen für ein erneutes Torfwachstum und damit eine weitere Bindung von  $CO_2$  geschaffen.

Durch den Verkauf der Kohlenstoffzertifikate werden die umgesetzten Maßnahmen refinanziert. Die Investition in MoorFutures beinhaltet neben den Kosten für die Wiedervernässungsmaßnahmen auch die Erfolgskontrolle und Pro-

jektverwaltung über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren.

Die Wiedervernässungsmaßnahmen im MoorFutures-Projekt Königsmoor werden von der Ausgleichsagentur SH auf Flächen der Stiftung Naturschutz durchgeführt und vollständig frei vorfinanziert, ohne dass dafür öffentliche Fördermittel in Anspruch genommen werden.

Detaillierte Informationen zu den Kohlenstoffzertifikaten MoorFutures® sind über die offizielle Webseite unter [www.moorfutures.de](http://www.moorfutures.de) verfügbar. Eine umfassende Darstellung der fachlichen Hintergründe der Kohlenstoffzertifikate MoorFutures liegt mit der Publikation „MoorFutures® – Integration von weiteren Ökosystemleistungen einschließlich Biodiversität in Kohlenstoffzertifikate – Standard, Methodologie und Übertragbarkeit in andere Regionen“, JOOSTEN et al. (2013) in der Reihe BfN-Skripten 350 vor.

# 9. Beispielprojekte für Moorrenaturierungen

## 9.1. Naturschutzgebiet Nienwohlder Moor

➤ Angelika Bretschneider

Vor 7.000 - 8.000 Jahren entstand am Ostrand der Oberalsterniederung in einem flachen Gletscherschürfbecken der Weichsel-Kaltzeit ein Versumpfungsmoor, das sich allmählich zum Hochmoor entwickelte. Das heutige Nienwohlder Moor mit den Moorteilen Lunder Moor im Norden und Viertmoor im Osten liegt in der Gemeinde Nienwohld, Kreis Stormarn, und in der Gemeinde Itzstedt und Sülfeld, Kreis Segeberg.

Torfabbau, der 1804 erstmals urkundlich erwähnt wurde, fand zunächst im bäuerlichen Handtorfstichverfahren zur Beschaffung von Brennmaterial statt. Während des Napoleonischen Krieges 1806-1813 wurde der Torf über die Alster nach Hamburg verschifft. Ab 1951 wurde der Weißtorf auf einer Fläche von ca. 84 ha industriell im Sodenstichverfahren abgetorft und über Schienen von der östlich der Gemeinde Nahe gelegenen Torfverladestelle abtransportiert. Dadurch wurden große Teile des Moores zerstört.



Abbildung 66: Übersicht Naturschutzgebiet Nienwohlder Moor (DOP 40c © GeoBasis-DE/LVermGeo SH; GIS-Bearbeitung: A. Bretschneider)



Nachdem der Naturschutz stärker ins öffentliche Bewusstsein kam, kaufte das Land Schleswig-Holstein die zentralen Hochflächen des Nienwohlder Moores auf, so dass 1977 schließlich der industrielle Torfabbau eingestellt werden konnte. Weitere Schutzbemühungen führten im Jahre 1982 zu einer Ausweisung als Naturschutzgebiet mit einer Gesamtgröße von 460 ha.

Die für den Torfabbau angelegten Grabensysteme und die steilen Torfstichkanten, die auch auf den bis Anfang des 19. Jahrhunderts stattgefundenen Handtorfstich in den Randbereichen des Moores zurückzuführen sind, führten aber weiterhin zu einer Entwässerung. Das Moor trocknete aus, typische Hochmoorpflanzen wurden von Pfeifengras und Birken verdrängt, und so verschwand auch der Lebensraum für typische Tierarten der Hochmoore.

Bereits vor der Ausweisung als Naturschutzgebiet wurde mit den ersten Anstaumaßnahmen begonnen. Nach einer umfangreichen Planung wurde die ehemalige industrielle Abbaufäche Anfang der 1980er Jahre planiert und gepoldert, um das Regenwasser aufzufangen. Heute wachsen dort wieder flächendeckend Torfmoose, Wollgras, Glockenheide und viele andere typische Hochmoorpflanzen. Zur Überprüfung der Auswirkungen der Wiedervernässungsmaßnahmen wurden im Auftrag der Universität Kiel vom damaligen Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege 1986 erstmals Vegetationsaufnahmen durchgeführt, die 2006 wiederholt wurden. Es wurde ein positives Ergebnis bescheinigt und Empfehlungen für weitere wasserhaltende Maßnahmen gegeben (FRESE & LÜTT, 2008).



Abbildung 67: Renaturierte Hochfläche des Nienwohlder Moores (Foto: A. Bretschneider)





Abbildung 68: Westlicher aufgestauter Bereich (Foto: A. Bretschneider)

Die nach Abtorfung und durch Entwässerung degradierten Torfe haben sich wieder gut regeneriert. Durch die Rückquellungen und die mittlerweile wieder gute Wassersättigung der Torfe führt der auftretende Wasserüberschuss sogar schon wieder zu einer Vernässung der angrenzenden Moorbereiche, die nicht oder nur im Handtorfstich-Verfahren abgetorft wurden. Um auch diese Bereiche wieder zu vernässen, wurden in den letzten Jahren im Westteil des Moores viele der Gräben abgedichtet und Verwallungen errichtet, hinter denen sich das Regenwasser sehr schnell gesammelt hat. In einigen tieferliegenden Flächen sind bereits Birken abgestorben und es konnten sich auch dort schon wieder die ersten Torfmoose ansiedeln.

Je nach Eigentumsverhältnissen und fachlichem Bedarf wird die Planung wasserhaltender Maßnahmen auf weitere Bereiche des Moores, die schon aufgrund der durch Torfabbau veränder-

ten Oberflächengestalt eine Herausforderung darstellen können, ausgedehnt.

Aber nicht nur der Torfabbau, auch die Umwandlung großer Teile des Moores in landwirtschaftliche Nutzfläche brachte Veränderungen für Flora und Fauna mit sich. Noch heute werden einige Moorrandflächen als Grünland genutzt.

Wie in vielen anderen Mooren Schleswig-Holsteins haben sich auch im Nienwohlder Moor Kraniche angesiedelt. Hier sammeln sich im Herbst Tausende dieser Vögel, um dann auf ihren Vogelzug zu gehen. Dies ist unter anderem auch ein Grund dafür, den Wanderweg weitläufig um das Moor herumzuführen. Mit den weiterhin anstehenden Maßnahmen zur Unterstützung der naturnahen Entwicklung des Moores ist zu hoffen, dass auch der Lebensraum von Kreuzotter, Schlingnatter, Moorfrosch, Libellen und weiteren moortypischen Tierarten verbessert wird.





Abbildung 69 : Im Nienwohlder Moor typische „Abbau-Terrassen“ (Foto: A. Bretschneider)

Aufgrund der europaweiten Bedeutung wurde das Nienwohlder Moor vor einigen Jahren als Natura-2000-Gebiet, und zwar sowohl als FFH- als auch als Vogelschutzgebiet, gemeldet. Damit hat das Land Schleswig-Holstein eine hohe Verantwortung für den Schutz und die Entwicklung übernommen. Um dem gerecht werden zu

können, wird für das Gebiet vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume ein Managementplan erarbeitet, der den Zustand, die bisherigen und die zukünftig noch erforderlichen Maßnahmen umfasst und unter Beteiligung der Eigentümer und Eigentümerinnen und sonstigen Betroffenen zusammenfasst.

## 9.2. Hartshoper Moor

➤ Jutta Walter,  
Holger Mordhorst-Bretschneider

### Lage, Ausgangssituation

Das Hartshoper Moor liegt im Kreis Rendsburg-Eckernförde, ca. 4 km westlich von Hohn. Das Gebiet gehört zum Naturraum „Eider-Treene-Sorge-Niederung“, ein großflächiger Niederungskomplex mit eingestreuten Hochmooren.

In seiner ehemaligen Ausdehnung umfasste das Hartshoper Moor ein Gebiet von ca. 955 ha. Bis Ende des 18. Jahrhunderts blieb das Hochmoor weitgehend unberührt.

Mit der Moor- und Heidekolonisation zwischen 1760 und 1765 begann die systematische Inanspruchnahme der großen, ungenutzten Moorflächen. Das Moor wurde von Gräben und Wegen durchzogen und parzelliert. Zunächst blieb die Nutzung jedoch extensiv (Beweidung und Torfstich).

Die preußische Landesaufnahme (ca. 1880) stellt das Hartshoper Moor noch weitgehend als

Hochmoor dar. Später wurde im Moor großflächig die Deutsche Hochmoorkultur angewendet. Hierzu wurden die Gräben vertieft, die Moorvegetation großflächig abgeholt, die Flächen gedüngt und mit Grünlandarten aufgesät.

Die fast vollständige Umwandlung der Hochmoorflächen in Grünland erfolgte im 20. Jahrhundert. Die letzten Moorflächen wurden in den 1950er Jahren in Grünland umgewandelt. Die Wasserstandsregulierung durch Sielverbände und deren Schöpfwerke schuf die Voraussetzung für eine effektive Entwässerung. Neben dem Grabennetz wurden zur Entwässerung des Moores auch Drainagen gelegt. Mit der Spezialisierung und Konzentration in der Landwirtschaft seit den 1980er Jahren wurde die Bewirtschaftung der Moorflächen für viele Betriebe aber zunehmend unrentabler.

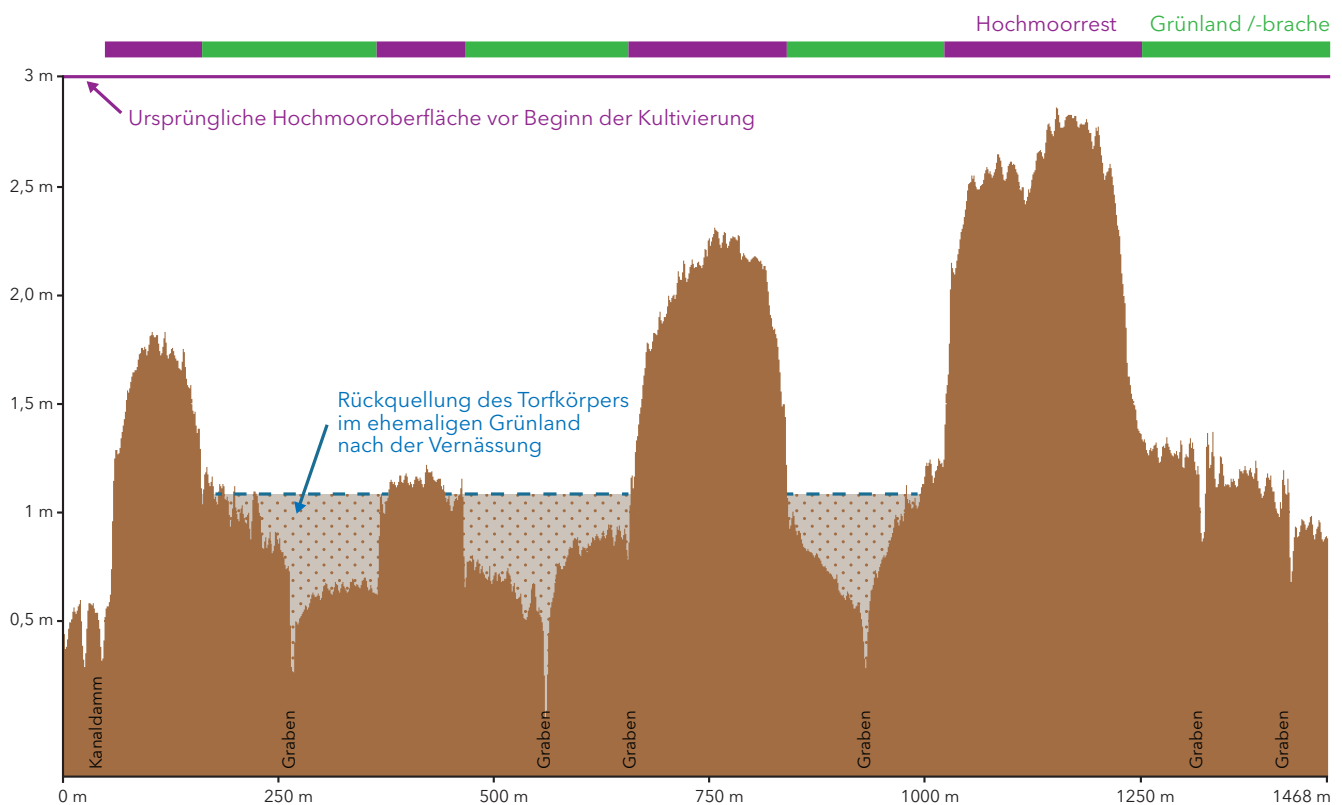


Abbildung 70: Querschnitt durch das Hartshoper Moor: starke Sackung durch Entwässerung – Rückquellung nach Wiedervernässung (Grafik: Planungsbüro Mordhorst-Bretschneider)



Dadurch konnten viele Flächen für den Naturschutz angekauft werden (derzeit 350 ha, Stand Mai 2014).

Das Relief des Hartshoper Moores neigt sich nach Norden zur Abflussrinne des Hohner Sees und nach Süden zur Niederung der Eider um 2,5 – 3,0 m. Die höchsten Punkte im Moorzentrum liegen bei 2,8 m über NN. In Ost-West-Richtung waren bis zur Umsetzung der Vernäsungsmaßnahmen Geländeunterschiede von bis zu 2,0 m Höhe zwischen den einzelnen Parzellen festzustellen. Diese waren durch unterschiedliche Moorabbauhöhen und unterschiedliche Setzungen als Folge der Entwässerung entstanden. Die Gräben schnitten deutlich tiefer ins Gelände ein (PLANUNGSBÜRO MORDHORST-BRETSCHNEIDER 2011).

Das Ausmaß der Sackungen in den letzten hundertzwanzig Jahren lässt sich an einem im Untergrund gegründeten Pfahl (s. Abb. 10, Kap. 1) sowie der Darstellung in der Preußischen Landesaufnahme ablesen. Danach ist das Hartshoper Moor bis zu 3 m gesackt.

Insbesondere der oberste Bodenhorizont verändert infolge der Nutzung seine physikalischen und chemischen Eigenschaften. Das stark erhöhte Substanzvolumen und damit höhere Gewicht verstärkt die Sackung des gesamten Torfkörpers.

Das Hartshoper Moor zeigt einen typischen Aufbau mit einer mächtigen, in großen Teilen schwach zersetzten Weißtorfschicht unterhalb des obersten, sehr stark zersetzten Horizontes

(Oberboden, Grasnarbe). Darunter lagert stärker zersetzter Schwarztorf, zumeist über Niedermoortorf. Im Nordteil erstreckt sich ein vom Moor überwachsener Sandhügel („Holm“). Hier treten nur Gesamt-Torfmächtigkeiten von etwa 2 bis 2,5 m auf, während sie sonst ca. 5 m betragen. Stellenweise sind die Torfböden über-sandet (Sanddeck-Kultur).

Spätestens seit Beginn der tiefgreifenden Entwässerung und der nachfolgenden Kultivierung im 18. Jahrhundert ist das Wachstum des Moores gestoppt. Die ursprüngliche, weitgehend baumfreie Mooroberfläche hat sich in ihrem Charakter deutlich verändert. Es sind jedoch vereinzelt Vegetationsbestände anzutreffen, die der ursprünglichen Vegetation relativ nahe kommen (Hochmoorbulten-Komplexe, Moorrestflächen, Moorheide-Stadien, Bestände von Moorlilie und Scheidigem Wollgras, Torfstiche). Darüber hinaus haben sich Gagel-Gebüsche und Bestände im Pfeifengras- oder Birken-Stadium sowie Riede und Röhrichte, Moorwälder und Bruchwälder im abgetorften Randbereich entwickelt.

Die verbreiteten Grünlandparzellen im Hartshoper Moor gehören zum Typ des unmittelbar auf Weißtorf aufwachsenden Hochmoorgrünlands. Je nach Grad der Sackung und Zersetzung des Torfes, die von der Art und Intensität der früheren Nutzung und der Intensität der Entwässerung abhängt, haben sich unterschiedliche Pflanzengesellschaften entwickelt. Festzustellen ist: je höher eine Fläche liegt, desto feuchter ist der entsprechende Standort, weil der Torf dort weniger degradiert ist.

Tabelle 11: Profilabfolge im Hartshoper Moor (PLANUNGSBÜRO MORDHORST-BRETSCHNEIDER 2011)

Bodenart, Zersetzungsgrad (nach von Post)	Horizontmächtigkeit
stark zersetzter Oberboden (H8 - H10)	0,15 bis 0,25 m
stärker zersetzter Weißtorf (H4 - H5)	0,1 bis 0,4 m
schwach bis mäßig zersetzter Weißtorf (H2 - H3)	0,4 bis 3,5 m
stärker zersetzter Schwarztorf (H5 - H8)	0,4 bis 3,1 m
schwach bis stark zersetzter Niedermoortorf (H2 - H10)	0,2 bis 3,2 m
Mudden, Seeablagerungen	bis 2,6 m

## Maßnahmen

1983 erwarb das Unabhängige Kuratorium Landschaft Schleswig-Holstein e.V. eine Moorparzelle und ließ zur Wasserhaltung randlich eine Folie einziehen und eine Verwallung bauen. Auf Initiative des „Runden Tisches Hartshoper Moor“ wurden ab 2007 auf Flächen der Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein durch den Bau von Grabenstauen Wiedervernässungsmaßnahmen eingeleitet. Ab 2011 konnte die Stiftung Naturschutz mit Hilfe des Moorschutzprogramms des Landes auf der Grundlage fundierter Erhebungen und Planungen großflächig Maßnahmen zur Wasserhaltung umsetzen.

Systematisch angelegte Erdwälle entlang von Höhenlinien und in 20 - 30 m Abstand von Wegedämmen verhindern das Abfließen des Niederschlagswassers auf der Oberfläche und im Moorkörper. Unter den Torfdämmen und entlang zusätzlicher Drainagesuchlinien wurden vorhandene Drainagen systematisch unterbro-

chen. Das seitlich entnommene Material wurde beim Einbau durch Überfahren mit Baggerketten verdichtet.

Parzellengräben wurden zusätzlich durch mindestens 5 m lange, überhöhte Staue gekammert oder vollständig überhöht verfüllt, z.B. dort, wo die Grabenseiten zwischen Grünlandparzellen und Moorrestflächen Höhenunterschiede bis zu 1,0 m aufwiesen.

So entstanden unterschiedlich große Einstaupolder, für die jeweils die Höhe des Wassereinstaus reguliert werden kann. In die Torfdämme wurden PVC-Rohre mit einem Rohrknie eingebaut, die so gedreht werden können, dass etwa 25 bis 30 % der Fläche zumindest zeitweilig im Jahr überstaut wird, während der übrige Teil nicht oder höchstens sehr sporadisch nach besonderen Regenereignissen überspannt wird.



Abbildung 71: Moorvernässung und angrenzende Grünlandnutzung sind widerspruchsfrei möglich: aufgequollene Renaturierungsflächen im Hartshoper Moor mit noch offenen (1 Jahr nach Wiedervernässung) und mit bereits verlandenden Torfentnahmestellen (3 Jahre nach Wiedervernässung) (Luftaufnahme: U. Naeve)





Abbildung 72: Wiedervernässung im Hartshoper Moor: hohe Wasserstände und Rückquellung hinter einem Torfwall (Foto: H. Mordhorst-Bretschneider)

### Entwicklung

Auf der Fläche des Unabhängigen Kuratoriums hat sich auf ehemaligem Grünland, dessen Grasnarbe im Rahmen der Vernässungsmaßnahmen 1985 abgeschoben worden war, eine Torfmooschwingdecke mit charakteristischer Artenzusammensetzung entwickelt. Aufkommender Birkenjungwuchs wurde regelmäßig entkusselt. Auf der östlich angrenzenden früher nur sehr extensiv genutzten Grünlandfläche siedelten sich nach Auflassung und Vernässung rasch Torfmoose und Wollgräser an.

Auf den Stiftungsflächen sind die Moorböden innerhalb der ersten Monate nach den Wiedervernässungsmaßnahmen seit 2007 bis zu 0,5 m hoch aufgequollen. Die Wasserstände auf den Flächen liegen im Bereich des Flurniveaus und schwanken im Jahresgang weniger als 20 cm. Dies lässt den Schluss zu, dass die Bodenoberfläche sich, wie in naturnahen Hochmooren, zu heben und zu senken beginnt („Mooroszillation“). Auf den höher gelegenen Moorrestflächen mit Heiden zwischen lückigen Birkenbeständen hat sich die Vitalität noch vorhandener Bultorfmoose durch die vollständige, überhöhte Verfüllung der ehemals seitlich verlaufenden Parzellengräben deutlich erhöht.

Nach den Ergebnissen einer Brutvogelkartierung (KOOP 2013) haben die Bestände mehrerer Brutvogelarten im Vergleich zu einer Erfassung im Jahr 2010 erheblich zugenommen. Die

stärksten Bestandszunahmen zeigten dabei Kiebitz, Bekassine, Neuntöter, Schwarz- und Blaukehlchen. Einige Arten wie Rohrweihe, Kranich, Wachtelkönig, Rotschenkel und Sturmmöwe haben sich erst nach der Erfassung von 2010 angesiedelt. Während insbesondere bei Kranich und Blaukehlchen eine landesweite Ausbreitung und Zunahme der Bestände festzustellen ist, sind insbesondere die Neuansiedlungen bzw. Bestandszunahmen von Kiebitz, Bekassine und Rotschenkel als sehr bemerkenswert zu bewerten, da es sich insgesamt um Brutvogelarten mit (stark) rückläufigen Beständen handelt. Insgesamt hat die Vernässung eine erhebliche qualitative Aufwertung der Avifauna des Gebietes bewirkt. Auch die Libellen- und Moorfroschpopulationen haben sich schnell vervielfacht. Allein die 2013 auf einer Probefläche ermittelten Bestandszahlen des Moorfrosches übertreffen die Bestände dieser Art in ganz Süddeutschland (DREWS, A., SCHRIFTLICHE MITTEILUNG 2014).

Berechnungen zufolge werden durch die Wiedervernässung von 215 ha entwässerten Moorflächen im Hartshoper Moor 1.870 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr weniger freigesetzt. Das entspricht der CO<sub>2</sub>-Menge, die 170 Durchschnittsdeutsche pro Jahr freisetzen (berechnet anhand des GEST-Modells von COUWENBERG et al., 2008 durch PLANUNGSBÜRO MORDHORST-BRETSCHNEIDER, 2013).



### 9.3. Wildes Moor bei Rendsburg

➤ Kuno Brehm

#### Situation nach 35 Jahren

##### Renaturierungsmaßnahmen

Die Bildung des Wilden Moores setzte vor 5.700 Jahren während des Atlantikums, einer nacheiszeitlichen Wärmeperiode, auf einer wasserundurchlässigen Sandschicht zwischen Jevenau und Wehrau ein. Während etwa 5.500 Jahren dehnte es sich auf eine Größe von ca. 900 Hektar aus. Nach der im Jahre 1806 durchgeführten Vermessung des Moores setzte die massive Kultivierung ein, so dass zum Ende des 19. Jahrhunderts mehr als die Hälfte des Moo-

res kultiviert war. Nach weiteren Maßnahmen blieben schließlich um 1970 noch ca. 300 Hektar durch Torfstiche ausgehöhlte Moorfläche, in über 700 Parzellen zerstückelt, übrig.

Infolge der weit fortgeschrittenen Trockenlegung wandelte sich die weithin vorherrschende Heidevegetation über das Pfeifengras zum Birkenwald oder direkt zu von Adlerfarn dominierten Torfbänken. Da die Umwandlung des



Abbildung 73a: Das Wilde Moor nach 35 Jahren Renaturierung durch das UKLSH e.V.: Das Bild zeigt einen Teil des 175 Hektar umfassenden Wiedervernässungsgebietes in Blickrichtung Osten. Im Vordergrund der sich über 1.900 Meter erstreckenden Moorfläche liegt die seit 2010 einbezogene Ausgleichsfläche 'Wiesen-West' mit den durch Überstauung absterbenden Binsenbulten. Im Hintergrund liegt die weitgehend von Birkenbewuchs freigehaltene Wiedervernässungszone. Links in der Baumgruppe ist der Ausguck. (Luftbild 17.06.2014 von N. Knoth)

Offenland-Lebensraums in einen Birkenwald als zerstörerisch für jegliche Ansätze von moortypischer Bodenvegetation und von Offenland abhängigen Wirbeltieren und Insekten anzusehen ist, begann das Unabhängige Kuratorium Landschaft Schleswig-Holstein (UKLSH e.V.) ab 1978 schrittweise Maßnahmen zur Wiedervernässung und Renaturierung des Wilden Moores durchzuführen.

Zur Renaturierung müssen ein hohes Wasserangebot, eine geringe Nährstoffzufuhr über die Luft ( $\text{NH}_3$ ) und geringe Nährstoffmobilisierung aus dem Torf gegeben sein. Für die Kraut- und Mooschicht sind viel Licht, geringe Grünbeschattung und gleichzeitig eine hohe Luftfeuchte wichtig. Zugleich soll die Landschaft den Lebensansprüchen der Vögel offener Moore genügen.

In nicht renaturierten Bereichen herrschen Birken, Pfeifengras und Adlerfarn vor. In dem seit 1978 geschaffenen 175 ha umfassenden Renaturierungsgebiet haben sich infolge der Vernässung auch großflächig Wollgras-Torfmoos-Gemeinschaften ausgebreitet. Durch Wasserstandsmessungen über 25 Jahre wurde nachgewiesen, dass mit dem Aufwachsen der Birken das sommerliche Absinken der Wasserstände infolge der Verdunstung durch die Birken drastisch verstärkt wurde, so dass empfindliche Arten wie Glockenheide, Weißes Schnabelried, Moosbeere und Rosmarinheide verschwanden. Daher wurden neben Maßnahmen zur direkten Wasserhaltung

auch großflächig wirksame Arbeiten zur Eindämmung des Birkenbewuchses durchgeführt. Es wurden bisher 26 Libellenarten, 11 Heuschreckenarten und 16 Tagfalterarten festgestellt. Von den Amphibienarten sind Teichmolch, Erdkröte, Moor-, Gras- und Wasserschnecke vertreten. Die Reptilienarten Waldeidechse, Blindschleiche, Schlingnatter, Ringelnatter und Kreuzotter sind in großer Zahl vorhanden. Zur Förderung des Schlingnatterbestandes werden besondere Quartiere installiert, die den Tieren das Überleben auch in kalten Wintern bei gleichzeitig erhöhten Wasserständen ermöglichen.

Von den 169 Vogelarten zählen 54 als Brutvögel, darunter zahlreiche moortypische Arten. Als Brutvögel neu hinzugekommen oder stark gefördert sind Graugans, Krickente, Kranich, Wasserralle, Bekassine, Rotschenkel, Braun-, Schwarz- und Blaukehlchen. Hinzu kommen die während der Zugzeiten auftretenden Vogelarten. Hierzu zählen Sing- und Zwergschwan, Saat-, Bläss- und Nonnengans sowie Kraniche und zahlreiche Limikolen.

Das Wilde Moor steht beispielhaft für all jene Moore, die nur mit Hilfe einer Vielzahl von ehrenamtlichen Helfern renaturiert und gepflegt werden können. Allen Helferinnen und Helfern soll an dieser Stelle einmal herzlich dafür gedankt werden!

Abbildung 73b:  
Schülerinnen beim  
Bau eines Grabenstaus. (Foto:  
Kuno Brehm)





## 9.4. Naturschutzgebiet Dellstedter Birkwildmoor

➤ **Angelika Bretschneider**

Das Naturschutzgebiet „Dellstedter Birkwildmoor“ besteht aus zwei Teilgebieten, dem Nordermoor nördlich bis nordöstlich von Dellstedt und dem Ostermoor, das nordwestlich von Dellstedt liegt. Beides sind Geestrandmoore im Tal der Eider, die sich durch geringe Grundwasserbewegung und ausreichend Regenwasser zu Hochmooren entwickeln konnten.

Im Nordwesten ist das Hochmoor durch den Lauf der Tielenau begrenzt, die durch einen schmalen Streifen Marsch und Niedermoor begleitet wird. Im Norden geht das Moor im weit-

räumigen Talraum der Eider in großflächige, flusswasserbeeinflusste Niedermoor- und Marschgebiete über.

Abgrabungen und Entwässerung haben im Dellstedter Birkwildmoor in früheren Zeiten zu einer starken Degradation geführt, die sichtbar in der Umwandlung der Vegetation von wüchsigen Torfmoos-Wollgras-Heidekrautkomplexen hin zu eintönigen Pfeifengrasflächen mit zunehmendem Gagelstrauch-Bewuchs zum Ausdruck kam.



Abbildung 74: Beweidung mit Moorschnucken im Dellstedter Nordermoor (Foto: J. Eigner)



Durch Maßnahmen des Naturschutzes wurde im Teilgebiet „Nordermoor“ in den 1970er Jahren begonnen, diese negative Entwicklung rückgängig zu machen. Um den natürlichen Wasserhaushalt wiederherzustellen, wurde zunächst die Binnenentwässerung durch Grabenstaue abgedichtet und der gesamte Hochmoorkomplex mit einer Randverwallung umgeben, der das Moor von den noch landwirtschaftlich genutzten Flächen trennte.

Das dominierende Pfeifengras wurde zusätzlich seit Anfang der 1980er Jahre mittels Beweidung mit Moorschnucken in Hütelhaltung zurückgedrängt.

Vielfach wurde kritisiert, dass dies zu Nährstoffeinträgen durch den Kot der Schafe führen würde. Deshalb wurde ein Forschungsauftrag an die CAU Kiel vergeben, der mit dem Ergebnis abschloss, dass durch einen bestimmten Tages-

rhythmus und eine entsprechende Hütetechnik weniger Stickstoff in den Moorboden gelangt als Mineralstoffe durch Niederschläge. Zusätzlich zur Beweidung mit Moorschnucken konnte ein weiteres Hilfsmittel, nämlich ein feuerökologischer Einsatz, integriert werden. Das alte, überständige Pfeifengras wurde komplett abgebrannt, wodurch die Schafe die Neuaustriebe besser und nachhaltiger verbeißen konnten. Diese Methode wurde nur einmal eingesetzt, auch wenn das Pfeifengras nur partiell abgebrannt wurde. Aber Voraussetzung für solchen Einsatz sind spezielle Anforderungen an Luft- und Bodentemperatur bzw. Frost, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit. Und die sind selten alle gleichzeitig zu erfüllen. Die Gefahr, dass es zum Moorbrand kommt, der in den Torfboden hineingeht und so schwieriger unter Kontrolle zu bringen ist, darf zudem nicht unterschätzt werden.



Abbildung 75: Feuerökologischer Einsatz im Naturschutzgebiet „Dellstedter Birkwildmoor“, Teilgebiet Nordermoor, im Februar 1982 (Foto: A. Bretschneider)

Da die Ansturmaßnahmen nicht zufriedenstellend wirkten, wurde erstmals Ende der 1980er Jahre ein Gutachten zur Untersuchung der Bodenverhältnisse und der Moorhydrologie vom damaligen Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege vergeben. Das Ergebnis machte deutlich, dass moorinnere Staueinrichtungen zum Teil desolat waren und im Außenbereich eine erforderliche hydrologische Pufferzone, wie sie Eggelsmann (EGGELSMANN, 1982)

schon für Niedersächsische Moore beschrieben hatte, fehlten (BÜRO FÜR BODENBEWERTUNG, 1992). Die Stau wurden ab dem Jahr 2007 von der Integrierten Station Eider-Treene-Sorge (LLUR) nachgearbeitet. Die Stiftung Naturschutz kaufte nach und nach immer mehr Moorgrünlandflächen auf, so dass heute in die Wiedervernäsung nicht nur die ehemaligen Biotopflächen, sondern der gesamte Moorkörper einbezogen werden kann.



Abbildung 76: Regenerationsflächen im Dellstedter Birkwild(Norder-)moor (Foto: A. Bretschneider 2014)

Das Ziel der Beweidung im Zusammenwirken mit der Wasserhaltung im Nordermoor war im Jahre 2005 erreicht. Heute ist dieser Moorteil großflächig mit Torfmoosen verschiedener Standorte und Ansprüche, von den Schlenkentrifmoosen bis hin zu den für das Moorwachstum entscheidenderen, teils rot gefärbten Bultorfmoosen bedeckt. Glockenheide, Scheidiges und Schmalblättriges Wollgras, Moorlilie, Weißes Schnabelried und Moosbeere haben sich zudem gegen das Pfeifengras durchgesetzt. Der ehemals durchaus auf einigen Flächen dominierende Gagelstrauch wächst nur noch kleinräumig oder recht schütter.

Für Brutvögel wie der Sumpfohreule, Wiesenweihe und dem Blaukehlchen sind beide Teilgebiete (Norder- und Ostermoor) auch heute ein geeigneter Lebensraum. Nur für das Birkwild, das dem Moor einmal seinen Namen gegeben hat, reicht das Areal nicht mehr aus. Die

umgebenden landwirtschaftlich geprägten Flächen bieten nicht genug Nahrungs- und Lebensraum für diese besondere Vogelart. Deshalb konnten auch die Maßnahmen des Birkwildhegeringes zur Auswilderung des Birkwildes nicht zum Erfolg führen (BERNDT 1995).

Aber aufgrund seiner europaweiten Bedeutung im Zusammenhang mit vielen anderen Mooren in der Eider-Treene-Sorge-Niederung ist das Dellstedter Birkwildmoor als Natura 2000-Schutzgebiet – sowohl als Vogelschutzgebiet als auch als FFH-Gebiet – ausgewiesen worden. Somit hat das Land Schleswig-Holstein eine hohe Verantwortung, sich auch zukünftig für den Schutz und die Entwicklung des Gebietes einzusetzen. Deshalb sind die Entwicklung der Moorflächen und vor allem der Wasserstand auch weiterhin zu beobachten und nach Bedarf müssen Staueinrichtungen gepflegt oder auch ergänzt werden.



## 9.5. Lehmkuhlener Stauung

➤ Joachim Schrautzer

Das FFH-Gebiet „Lehmkuhlener Stauung“ liegt zwischen Preetz und Plön in einem Tal der weichseleiszeitlichen Moränenlandschaft Schleswig-Holsteins. Es ist ein 29 ha großer, durch Verlandung eines Toteissees entstandener Niedermoorkomplex, der im Untergrund limnische kalkreiche Sedimente aufweist. Die Hangbereiche im nördlichen Teil des Gebietes sind durch oberflächennah austretendes kalkreiches Quellwasser geprägt (Abbildung 77). Diese lokal austretenden Kalktuffquellen fließen oberflächennah hangabwärts in Richtung Verlandungsmoor. Letzteres wird durch ebenfalls von lateral zufließendem, allerdings aus tieferen

Bodenschichten stammenden Grundwasser gespeist. Einen Hinweis darauf, dass die hangnahen Moorbereiche zumindest schwach durchströmt werden, geben die dort im Moorprofil anzutreffenden Seggentorfe mit Braunmoosresten. Bruchwaldtorf wurde im Gebiet dagegen nur an einer Stelle angetroffen (DREWS 1995). Ein Luftbild aus dem Jahr 1953 zeigt, dass die Lehmkuhlener Stauung zu dieser Zeit als Grünland genutzt wurde. Heute, etwa 70 Jahre später, ist die westliche Hälfte des Moores von Weiden- und Erlenbrüchen bedeckt, die sich sekundär in diesem Bereich nach Nutzungsauflassung und der Ende der 1950er Jahre durchgeführten

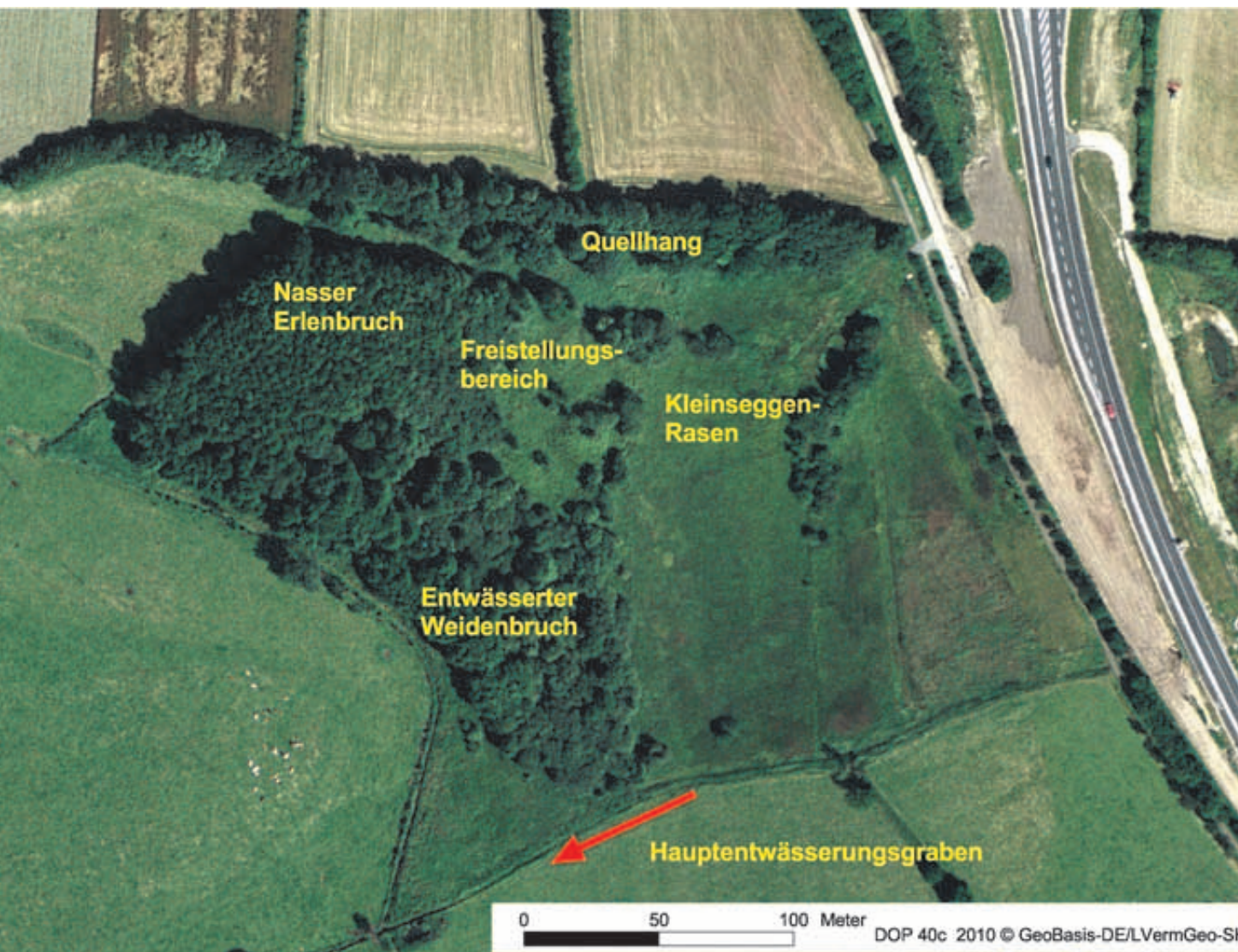


Abbildung 77: Das Niedermoor der Lehmkuhlener Stauung mit den vorherrschenden Vegetationstypen.

stärkeren Entwässerung des Gesamtgebietes (Abbildung 77) ausbreiten konnten. In der östlichen Hälfte des Moores befinden sich artenreiche, schwachproduktive Feuchtwiesen und Kleinseggenrasen (FFH 7140, 7230, Abbildung 79), die dafür verantwortlich sind, dass die Lehmkuhlener Stauung insgesamt als das artenreichste Niedermoor Schleswig-Holsteins gilt (über 250 Pflanzenarten). Die Vegetation des nördlichen Quellhanges besteht kleinflächig aus den überaus seltenen Hartwasser-Quellfluren (FFH 7220). Unglücklicherweise hat man aber in der Vergangenheit einen großen Teil des Hanges mit Grauerlen bepflanzt.

Nach langjähriger Weidenutzung wurde in den 1970er Jahren versucht, den offenen Moorbereich mit der nordamerikanischen Heidelbeere zu kultivieren. Zum Glück scheiterte aber dieses Vorhaben und 1988 kaufte das Unabhängige Kuratorium Landschaft Schleswig-Holstein e.V. die artenreichen Flächen des Gebietes auf. In der Folgezeit wurde das wertvolle Feuchtgrün-

land einmal im Jahr gemäht, um günstige Bedingungen für die gefährdeten lichtbedürftigen und konkurrenzschwachen Pflanzenarten zu schaffen. Das Niedermoor wird durch mehrere kleinere Gräben durchzogen, die in südlicher Richtung in einen Hauptgraben fließen, der vor etwa 60 Jahren vertieft und verrohrt wurde. Zusätzlich verläuft ein größerer Graben entlang der Westgrenze des Gebietes, der ebenfalls in den in Richtung Lanker See entwässernden Hauptgraben mündet. Nach Aufkauf von Flächen durch das Kuratorium und später weiterer Flächen durch die Stiftung Naturschutz werden die Moorgräben nicht mehr unterhalten und verlanden zunehmend. Diese Maßnahme hat dazu geführt, dass die Wasserstände in großen Teilen des Gebietes fast ganzjährig nahe der Bodenoberfläche liegen (Abbildung 78). Der westliche Graben ist allerdings heute noch aktiv und bewirkt im südlich angrenzenden Weidenbruch niedrigere Wasserstände als im offenen Niedermoor und im nördlichen Erlenbruchwald nahe des Quellhanges (Abbildung 78).

## Wasserstandsdynamik (tägliche Mittelwerte) vom 22.02. bis 31.10.2012

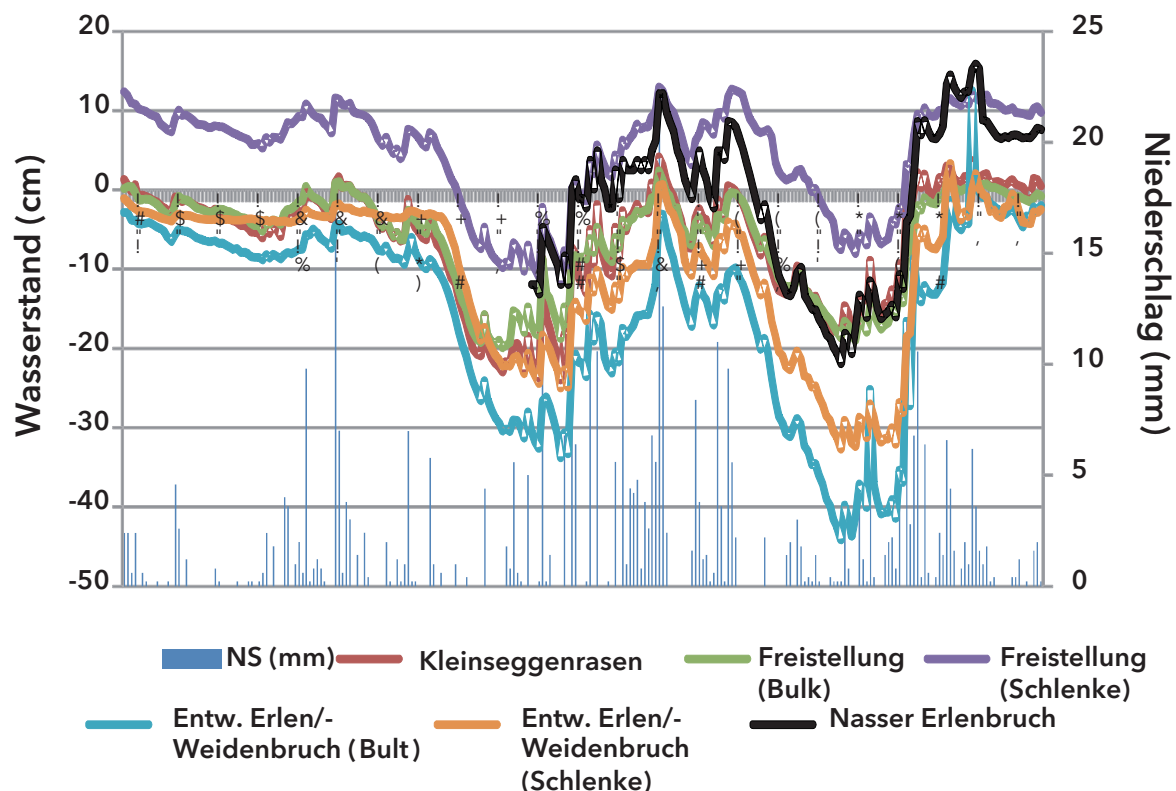


Abbildung 78: Wasserstandsdynamik an unterschiedlichen Standorten der Lehmkuhlener Stauung.



Um den Lebensraum für die charakteristischen Arten der nur noch auf einer Fläche von 2.000 m<sup>2</sup> vorkommenden Kleinseggenrasen zu vergrößern, wurden im Winter 2011/12 im nördlichen Bruchwaldbereich Freistellungsmaßnahmen durchgeführt (Abbildung 77). Der Einfluss dieser Maßnahme auf die Wasserstandsdynamik und die Vegetationszusammensetzung wird seitdem vom Institut für Ökosystemforschung der Universität Kiel untersucht. Die bisherigen Ergebnisse sind vielversprechend. Die Wasserstände liegen nach der Freistellung in etwa auf dem Niveau, das für eine Erhaltung und Förderung von Kleinseggenrasen erforderlich ist (Abbildung 78). In den neu entstandenen nassen Senken haben sich bereits nach drei Jahren Arten der Fadenseggenrieder (*Caricion lasiocarpae*, FFH 7140) ausbreiten können und auf den

etwas erhöhten Flächen weitere gefährdete Niedermoorarten. Die Freistellung allein wird jedoch für eine weitere positive Entwicklung der Flächen nicht ausreichen. Um den Konkurrenzdruck der noch vorhandenen hochwüchsigen Arten zu verringern und die über die Luft eingetragenen Nährstoffe wieder aus den Flächen zu entfernen, muss weiterhin kontinuierlich eine extensive Mahdnutzung (ggf. mit Nachweide) erfolgen. Unter Artenschutzgesichtspunkten wäre es zudem sinnvoll, a) den Bruchwaldanteil des Gebietes weiter zu reduzieren, b) den westlich anschließenden Entwässerungsgraben zu schließen und c) im Bereich des Quellhanges die nicht heimischen Grauerlen zu entfernen, um der Quellmoorvegetation neue Entwicklungsmöglichkeiten zu eröffnen.



Abbildung 79: Basenreiche Kleinseggenrasen (FFH-Typ 7230) in der Lehmkuhlener Stauung mit dem Breitblättrigen Knabenkraut und dem Schmalblättrigen Wollgras. (Foto: L. Rasran)



## 9.6. Pohnsdorfer Stauung

➤ **Annegret Koopmann**

### **Lage / Entstehung**

Die Pohnsdorfer Stauung ist ein rund 100 ha großes Feuchtgebiet nördlich des Postsees im Landkreis Plön. Sie wird von der Neuwührener Au durchflossen, die die Stauung in den sogenannten West- und den Ostpolder teilt und in den Postsee mündet.

Der Ursprung der Stauung geht auf die Weichseleiszeit (vor ca. 12.000 Jahren) zurück. Toteisblöcke hinterließen nach dem Rückzug und Abschmelzen der Gletscher Hohlformen. Die daraus entstandenen Seen verlandeten im Verlauf der Jahrtausende und es bildeten sich Niedermoortorfe, die mit den darunterliegenden Mud- den bis zu 12 m mächtig waren. Die Torfe enthielten Reste von Erlen, Schilf und Seggen sowie kleinflächig auch Torfmoose. Eine Sumpflandschaft aus Bruchwäldern, Weidengebüschen und Röhrichten war entstanden, die bis in die jüngere Vergangenheit wirtschaftlich nicht zu nutzen war.

### **Urbarmachung**

In den 1950er Jahren wurden intensive Entwässerungsmaßnahmen durchgeführt, während derer die Neuwührener Au zum Entwässerungskanal ausgebaut wurde. Durch ein durchdachtes System aus Gräben, Drainsaugern sowie den Bau eines leistungsstarken Schöpfwerkes konnte das Gebiet trotz eines sehr geringen Gefälles zum Postsee effektiv entwässert werden. Daneben wurden die vorhandenen Gehölze großteils gerodet und sogar einige Flächen planiert. Auf diese Weise wurde für einige Jahre eine intensive landwirtschaftliche Nutzung möglich. Die durch die Entwässerung ausgelöste Zersetzung und Verdichtung des Moorkörpers führte zu einer Sackung des Geländes um durchschnittlich einen Meter, im Ostpolder sogar um bis zu zwei Metern und somit zu einer erneuten Vernässung. Die Drainagen mussten teilweise kostenintensiv erneuert werden, eine Bewirtschaftung wurde zunehmend unrentabler, so dass die Bewirtschaftung der tieferliegenden Flächen rasch wieder aufgegeben wurde.

Die durchgeführten Entwässerungsmaßnahmen hatten gravierende Auswirkungen auf die Vegetation. Der überwiegende Teil der Stauung war zu artenarmem Grünland geworden. Lediglich in Teilen des Ostpolders konnten niedermoor-typische Arten wie Sumpf- und Sternmiere oder Sumpfveilchen überleben. Zusätzlich zur landwirtschaftlichen Nutzung des Gebietes wurde bis zum Jahr 1999 Erdöl gefördert, Pipelines durchzogen einige Bereiche der Stauung.

### **Maßnahmen der Kurt und Erika Schrobach-Stiftung**

1991 wurden Kurt und Erika Schrobach auf die Pohnsdorfer Stauung aufmerksam. Mit Hilfe ihrer kurz zuvor gegründeten Stiftung, die sich dem Schutz seltener, gefährdeter Lebensräume mit ihren typischen Pflanzen- und Tierarten widmet, nahmen sie die Renaturierung der Pohnsdorfer Stauung als erstes Projekt in Angriff. Zunächst stand der Erwerb der Flächen mit den randlichen Hängen im Fokus. Die Flächen wurden extensiv beweidet bzw. gemäht, während in einem wasserwirtschaftlichen Gutachten die Möglichkeit der Wiedervernässung ermittelt wurde. Auf Grundlage dieses wasserwirtschaftlichen Gutachtens wurde von 1993 bis 2002 schrittweise die Entwässerung zurückgenommen.

Durch die Erhöhung des Wasserstandes und schließlich die Stilllegung des Schöpfwerkes entstanden im Ostpolder ausgedehnte Wasser- und Röhrichtflächen. Der zuvor entwässerte Erlenwald wurde zu einem lichten, nassen und undurchdringlichen Bruchwald und es bildete sich ein rund 30 ha großer Überschwemmungsbe- reich. Im Westpolder entwickelte sich ein Flachwassersee, der zum Laichgewässer für Amphibien wie Moor-, Gras-, Wasser- und Laubfrosch wurde.

Mit diesen Veränderungen ging ebenfalls eine Zunahme der Brutvogelbestände von z. B. Kranich, Schilfrohrsänger, Rohrdommel, Tüpfel-sumpfhuhn oder Teichrohrsänger einher. Auch



Abbildung 80: Im Jahr 1997 entstandener Flachwassersee im Westpolder (Foto: A. Koopmann)

Enten wie Knäk-, Krick- oder Löffelente, Graugänse oder Lappentaucher sind seitdem hier zu beobachten.

Die Umsetzung des Wiedervernässungsprojektes wurde begleitet durch Untersuchungen des Ökologie-Zentrums der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, durch intensive Information der Anlieger sowie durch eine partnerschaftliche Zusammenarbeit mit der Gemeinde und dem zuständigen Wasser- und Bodenverband. Bei Interessenskonflikten gab es individuelle Lösungen, so dass insgesamt eine große Akzeptanz für das Projekt erreicht werden konnte.

Neben den wasserbaulichen Maßnahmen wurden Knicks, Gehölzinseln und Einzelbäume angepflanzt, einige Bereiche mit heimischen Baumarten aufgeforstet und eine knapp 45 ha große Weidelandschaft im Westpolder mit den angrenzenden Hängen eingerichtet. Die ganzjährige Beweidung mit schottischen Hochlandrindern (und im Bereich der Straße durch Pferde) fördert die Entwicklung einer abwechslungs- und artenreichen Landschaft und verzögert die natürliche Verlandung der Flachwasserseen durch die Beweidung der randlichen Röhrichte. Im nasserem Ostpolder hingegen findet keine Pflegenutzung statt.





Abbildung 81: Überschwemmungsbereich am stillgelegten Entwässerungsgraben (Foto: A. Koopmann)

Zusätzlich wurde gemeinsam mit örtlichen Akteuren eine Beobachtungs- und Informationshütte mit Blick auf den Ostpolder errichtet, um den Besuchern eine Rastmöglichkeit in diesem

für den Naturschutz wichtigen und überregional bedeutsamen Brut- und Rastvogelgebiet zu ermöglichen.



## 9.7. Naturschutzgebiet Hohner See

➤ Julia Jacobsen

### Lage/ Entstehung/ Charakterisierung

Der Hohner See ist der letzte noch erhaltene Flachsee am östlichen Rand der ehemals ausgedehnten Überschwemmungslandschaft der Eider-Treene-Sorge-Niederung, ca. 10 km westlich von Rendsburg gelegen. Zusammen mit den angrenzenden Röhricht- und Feuchtgrünlandflächen ist der See Teil des Naturschutzgebietes „Hohner See“ mit einer Größe von 364 ha. Charakteristisch ist die hervorragend ausgebildete Verlandungszonierung der offenen Wasserflächen über Röhrichte und Seggenrieder bis zu artenreichen Feuchtwiesen, die für Niedermoorregionen typisch sind. Von landesweiter Bedeutung sind insbesondere die groß-

flächigen Sumpf-Läusekrautvorkommen im Randbereich des Sees. Der See und seine angrenzenden Wiesen haben zudem eine herausragende Bedeutung für brütende und rastende Vogelarten. Zusammen mit den angrenzenden Hochmooren „Königsmoor“ und „Hartshoper Moor“ vermittelt das Gebiet noch heute eine Vorstellung einer einst endlosen Moor- und Sumpflandschaft.

Der Hohner See befindet sich im Bereich einer nacheiszeitlichen Schmelzwasserrinne. Die durch den historischen Meeresspiegelanstieg verursachte unzureichende Entwässerung der Landschaft führte zu einem Rückstau und zur



Abbildung 82: Artenreiche Feuchtwiesen am Hohner See (Foto: J. Jacobsen)

Entstehung des Sees. Über ein Versumpfungsmoor entwickelte sich mit zunehmendem Wasseranstieg hieraus ein Verlandungsmoor mit Torfhorizonten aus Schilf- und Seggentorfen über Seemudden. Der Hohner See in seiner jetzigen Ausdehnung stellt demnach einen nicht verlandeten Rest eines ursprünglich weitaus größeren Gewässers dar. Heute weist der See selber nur noch eine offene Wasserfläche von ca. 70 ha und eine Tiefe von 0,7 – 1 Meter auf. Die Wasserqualität des Sees ist als problematisch einzustufen. Die Gehalte an Stickstoff- und Phosphorverbindungen gehören zu den höchsten in schleswig-holsteinischen Seen. Der See wird als hochpolytrophes bis hypertrophes Gewässer bewertet. Das Gebiet ist von Hoch- und Niedermoor torfen und Mudden gekennzeichnet. Die Hochmoorböden weisen Moormächtigkeiten von bis zu 6 Metern, die Niedermoorböden von bis zu 4,5 Metern auf. Der landwirtschaftliche Wert der Grünlandflächen ist als gering einzustufen. Daher blieben die unmittelbar um den See gelegenen Feuchtwiesen von intensiver Landwirtschaft weitgehend verschont. So konnten sich hier seltene Pflanzenarten, wie das Sumpf-Läusekraut, die Sumpf-Platterbse oder der Fieberklee, halten, die woanders schon lange verschwunden sind.

#### **Maßnahmen des Naturschutzes**

Trotzdem drohte dem See durch die Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung im Einzugsgebiet, durch Nährstoffzufuhr unzureichend geklärt Hausabwässer und aus entwässerten Hochmoorgrünlandflächen im angrenzenden Königsmoor eine unnatürlich schnelle Verlandung und damit die Zerstörung dieses seltenen Lebensraumes.

Zur Verbesserung der Seewasserqualität, der Verlangsamung der Verlandungsprozesse und Förderung der seltenen Feuchtgrünland-Lebensgemeinschaften wurden bereits in den 1980er Jahren im Rahmen eines Vereinfachten Flurbereinigungsverfahrens die landwirtschaftlichen Nutzflächen rund um den See durch die Stiftung Naturschutz aufgekauft. Mittels eines Staubauwerkes in der Rinne konnten die Wasserstände im See um 30 bis 60 cm angehoben und somit die Seewasserfläche wieder vergrößert sowie die angrenzenden Feuchtwiesen verlässt werden. Im Winter sind diese Wiesen flach mit Wasser überstaut, im Sommer werden sie von örtlichen Landwirten entweder zur Heugewinnung oder als Rinderweiden genutzt. Die

Hausabwässer gelangen seit 1995 mit Bau der Gemeinschaftskläranlage Lohe-Föhrden nicht mehr in den See. 2012 wurden auf Teilflächen im Königsmoor im Rahmen des Moorschutzprogramms des Landes umfangreiche Wiedervernässungsmaßnahmen eingeleitet.

#### **Erfolge der Maßnahmen**

Durch die Anhebung der Wasserstände bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der extensiven Bewirtschaftung der Feuchtwiesen mit regelmäßiger Mahd und Abtransport des Mahdgutes nehmen die seltenen Feuchtwiesenarten wieder zu. Mit bis zu 2.000 Exemplaren konnte der Bestand des Sumpf-Läusekrautes stabilisiert und ausgedehnt werden. Es handelt sich um den größten Bestand in Schleswig-Holstein.

Die Bestände einiger Brutvogelarten haben sich ebenfalls stabilisiert oder sind sogar angestiegen. Insbesondere das Vorhandensein eines Mosaiks aus gemähten und beweideten Feuchtwiesen, ungenutzten und kleinflächig genutzten Röhrichen, Bruchwald, Gebüsch und den offenen Wasserflächen des Sees begründen die herausragende Bedeutung als Brut-, Rast- und Nahrungsplatz für eine Vielzahl von Vogelarten. Mehr als 20 Vogelarten der Roten Liste brüten im Gebiet.

Das Naturschutzgebiet „Hohner See“ wird vorbildlich durch eine örtliche Betreuergruppe betreut. Die Gruppe setzt sich aus Mitgliedern des Jagdvereins und des Hegering Hohn sowie verschiedenen Fachleuten aus ganz Schleswig-Holstein zusammen. Am „Runden Tisch“ werden zusammen mit allen für das Gebiet zuständigen Akteuren Ziele und Maßnahmen erarbeitet, Probleme angesprochen und vor Ort begutachtet, pragmatische Lösungen erarbeitet und gemeinsam umgesetzt. Die Einbindung aller örtlichen Institutionen in die Abstimmungs- und Entwicklungsprozesse führt zu einer erfolgreichen Umsetzung der Naturschutzziele.

Es ist zu hoffen, dass die Nährstoffeinträge, die aufgrund der Torfzersetzung aus dem Königsmoor in den See gelangen, durch die 2012 eingeleiteten Wiedervernässungsmaßnahmen großer Bereiche im Rahmen des Moorschutzprogramms des Landes reduziert – und damit die Seewasserqualität verbessert und die Verlandungsprozesse weiter vermindert werden können.

## 9.8. Oberes Eidertal

### Beispiel für die Revitalisierung eines Niedermoorkomplexes

➤ **Heinz Hinz-Reese, Uwe Leiner**

#### Lage und Entwicklung des Moores

Im Oberen Eidertal zwischen Bordesholm und Flintbek sind heute noch die Spuren der letzten Eiszeit (Weichsel-Vereisung) von ca. 115.000 bis ca. 12.000 Jahren vor unserer Zeit zu erkennen. In den nachfolgenden Jahrtausenden erhielt der ca. 8 km lange und ca. 220 bis 750 m breite Talraum seine heutige Gestalt, besonders durch das Aufwachsen von Mooren nach dem Ende der Weichsel-Vereisung. Die organogenen Ablagerungen haben eine Mächtigkeit von bis zu max. 9 m. Unter den vorwiegend eutrophen Niedermoororten (Erlenbruch-, Schilf- und Seggentorfe) finden sich bis zu 4 m mächtige Gytten (FREUND 1987). Es entstand ein typisches Flusstal des Landschaftsraumes „Ostholsteinisches Seen- und Hügelland“. Im Talraum bildete sich ein Mosaik aus feuchten bis nassen, regelmäßig überfluteten Niedermoorkomplexen (Quell-, Durchströmungs-, Verlandungs- und Überflutungsmoore), westlich und östlich schließen sich aus Mineralböden bestehende Hänge an.

#### Entwicklung der Moorflächen in den letzten 200 bis 300 Jahren

Seit Jahrhunderten wird die Wasserkraft der Eider zum Antrieb von Wassermühlen genutzt. Genau so lange werden die Eiderwiesen landwirtschaftlich genutzt. Die feuchten Niedermoorflächen der Talsenke wurden zur Heugewinnung gemäht und es etablierten sich artenreiche Feuchtwiesen. Die hydrologischen Verhältnisse im Oberen Eidertal und insbesondere der Wasserhaushalt der Moore sind lange kaum beeinflusst worden. Kleinere Veränderungen waren stets räumlich begrenzt. Mit dem Wandel in der Landwirtschaft im 19./20. Jahrhundert (Kunstdünger, Mechanisierung u.a.) änderten sich auch die Ansprüche an die Eiderwiesen. Um die Wiesen effektiver bewirtschaften zu können, wurden die Flächen drainiert und die Eider als Vorflut ausgebaut. In den 1930er und 1960er Jahren folgten durch den Druck der weiteren Intensivierung in der Landwirtschaft Maßnahmen zur Begradigung und Vertiefung der Eider. Der Flurabstand des Grundwassers

wurde weiter gesenkt und damit die Häufigkeit und Dauer von Überflutungen reduziert. Ein eigens gegründeter Wasser- und Bodenverband sorgte durch regelmäßige Unterhaltung dafür, dass der Ausbauzustand und die Vorfluttiefe erhalten wurden. In den 70/80er Jahren des vorherigen Jahrhunderts waren viele der artenreichen Feuchtwiesen artenarmem Intensivgrünland oder Feuchtwiesenbrachen gewichen; einige blieben aber bis in die 1990er Jahre erhalten. Durch den niedrigeren Grundwasserspiegel konnte sich der Moorkörper unter Sauerstoffzufuhr schneller zersetzen, verlor dadurch einen Großteil seiner Fähigkeit, Nährstoffe und Kohlendioxid im Torfkörper zu speichern und wurde zur Nährstoffquelle. Trotz aller Anstrengungen, die Flächen auch weiterhin landwirtschaftlich zu nutzen, setzte in den 1980/90er Jahren ein Rückzug der Landwirte aus den Flächen im Talraum ein. Erste Flächen wurden von der Stiftung Naturschutz erworben. Der Wasser- und Bodenverband Obere Eider forderte damals vom Land Schleswig-Holstein ein Entwicklungskonzept für das Eidertal ein, um die Niederung offen zu halten und weiterhin landwirtschaftlich nutzen zu können. Daraufhin entwickelte 1996 die Wasserwirtschaftsverwaltung ein mit allen Beteiligten abgestimmtes Umsetzungskonzept für das Obere Eidertal als Pilotprojekt für das in Erarbeitung befindliche Niedermoorprogramm mit dem Ziel, den Moorkörper wiederzuvernässen. Unter Federführung des WBV wurden bis 2014 280 ha Niedermoor und mineralische Hangflächen für die Wiedervernässung unter Vertrag genommen. Auf den Vertragsflächen wurde die Flächenentwässerung aufgegeben und es wurden 10 Weideflächen eingerichtet, die seitdem extensiv beweidet werden. Die Beweidung auf den Flächen erfolgt je nach Pächter mit unterschiedlichen Nutzirinderrassen, aber auch mit seltenen Rassen wie Heckrindern und Koniks (siehe Abbildung 83, 84). Die Beweidung wird fachlich von Vertretern verschiedener Einrichtungen und Behörden, die eine Steuerungsgruppe bilden, begleitet.





Abbildung 83: Heckrinder im Eidertal (Foto: H. Mordhorst-Bretschneider)

Die Gewässerunterhaltung in der Eider ist seit dem Jahr 2001 auf einer Strecke von 8 km eingestellt und die Entwässerungsgräben im Projektgebiet verlanden langsam.

#### **Fazit nach 15 Jahren Wiedervernässung**

Nach der Einstellung der Gewässerunterhaltung im Jahr 2001 und der Umstellung auf eine extensive Beweidung ab 1999 wurde die Entwicklung im Projektgebiet von der CAU Kiel durch Forschungsprojekte begleitet. Ein Auszug aus den Ergebnissen zur Vegetation und zum Wasser- und Nährstoffhaushalt wird hier vorgestellt.

#### **Vegetation**

Die Entwicklung der botanischen Artenvielfalt ist stark abhängig vom Weidemanagement und der Vorgeschichte. Während sich die Artenzahlen auf den untersuchten mineralischen Hängen über die Projektlaufzeit durch die zunehmende

Aushagerung und das angepasste Weideregime erhöht haben, nehmen die Artenzahlen in den Niedermoorbereichen überwiegend ab. Lediglich auf der Weide Flintbek, die bis heute kontinuierlich mit der maximal erlaubten Tierzahl beweidet wird, haben sich die Artenzahlen in den untersuchten Niedermoorbereichen nicht wesentlich verändert.

Auf der Weide Grevenkrug haben die Artenzahlen in den Niedermoorbereichen seit Projektbeginn bis 2012 deutlich abgenommen. Die Veränderung der Artenzusammensetzung hatte zu einer Abnahme der Futterqualität geführt, was sich wiederum in immer stärker sinkenden Beweidungsintensitäten widerspiegelte und die Veränderung beschleunigte. Von dem Rückgang betroffen waren u.a. gefährdete, an nährstoffarme und „offene“ Bedingungen angepasste Niedermoor- und Feuchtwiesenarten. Wie diese Ergebnisse zeigen, sind im Einzelfall





Abbildung 84: Koniks im Eidertal (Foto: M. Trepel)

Nachbesserungen im Weidemanagement erforderlich. Vor allem in Bereichen mit höherem Anteil artenreicher Feuchtwiesen sollte darauf geachtet werden, den Beweidungsdruck möglichst so hoch zu halten, dass gefährdete, in der Regel niedrigwüchsige und lichtbedürftige Pflanzenarten nicht von hochwüchsigen Stauden, Gräsern oder Seggen verdrängt werden (SCHRAUTZER & JENSEN 2006). Die von der Steuerungsgruppe empfohlenen Tierzahlen sind dabei eine gute Orientierung. Für die Zukunft muss von der Steuerungsgruppe entschieden

werden, wie die den Projektzielen entsprechend zunehmend nasser werdenden Flächen weiter genutzt und offengehalten werden können. Erste Bemühungen in dieser Richtung wurden auf der Weide Grevenkrug in den Jahren 2013 und 2014 bereits umgesetzt. Es erfolgte eine Mahd der artenreichsten Feuchtgrünlandbestände und zudem wurde die gesamte Weide im Winter mit Galloway-Rindern nachbeweidet. Ergebnisse erster Effizienzkontrollen belegen, dass die Artenvielfalt vor allem auf den gefährdeten Flächen wieder ansteigt.

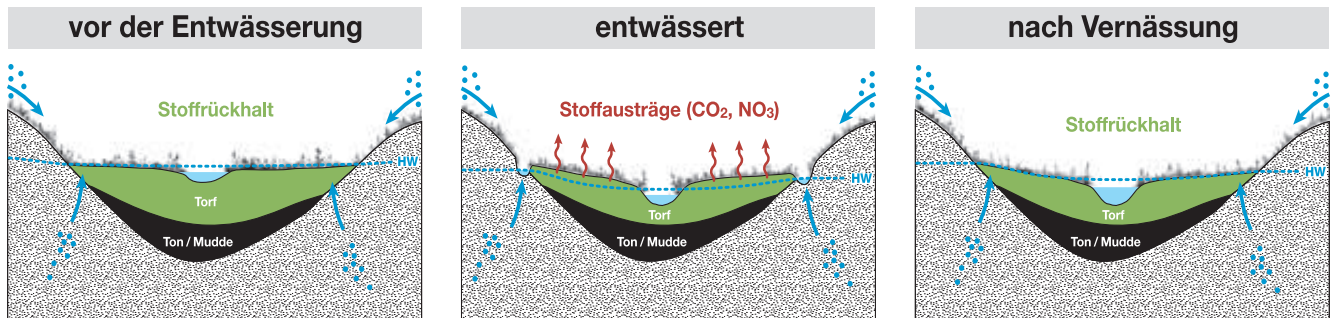


Abbildung 85: Wasser- und Nährstoffhaushalt im Oberen Eidertal vor der Entwässerung, im entwässerten Zustand und nach Vernässung (Grafik: Kramer, Ökologie-Zentrum Universität Kiel)

#### Wasser- und Nährstoffhaushalt

Die Aufgabe der Gewässermahd in der Eider hat sich positiv auf die Wasserstandsdynamik der Eider ausgewirkt. Die mittleren Wasserstände in den Monaten September und Oktober lagen nach Aufgabe der Gewässermahd deutlich höher als davor. Die Ursache liegt im Rückstau der durch die Wasserpflanzen im Spätsommer verursacht wird. Die höheren Wasserstände in der Eider haben auch in den angrenzenden Niedermoorflächen zu einem zeitweisen Anstieg geführt und so die Nährstofffreisetzung vermindert. Dieser Effekt wurde durch den Verzicht auf Grabenunterhaltung unterstützt. Außerdem sorgten weitere hydrologische Maßnahmen, wie aktive Vernässung durch Graben-

schluss, in Teilbereichen für eine insgesamt sehr positive Entwicklung der Niedermoorflächen im Sinne der Managementziele. Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt belegen, dass der Talraum der Oberen Eider entlastend auf die Nährstofffrachten aus dem Einzugsgebiet der Oberen Eider wirkt. Es werden etwa 20 % der Stickstoffeinträge und 8 % der Phosphoreinträge zurückgehalten (IRMLER, SCHRAUTZER & TREPEL 2010).

Zusammenfassend lässt sich die Umsetzung des Projekts von Seiten des Artenschutzes und des Gewässerschutzes positiv beurteilen.



# 10. Praktische Erfahrungen in der Umsetzung

## 10.1. Praktische Erfahrungen mit der Renaturierung von Mooren

➤ **Angelika Bretschneider**

Schon aufgrund der vielen ökologischen Funktionen, die die verschiedenen Moortypen haben, ist die Zielsetzung, mit der Maßnahmen umgesetzt werden, differenziert und vielfältig. Natürliche Moore sind je nach Moorart reichlich wassergesättigte (bis zu 97 %) Lebensräume. Mit dem Ziel, einen möglichst naturnahen Zustand wiederherzustellen, gilt folgender Leitsatz:

**Die Wiederherstellung eines möglichst natürlichen oder naturnahen, moortypischen Wasserspiegels ist die Voraussetzung zur Erreichung spezifischer Ziele des Moorschutzes!**

Es gibt natürlich weitere, u.a. auch von der EU im Rahmen von Richtlinien (FFH-Richtlinie, Wasserrahmenrichtlinie) geforderte Ziele wie Erhalt und Wiederherstellung aller wertvollen, moortypischen Strukturen und der typischen Moorvegetation, Erhalt vom Aussterben bedrohter Tier- und Pflanzenarten, Gewässerschutz, Stoffrückhalt und Klimaschutz.

Da in den meisten Landesteilen Schleswig-Holsteins mit einer positiven Wasserbilanz gerechnet werden kann, ist es vorrangiges Ziel, einen ganzjährig oberflächennahen Grund- und Moorwasserspiegel mit Erhalt oder Entwicklung der moortypischen Lebensräume anzustreben. Dies gibt im Prinzip auch die Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Richtlinie der EU vor. Die anderen Ziele müssen bei der Umsetzung natürlich Berücksichtigung finden.

Entscheidend für eine Abwägung zwischen konkurrierenden Entwicklungszielen sind ausreichende Untersuchungen und Aussagen zur Nachhaltigkeit von geplanten Maßnahmen. Bereits zur Konkretisierung der Ziele, aber vor allem auch zur Ermittlung der geeigneten und erfolgversprechenden Maßnahmen, ist zunächst eine genaue Grundlagenerhebung erforderlich. Durch Entwässerung, Torfabbau, Kultivierung und Nutzung hat sich nicht nur die Vegetation und die Oberflächengestalt, das Relief, verändert, sondern der Boden ist auch in seinem Gefüge gestört. Die Folgeerscheinungen der menschlichen Eingriffe sind im Kapitel 1.4 ausführlich dargestellt.

### **Grundlagenerhebung**

Welches spezifische Ziel erreicht werden könnte, hängt von verschiedenen Faktoren ab, die am Anfang eines Renaturierungsprojektes analysiert werden müssen.

Neben den moorhydrologischen Eigenschaften des Standortes ist vor allem die räumliche Interaktion (Einzugsgebiet), Eigenschaft der Torfsubstrate (Wasserhaltefähigkeit) und Topographie eines Moores entscheidend für die Erreichbarkeit der möglichen Moor- oder Grundwasserspiegelanhebung.

### **Bodenkundliche Untersuchung**

Die bodenkundlichen Bohrungen sollten möglichst bis zum mineralischen Untergrund erfolgen, vor allem um die Grenzziehung zwischen Moor- und Podsolboden, bei Hochmooren

auch die Mächtigkeit noch vorhandenen Weißtorfes sowie die Lage des Schwarztorfes und von ggf. vorkommenden Sandinseln im Moorkörper zu erfassen. Eine ausreichend genaue Modellierung des Moorkörpers soll gewährleistet werden können. Tiefgründige Moore lassen solche Verfahren allerdings nicht immer zu. Je nach Größe des Projektgebietes sollten mindestens zwei Transekte abgebohrt werden. Darüber hinaus ist die Untersuchung der Torfschichten in Bereichen erforderlich, in denen voraussichtlich Torfdämme gebaut werden sollen, d.h. die Qualität und die zur Verfügung stehende Menge des Baumaterials erkundet werden soll. Ebenso wichtig ist eine Aussage über die Quellfähigkeit der Torfe in den anzustauen Bereichen und über den Untergrund der Grabensohlen, vor allem bei wurzelechten, flachgründigen Hochmooren.

### Topographie

Entscheidend ist auch die Topographie, die gerade bei Hochmooren durch Torfabbau und Sackungen aufgrund von Entwässerung völlig verändert wurde. Es gibt nur wenige Restmoore, die noch einen kompakten Moorkörper mit typischer, womöglich noch uhrglasförmig ge-

wölbter Oberflächengestalt haben. Beispiele hierfür sind das Glasmoor bei Norderstedt oder das Weiße Moor bei Heide. Die typische Zonierung in Hochfläche, Randgehänge und Lagg ist nur noch sporadisch vorzufinden bzw. hat sich aufgrund des Torfabbaus, sowohl maschinell als vor allem im Handstichverfahren, verlagert. Ein ehemals großes Hochmoor kann heute aus vielen kleinen Mooren bestehen. Verdeutlichen lässt sich dieses am besten mit Hilfe des digitalen Geländemodells. Während es vor den anthropogenen Veränderungen nur am äußeren Rand ein Randgehänge gab, das überwiegend mit Pfeifengras und Birken bewachsen war, haben sich durch Zerteilung der Mooroberfläche in viele Parzellen mit Gräben und durch Torfstich viele sekundäre Randgehänge gebildet. Dies hat Auswirkungen sowohl auf die hydrologischen und hydraulischen Eigenschaften als auch auf die Ausprägung der Vegetation.

Durch ein zusätzliches Nivellement sind feinere Strukturen - wie z.B. Grabensohlen - zu erfassen, die im Höhenmodell nicht ausreichend dargestellt sind. Wichtig für die Planung von Verwallungen ist die Darstellung des Gefälles der Oberfläche, aber auch der Gräben.

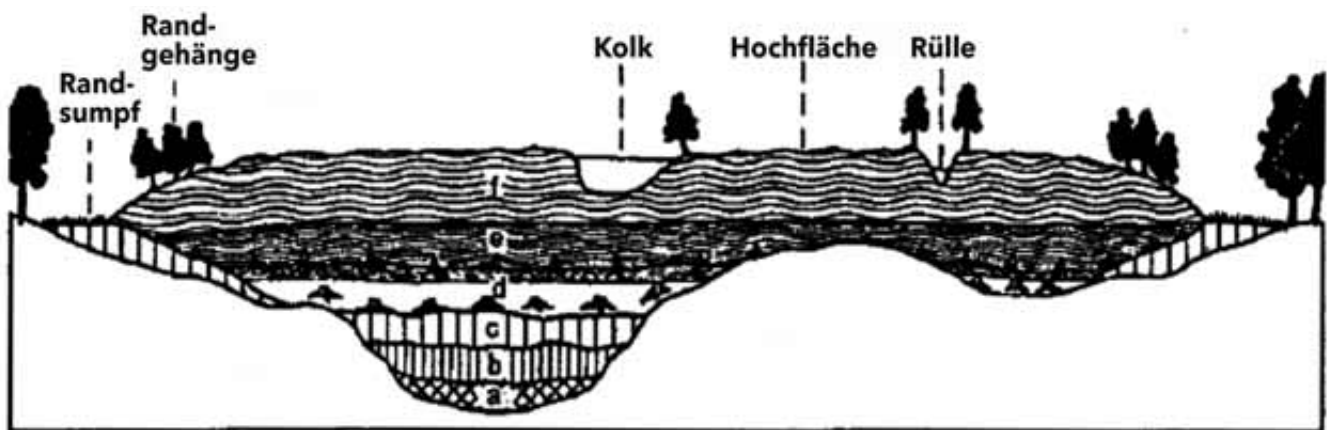


Abbildung 86: Schematischer Schnitt durch ein echtes Hochmoor, das sich über Flachmoor-Ablagerungen aufgebaut hat (a=Mudden, b=Schilftorf, c=Seggentorf, d=Erlenbruch - darüber Birken-Kiefern-Übergangstorf, e=stark zersetzter Sphagnumtorf, f=schwach zersetzter Sphagnumtorf); aus OVERBECK 1975

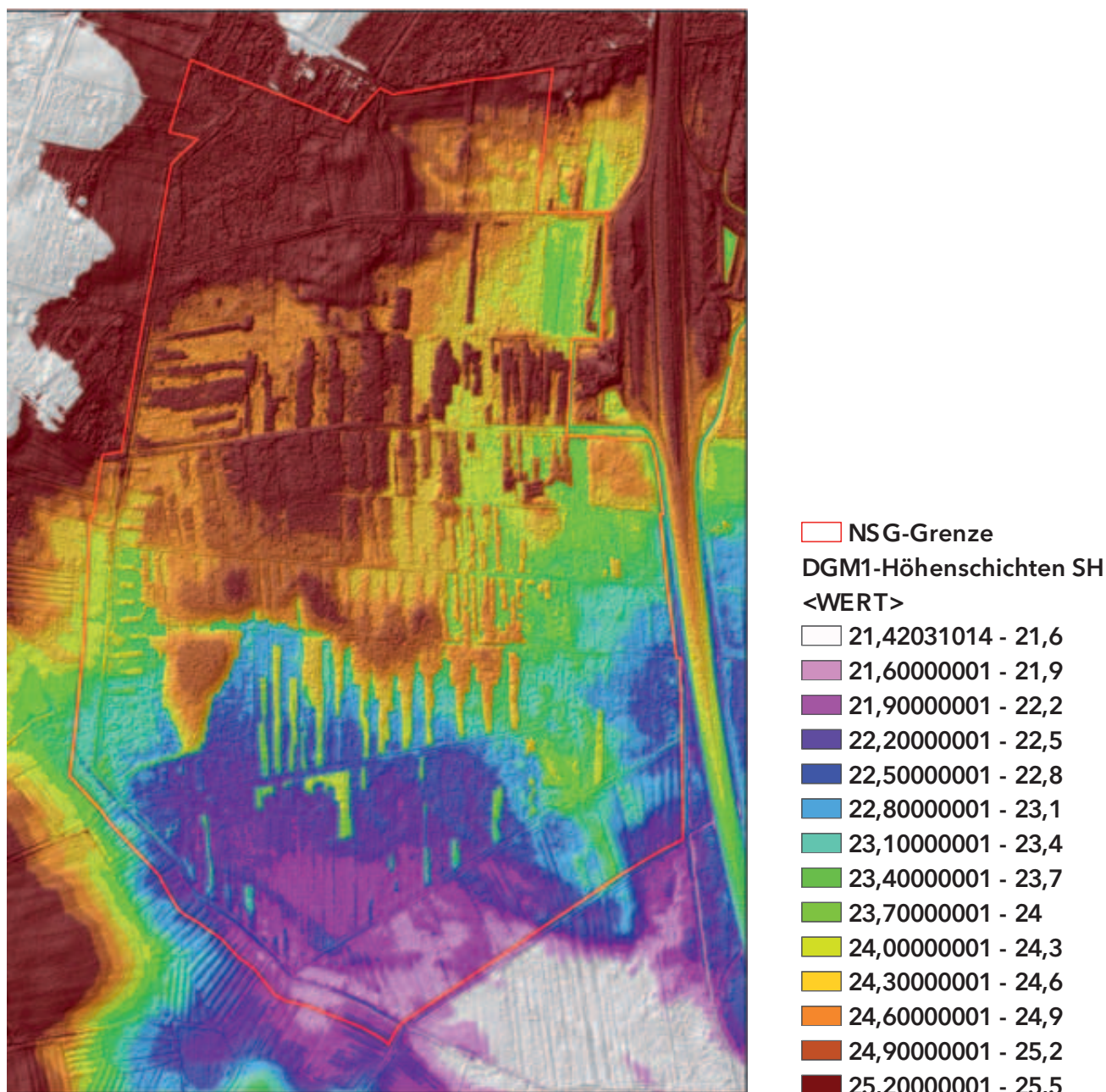


Abbildung 87: Veränderte Mooroberfläche nach Abtorfung und Entwässerung im NSG „Holmmoor“. (© GeoBasis-DE/LVermGeo SH, GIS-Bearbeitung: A. Bretschneider)

### Moorhydrologische Untersuchungen

Neben dem Einzugsgebiet und den Hauptgräben sind auch alle kleinen Gräben von Bedeutung, selbst wenn sie zur Zeit der Untersuchung kein Wasser führen. Die Grabenränder funktionieren wie schmale Randgehänge, d.h. solange die Gräben nicht verfüllt oder angestaut sind, fließt das mooreigene Wasser aus den wasserführenden Torfschichten dorthin ab. Erkennbar ist dies an der Vegetation, im Hochmoor meist Pfeifengras auf dem Randstreifen und erst dahinter z.B. Heidekraut und Wollgras. Zusätzlich zur Aufnahme des Graben- und Gewässernetzes sind Drainagen zu erfassen, was durch alte

Drainagepläne erleichtert wird, manchmal aber auch durch Draineraufsuchgrabungen erfolgen muss.

Mittels Grundwasserbeobachtungsbrunnen, entweder angelegt als Profile oder in planungsrelevanten Bereichen des Moores, ist der Wasserstand während der Planungsphase zu ermitteln, um Fließrichtungen innerhalb des Moorkörpers und eventuelle Betroffenheiten angrenzender Parzellen zu erkennen. Diese Brunnen sollten nach Durchführung der Anstauraßnahmen für ein Monitoring im Moor belassen werden.



Wird ergänzend noch der Nährstoffgehalt des Wassers und möglichst auch des Bodens analysiert, kann er in Beziehung zu den Ansprüchen der zu erhaltenden oder zu entwickelnden Vegetation gesetzt werden.

#### **Bestandsaufnahme von Flora und Fauna**

Liegt noch keine Vegetationskartierung mit ausreichender Aussagekraft für ein Renaturierungskonzept vor, so ist diese noch durchzuführen, um wertvollere Vegetationsbestände von weniger wertvollen unterscheiden und die unterschiedlichen Moorlebensräume abgrenzen zu können. Mit Hilfe von Beobachtungsflächen kann die Entwicklung der Vegetation verfolgt werden und Hinweise für andere Projekte geben.

Um Rücksicht auf Tierarten nehmen oder auch gezielt deren Lebensräume besser entwickeln zu können, sind im Vorwege einer Planung auch planungs- und maßnahmenrelevante Tierbestände zu erfassen (s. Kap. 3.3 -3.5). Ein artenschutzrechtlicher Beitrag ist seit kurzem Bestandteil von Maßnahmenplanungen, wie bei der sonstigen Eingriffsplanung auch.

#### **Planung**

Untersuchungsergebnisse und konzeptionelle Planungen sind so aufzubereiten, dass sie für eine Abstimmung mit allen Betroffenen, aber auch für erforderliche Genehmigungsverfahren (Planfeststellungs- oder Wasserrechtliches Verfahren) geeignet sind.

#### **Methoden / Maßnahmen (Technische Erfahrungen)**

Zur Erreichung des wichtigsten Zieles bei der Renaturierung von Mooren, der Wiedervernässung, gibt es verschiedene Maßnahmen. Diese richten sich danach, ob es sich um ein Niedermoor handelt, dessen Wasserregime sich komplett im Grundwasserbereich befindet, oder um ein Hochmoor, das aus dem Grundwasserbereich herausgewachsen ist und einen eigenen Moorwasserspiegel hat. Bei einer Wiedervernässung im Hochmoor spielen aber durchaus beide Wasserregime eine Rolle, zumal es hilfreich ist, wenn das Grundwasser unter dem Torfkörper gespannt ist.

#### **Wiedervernässung von Niedermoores**

Durch die Einstellung der Unterhaltung von Vorflutern und sonstigen Gräben sowie Aufga-

be der Grundstücksentwässerung (Aufhebung von Drainagen) kann relativ schnell eine Wiedervernässung von Niedermoorflächen erreicht werden. Bei geschöpften Flächen ist es meist erforderlich, den Schöpfwerksbetrieb zu ändern oder sogar den Betrieb des Schöpfwerkes einzustellen.

#### **Wasserhaltende Maßnahmen im Hochmoor**

##### **• Verwallungen**

In den letzten Jahrzehnten sind die Kenntnisse über Voraussetzungen und Methoden zur Herstellung haltbarer Dämme für unterschiedliche Bedingungen vertieft und differenzierter entwickelt worden. Die langjährigen Erfahrungen haben gezeigt, dass nicht jeder Torf geeignet ist und es oft nicht ausreicht, einen Damm nur oben auf das Gelände zu setzen.

Verwallungen können aus im Gelände anstehendem Torf erstellt werden. Am besten eignet sich stark zersetzter Schwarztorf oder stark mineralisierter Weißtorf, da diese Torfqualitäten am besten verdichtet werden können. Steht nur Weißtorf, der wenig mineralisiert oder zersetzt und deshalb noch stärker wasserdurchlässig ist, zur Verfügung, müssen die Dämme entsprechend breiter gebaut werden, um die horizontale Wasserbewegung zu verlangsamen.

Entscheidend für die Methode des Dammbaus ist auch der „Baugrund“ für einen Wall. Auf Schwarztorf, der bei ausreichender Schichtstärke von mind. 50 cm kaum einen Abfluss nach unten zulässt, können Dämme aus anstehendem Schwarztorf aufgebaut werden. Diese müssen zum Schutz vor zu starker Austrocknung mit Oberboden oder stärker zersetztem, mineralisiertem Torf abgedeckt werden. Auch aus Gründen des Klimaschutzes sollte für Dammbauten möglichst kein Schwarztorf, sondern stark zersetzter Torf der oberen Schicht verwendet werden, um die Freisetzung von Klimagasen aus den unbewachsenen und wasserfernen Torfdämmen möglichst gering zu halten. Soll ein Weißtorfkörper, der bis in mehreren Metern Tiefe durchlässig sein kann, vernässt werden, ist eine seitliche Abdämmung in den Untergrund hinein erforderlich. Dazu ist im Rahmen des Renaturierungsprojektes im Hartshoper Moor vor drei Jahren die Methode der sogenannten „Torfspundwand“ entwickelt worden (MORDHORST-BRETSCHNEIDER 2012). Bei dieser Methode wird zunächst – bei Randflächen in einigen Metern Abstand vom Moorrand – ein Schlitz herge-

stellt, der dann möglichst mit Schwarztorf oder stark zersetztem Weißtorf gefüllt und verdichtet wird. Darauf wird dann die Verwallung errichtet, die das oberflächlich aufgefangene Regenwasser zurückhält. Bei der Wahl des Materials sollte beachtet werden, dass bisher wenig mineralisierte Torfe sich stärker zersetzen und sacken. Die Dammhöhen müssen also entsprechend dimensioniert werden, das heißt, es sollte ein zusätzlicher „Sackungspuffer“ von bis zu 1/3 der Endhöhe der Dämme eingebaut werden (Abbildung 88). Als geeignet hat sich die meist stark mineralisierte Oberbodenschicht herausgestellt. Die Dammbreite ist so zu gestalten, dass zumindest die Hauptdämme noch befahrbar sind, um eventuell erforderliche Reparaturen ausführen zu können. Bei der Festlegung der

Endhöhe der Dämme (nach Abzug der Sackung) ist auch die Quelfähigkeit der anzustauenden Fläche zu berücksichtigen, die bei wenig zersetztem Weißtorf recht hoch sein kann (s. Kap. 9.2). Der Materialbedarf muss im Vorwege berechnet werden, um unter Berücksichtigung der anstehenden Torfschichten und der Wertestufung der Vegetation auf den potentiellen Entnahmeflächen zu prüfen, ob ausreichend Material in unmittelbarer Umgebung der Dammlinie gewonnen werden kann (Berechnungsbeispiele hierzu sind bei BLANKENBURG 2004 zu finden). In bisamreichen Regionen ist eine flache Böschung zur Wasserseite hin zu empfehlen, da die Tiere eher in steilen Kanten graben.

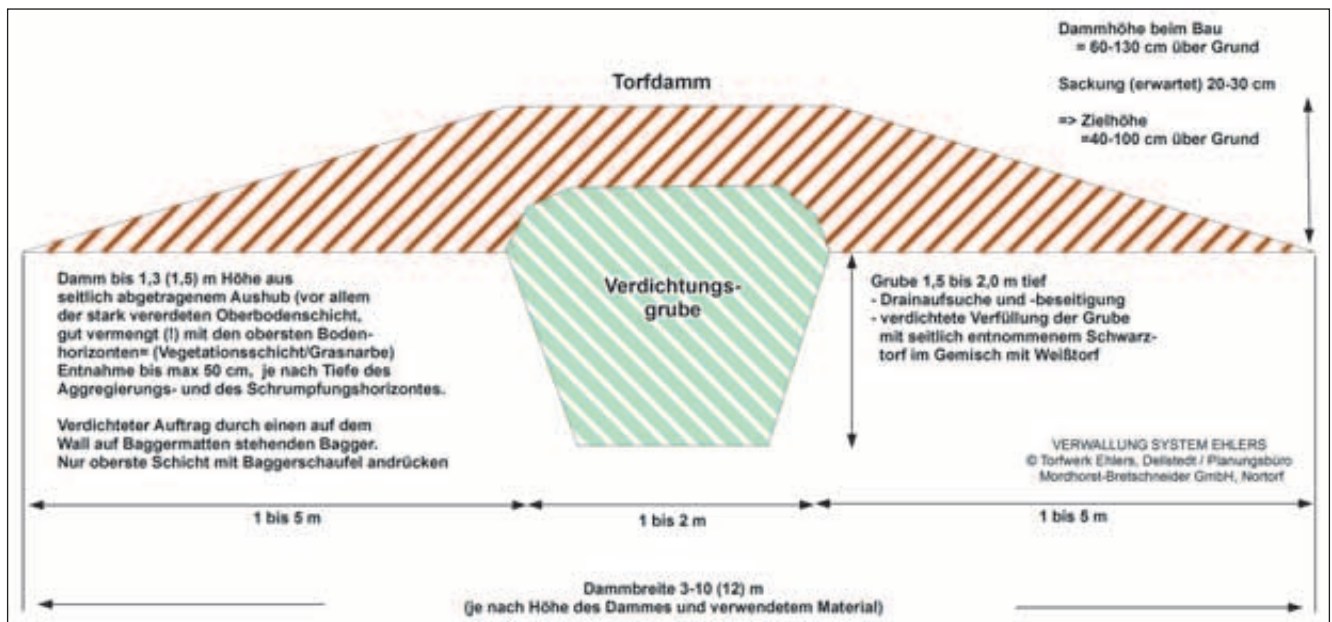


Abbildung 88 : Schematischer Aufbau der Torfdämme nach dem System EHLERS (Grafik: H. Mordhorst-Bretschneider)

Ist nicht genug Torf vorhanden, sind von einer zu errichtenden Abdämmung wertvolle Vegetationsbestände betroffen oder muss mit einem besonders starken Wasserdruck nach Anstau gerechnet werden, z.B. wenn der zu errichtende Damm einen breiten Graben kreuzt, ist der Einbau von Kunststoff-Spundwänden (vorzugsweise aus Recyclingmaterial) das Mittel der Wahl. Bei ausschließlicher Torfverwendung könnte es aufgrund des zu erwartenden starken Wasserdruckes zu Damnbrüchen kommen.

Je nachdem wie stark die Oberfläche des Moores geneigt ist, sind zusätzlich zu einer Randverwallung weitere Zwischenwälle erforderlich. Es hat sich gezeigt, dass die Anlage solcher Wälle

in einem Abstand von ca. 25 cm Höhenunterschied für eine einigermaßen gleichmäßige Vernässung sorgen können. Wichtig ist dabei, einen Überstau weitgehend zu vermeiden, um wertvolle Pflanzenbestände nicht zu zerstören und es nicht zur Freisetzung von Methan durch Vergärung von überstauter Vegetation kommen zu lassen. Außerdem ist zur neuen Torfbildung die Ansiedlung von Torfmoosen erforderlich, die am ehesten auf ständig gut vernässten, jedoch - außer in den Wintermonaten - nicht überstauten Flächen zustandekommt. Eine Bildung von Torfmooschwinggrasen auf offenen Wasserflächen nimmt ungleich mehr Zeit in Anspruch.

- **Anrampungen**

Eine weitere Methode, den Wasserabfluss aus steilen Kanten von Moorsockeln aus wenig zersettem, also wasserdurchlässigem Weißtorf einzudämmen, ist der Bau von Torframpen. Nach Beseitigung der Vegetationsdecke an der Sockelkante wird mit Schwarztorf, der möglichst aus benachbarten Flächen stammt, von außen an die Kante eine Rampe gebaut (STREEFKERK & CASPARIE 1997). Vorhandene Randgräben können mit einbezogen werden, nachdem sie verfüllt worden sind. Durch diese Abdichtung steigt der Wasserspiegel und der Torfkörper kann wieder aufquellen. Die zu erwartende Auf-

quellung ist bei der Höhe der Rampe – neben der zu erwartenden Sackung des Materials – zu berücksichtigen. Mit dieser Maßnahme wird die Entwicklung eines sekundären, den Moorrand abdichtenden Randgehänges imitiert, die ansonsten durch Moorsackung aufgrund Mineralisation viele Jahre dauern würde (AUE 1991).

Diese Art der Abdichtung von steilen Torfkanten ist im Hinblick auf Flächen und Torfbedarf nur bis zu einer gewissen Höhe der Kanten anwendbar.



Abbildung 89: Anrampung mit aufgehöhter Grabenverfüllung im Hartshoper Moor (Foto: H. Mordhorst-Bretschneider)



- **Dampfpflege**

Unumgänglich ist eine Dampfpflege dort, wo sich Gehölze auf dem Damm ansiedeln, die durch verstärktes Wurzelwachstum Torfdämme wasserdurchlässig machen können. Zumindest die befahrbare Dammkrone sollte dann gemäht, aber bei schmalen Dämmen durchaus auch an den Böschungen aufkommende Gehölze entfernt werden.

- **Bau von Überläufen**

Zur Ableitung von Überschusswasser sind regulierbare Überläufe erforderlich, damit die Däm-

me nicht überspült und Dammbrüche vermieden werden. Sie sollten auf einen Ablauf bei 20-30cm unter der Dammkrone eingestellt werden. Hierdurch lässt sich die Wasserspiegelhöhe gezielt steuern und an eintretende Aufquellungen des Moorkörpers anpassen. Wichtig beim Einbau der Rohre ist, dass sie entweder auf dem nicht mehr quellenden Schwarztorf verlegt oder, falls sie doch im Weißtorf installiert werden müssen, so fixiert werden, dass sie durch Aufquellungen im Zuge des Wasserstandsanstieges nicht in Schräglage geraten (s. Abb. 90).



Abbildung 90 : Keine ausreichende Sicherung des zudem zu langen Überlaufrohres (Foto: A. Bretschneider)

- **Grabenabdämmung**

Vorausgesetzt, Gräben schneiden nicht in den mineralischen Untergrund ein, ist eine Abdämmung mit 5-10m langen Torfpfropfen, ausreichend dimensionierten Holzbrettern mit Torfüberdeckung, Kunststoffplatten oder Kombinationen möglich. Ein stufenweiser Anstau in einem Abstand von ca. 25cm Höhenunterschied ist auch hier geboten. Bei zu erwartendem hohen Wasserdruck sind Überläufe einzubauen, damit die Stau nicht umläufig oder überspült werden. Die Wahl des Materials hängt davon ab, ob Füllmaterial zur Verfügung steht, ob Eingriffe in wertvolle Vegetationsbestände vermieden werden sollen und wie dauerhaft die Stau sein müssen. Erfahrungen haben auch hier gezeigt, dass eine sorgfältige Planung und Vorausschau Schäden und erforderliche Nacharbeiten vermeiden, zumindest aber verringern könnte (PLANUNGSBÜRO MORDHORST-BRETSCHNEIDER, 2010).

#### **Weitere Maßnahmen**

Um die wasserhaltenden Maßnahmen zu unterstützen und die Entwicklung moortypischer Vegetation zu beschleunigen, sind zusätzlich Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen möglich.

- **Gliederung großer Torfstichgewässer**

Wellenschlag in großflächigen Torfstichen verhindert meist die Entwicklung von Torfmooschwimmdecken. Um die Ansiedlung und Ausbreitung von Torfmoosen zu fördern, ist die Verminderung von Wellenschlag mittels Dammbau möglich. Eine einfache Methode ist auch das Ansägen nah am Gewässer stehender Birken, die dann als „Wellenbrecher“ in den Uferbereich gelegt werden. Auch das Abschrägen steiler Torfstichkanten kann die Ausbreitung von Torfmoosen aus dem Torfstich heraus fördern. Hierbei sind jedoch vorhandene oder potentielle Winterschlafplätze von Reptilien zu berücksichtigen.

- **Gehölzreduzierung**

Das Absägen von Birken auf nicht ausreichend angestauten Hochmoorstandorten führt erfahrungsgemäß zum vermehrten Wiederaustrieb der Bäume und macht eine ständige Pflege durch Mahd oder Abschneiden erforderlich. Viele ehrenamtliche Naturschützer haben sich

über Jahre eingesetzt, finden aber keinen Nachwuchs, der diese Arbeiten übernimmt. Auch sie haben die Beobachtung gemacht, dass Entbirken nur als Unterstützung wasserhaltender Maßnahmen dienen kann, wo sonst lichtliebende wertvolle Hochmoorvegetation verdrängt würde. Effektiver als das Absägen der Bäume ist das Ringeln und lediglich ein Auslichten dichter Bestände bis auf einen lockeren Birkenschirm, der förderlich für das Mikroklima ist und vor austrocknenden Winden schützt (BRETSCHNEIDER, 2012). Nachhaltig können Birken im Moor aber nur durch die Einstellung eines moortypischen Wasserstandes verdrängt oder zumindest geschwächt werden.

- **Pflege mit Schafen**

Die Schafbeweidung in Hütelhaltung hat sich in Schleswig-Holstein in vielen Gebieten bewährt. Nicht nur das Pfeifengras wird zurückgedrängt, vor allem wird auch durch die mitgeführten Ziegen der Baumbestand kurzgehalten oder sogar eliminiert. Die Beweidung kann als Übergangsmaßnahme zur Unterstützung der Entwicklung im Zusammenwirken mit Anstaumaßnahmen oder als Dauerpflege dort erfolgen, wo der Wasserstand etwa wegen eines zu starken Oberflächengefälles (z.B. im Dosenmoor) nicht nachhaltig angehoben werden kann (AUE 1991). Durch entsprechende Hütetechnik (GÖRSCHEN & MÜLLER, 1985/86) kann ein Nährstoffaustrag erzielt und gegenüber einer Mahd die Bult-Schlenkenstruktur herausgearbeitet werden.

#### **Artenschutzmaßnahmen**

Die degenerierten Flächen sind vor allem im Hochmoor zu Ersatzlebensräumen für Arten geworden, die an trockenere Standorte gebunden sind. Mit den Maßnahmen zur Wiedervernässung werden diese Flächen wieder in einen naturnäheren – also nasseren – Zustand versetzt. Am sinnvollsten wäre die Schaffung geeigneter Refugien am Rande der Vernässungsflächen. Da diese meist nicht kurzfristig herzustellen sind, können übergangsweise, z.B. für Reptilien, standortangepasste Überwinterungshilfen gebaut werden. Sinnvoll ist in den Mooren hierzu die Verwendung von bei den Renaturierungsarbeiten anfallenden Baumstubben und Grasbulen (Abbildung 91).





Abbildung 91: Überwinterungshilfen für Reptilien im Großen Moor bei Dellstedt (Foto: A. Bretschneider)

### **Pflege von Niedermoorgrünland**

Eine konventionelle Nutzung ist auf wiedervernässtem Niedermoorgrünland nicht mehr möglich, allerdings ist eine extensive Beweidung zur Entwicklung und Erhaltung wertvoller Vegetationsbestände wie Fadenseggenrieder oder Orchideenwiesen sinnvoll. Je nach Ziel und Standort kann auch eine Mahd empfehlenswert sein, die ebenso wie die Beweidung auch zum Nährstoffaustrag beiträgt.

### **Monitoring**

Alle Stauereinrichtungen bedürfen, solange sie noch erreichbar sind, einer regelmäßigen Kontrolle, um rechtzeitig notwendige Reparaturen vornehmen zu können.

Die bereits im Rahmen der hydrologischen Untersuchungen installierten Wasserstands-Messpegel sollten auch nach Anstaumaßnahmen regelmäßig kontrolliert werden, um den Erfolg zu

überprüfen und notfalls auch mit weiteren Maßnahmen die Wasserhaltung nachsteuern zu können. Quellpegel, die das in einigen Mooren deutlich sichtbare Aufquellen nach Anstaumaßnahmen mit Zahlen belegen könnten, gibt es nur in einzelnen Gebieten, jedoch auch das bisher ohne regelmäßige Ablesungen.

Wichtig ist auch eine Beobachtung der Vegetationsentwicklung, wobei sich bereits nach wenigen Jahren erste Erfolge einstellen können oder eine Änderung der ursprünglichen Zielsetzung erfolgen muss, was im Zusammenhang mit Managementplänen oder den einmal festgelegten Erhaltungszielen für FFH-Gebiete von Bedeutung sein kann. Wie bereits in Kapitel. 3.3 erwähnt, kann auch ein Monitoring der wichtigsten moortypischen Tierarten Aufschluss über die Erfolge von Maßnahmen in Mooren geben.



## 10.2. Organisatorische Erfahrungen

➤ **Angelika Bretschneider**

### **Ablauf**

Verschiedene Projekte haben gezeigt, wie wichtig genaue Untersuchungen für eine konkrete Planung mit nachhaltiger Wirkung sind. Deshalb hat das LLUR im Rahmen der Umsetzung des Moorschutzprogramms beispielhaft ein Leistungsverzeichnis für Untersuchungs- und Planungsaufträge erarbeitet, das für das jeweilige Projektgebiet erweitert oder abgeändert werden kann. Eine enge Abstimmung zwischen allen Beteiligten, aber auch eine rechtzeitige Beteiligung der von Maßnahmen Betroffenen, sind für eine erfolgreiche Umsetzung eines Renaturierungs-Projektes Voraussetzung. Aber auch eine gewisse Öffentlichkeitsarbeit kann für das Verständnis förderlich sein. Je nach zu erwartenden Auswirkungen auf die Vorflutsituation der Umgebung des jeweiligen Moores oder auf benachbarte Flächen ist ein wasserrechtliches Genehmigungsverfahren durchzuführen.

Auch wenn solch umfangreiche Beteiligungs- oder Genehmigungsverfahren den Zeitpunkt des Maßnahmenbeginns mehrere Monate hinauszögern können, sind sie aber rechtlich und für die Akzeptanz oft unumgänglich. Hilfreich ist die Unterstützung von engagierten örtlichen Vereinen oder den Gemeinden, die vor Ort Überzeugungsarbeit leisten können.

### **Probleme und Konflikte**

Der Moorschutz in Schleswig-Holstein stützt sich auf einen kleinen Kreis von Akteuren. Nicht nur in den zuständigen Behörden ist die Zahl der MoorexpertInnen gering, auch die Anzahl der PlanerInnen mit Erfahrung in der Moorrenaturierung und die der ausführenden Firmen mit geeignetem Maschinenpark und geschulten Mitarbeitern ist überschaubar. Dies, gepaart mit den artenschutzrechtlichen Vorschriften, die das

Zeitfenster für umfangreichere Bodenarbeiten mit Moorbaggern einengen, so dass oft nur die nassen Wintermonate bleiben, kann einen zügigen Ablauf, aber manchmal auch die Baggerfahrer, gefährden.

Zudem geben nicht immer alle EigentümerInnen von Moorflächen ihr Einverständnis, so dass die Umsetzung der ökologischen Verbesserung der Moorflächen blockiert wird.

Probleme bereiten auch immer wieder Wege, die durch Moore hindurchführen und deren Aufrechterhaltung von den Gemeinden manchmal zur Auflage gemacht wird. Hier müssen dann aufwändige technische Eingriffe erfolgen, um sowohl den Moorschutz voranzubringen als auch die Nutzung der Wege – meist zur Erholung – weiterhin zu ermöglichen. Es sollte dann aber auch die Chance genutzt werden, den Besucherinnen und Besuchern Einblicke in die renaturierten Flächen zu gewähren und über Sinn und Zweck der Maßnahmen aufzuklären.

Letztendlich können aber neben Konflikten auch schon aufgrund naturschutzfachlich unterschiedlicher Zielsetzungen zwischen Arten-, Moor- und Klimaschutz auf denselben Flächen viele Synergien auftreten. Es bedarf einerseits einer genauen Analyse und Abwägung des höheren Gutes oder Bedarfes, andererseits der Erarbeitung von Maßnahmen und Flächen mit großen Schnittmengen der verschiedenen Erhaltungs- und Entwicklungsziele. Manchmal ist bestimmten Tierarten auch schon mit einer zeitlichen Staffelung der Durchführung von Maßnahmen geholfen oder es ergeben sich im Laufe der Zeit weitere Flächenankäufe mit Entwicklungspotenzial und damit eine Entspannung von Konflikten.

# 11. Fazit

Schleswig-Holstein gehört zu den moorreichsten Bundesländern in Deutschland. Ursprünglich waren mehr als 10% der Landesfläche von Mooren bedeckt, deren große Ausprägungsvielfalt auf wechselnde Entstehungs- und Entwicklungsbedingungen seit der letzten Eiszeit zurückzuführen ist.

Allerdings sind Moore, in denen die vollständige Landschaftsgeschichte seit dem Ende der Weichsel-Kaltzeit vor 11.500 Jahren bis heute ungestört archiviert ist, heute kaum noch vorhanden. Grund hierfür ist die Nutzung durch den Menschen. Denn ab dem 18. Jahrhundert wurden die norddeutschen Moore systematisch kolonisiert und die Nutzung immer weiter intensiviert. Dabei wurden schließlich seit der Zeit der Industrialisierung mit dem ansteigenden Wachstum der Bevölkerungszahl und damit einhergehenden größeren Bedarf an landwirtschaftlicher Fläche die allermeisten Moore größtenteils unter staatlicher Förderung kultiviert.

Bis heute führen Entwässerung und Düngung von genutzten Mooren zu irreversiblen Veränderungen der Bodenstruktur und Bodeneigenschaften, verbunden mit Moorsackungen und Torfmineralisation. Ehemals flachgründige Moore sind daher heute auch im bodenkundlichen Sinn häufig nicht mehr als Moorstandorte erhalten. Schließlich hat auch der maschinelle Torfabbau bis in die jüngste Zeit hinein zu einer erheblichen Abnahme der Moorfläche und der Torfvorräte in Schleswig-Holstein geführt.

Aber selbst ohne Torfabbau und landwirtschaftliche Nutzung haben sich die Moorlebensräume unter anderem aufgrund der Eingriffe in den moortypischen Wasserhaushalt verändert. Moortypische Pflanzen und Tiere sind selten geworden. Es gibt praktisch keine von Menschen unbeeinflussten Moore mehr. Nur noch 12 % sind nach optimistischen Schätzungen als naturnah einzustufen, was mit einem immensen Verlust an Ökosystemdienstleistungen einhergeht. Denn intakte Moore sind ökologische Multitalente der Landschaft. Sie sind nicht nur wichtige Lebensräume für Pflanzen und Tiere, sondern wirken darüber hinaus ausgleichend auf den Landschaftswasserhaushalt, filtern Nährstoffe, wirken positiv auf das Lokalklima und haben

eine Funktion als effektive Kohlenstoffsенке, stellen damit also einen großen Wert für die Gesellschaft dar. Moore speichern weltweit etwa doppelt so viel Kohlenstoff wie alle Wälder dieser Erde.

Wasserwirtschaftlich unbeeinflusste Moore stabilisieren den Landschaftswasser- und Stoffhaushalt und wirken bei Extremregenereignissen regulierend auf die Abflussbildung. Gewässerbegleitende Moore tragen zudem zum vorsorgenden Hochwasserschutz bei. Darüber hinaus haben sie eine Senkenfunktion für Nährstoffe und Schadstoffe, was den Seen, Flüssen und unseren Meeren zugutekommt. Wachsende Moore speichern in ihren Zellstrukturen Kohlenstoff und andere Stoffe, legen diese also fest, während ausgetrockneter Torf diese Stoffe in die Atmosphäre und in die Entwässerungssysteme freisetzt. Die große Bedeutung für den Klimaschutz ist längst bekannt und hat in den letzten Jahren auch zu einer verbesserten Finanzierung von Renaturierungsmaßnahmen und weiteren Schutzprogrammen, die in etwas moorschonenderer Weise noch eine Nutzung zulassen, geführt. Wenn diese auch längst noch nicht ausreichen, um einen deutlichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, so profitiert wenigstens die Biodiversität. Denn naturnahe Moore sind wichtige Lebensräume für hochspezialisierte Tier- und Pflanzenarten, wie z.B. die Torfmoose, die entscheidend zur Torfbildung in Hochmooren beitragen.

Aber typische, an weitgehend ungestörte hydrologische Bedingungen angepasste Pflanzengesellschaften oder FFH-Lebensraumtypen sind heute nur noch kleinflächig vertreten. Natürliche Ausbildungen einiger Niedermoorvegetationstypen sind nicht mehr zu finden. Selbst ehemals aus Niedermoorernutzungen entstandene, häufige und artenreiche Feuchtwiesen sind in den vergangenen Jahren durch Nutzungsintensivierung und Nutzungsaufgabe dramatisch zurückgegangen. In den Hochmooren kommen primäre Vorkommen der Bult- und Schlenken-Gesellschaften nicht mehr vor. Lediglich Sekundärausprägungen finden sich in wiedervernässten Mooren und in verlandeten bäuerlichen Handtorfstichen zahlreicher Restmoore. Aufgrund der anhaltenden Eutrophierung und Entwässerung der Landschaft, aber auch des Kli-

mawandels, ist ihre Zukunft ungewiss, und es kann zu Verschiebungen zugunsten von Zwergsträuchern, Pfeifengras und Moorbirke kommen.

Um dem entgegenzuwirken werden seit vielen Jahren Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt, die mittlerweile auch gute Erfolge zeigen. Am wichtigsten ist dabei die Anhebung der Moorwasserstände, so dass sich die Torfmoosbestände wieder entwickeln oder wenig zersetzte Torfschichten wieder aufquellen können. Auf Niedermooren bedarf es häufig auch bei optimierten Wasserständen einer dauerhaften Pflege, idealerweise mittels extensiver Nutzung. Es gibt für die erfolgreiche Renaturierung sowohl von Hochmooren als auch von Niedermooren zahlreiche positive Beispiele. Diese haben auch zu Kenntniszuwachs geführt, dennoch wird es auch zukünftig Maßnahmen begleitenden Forschungsbedarf geben.

Die Renaturierung von Moorflächen mit stark gestörtem Wasserhaushalt hat natürlich auch positive Effekte für moortypische Tierarten. Zahlreiche Insektenarten, wie z.B. viele Laufkäferarten, sind allein wegen der Torfstruktur des Bodens an Moore gebunden. Für Amphibien und Reptilien ist das Vorhandensein von Gewässern ebenso wichtig wie für Libellen. Bestände typischer Vertreter der Vogelwelt der Moore sind aufgrund der Zerstörung der Moore oder auch der heute intensiven Nutzung stark dezimiert. Heutzutage werden Moore, in denen

Naturschutzmaßnahmen umgesetzt wurden, ornithologisch gekennzeichnet durch Arten der Flachgewässer, der Moorbirkenwälder und der extensiv im Rahmen von Naturschutzprogrammen beweideten Moorrandbereiche.

Bisher konnten Moorschutzmaßnahmen mit viel Engagement auch ehrenamtlicher Naturschützer durchgeführt und der Öffentlichkeit präsentiert werden. Finanziell hat es für Flächenankäufe, Planung und Umsetzung Unterstützung vom Land Schleswig-Holstein und der EU gegeben. Dies wird auch weiterhin erfolgen. Darüber hinaus bietet das Moorschutzprogramm mit dem Moorschutzfonds der Stiftung Naturschutz, aber auch mit Flurbereinigungsverfahren die nötige Hilfestellung.

Die Interessen des Boden-, Biotop- und Artenschutzes sowie des Gewässer- und Klimaschutzes gehen häufig in dieselbe Richtung, nämlich hin zu moortypischen Wasserständen. Gleichwohl gibt es auch Zielkonflikte zwischen diesen Schutzgütern. Deshalb sind bei Maßnahmen zur Renaturierung, ob im Hochmoor oder im Niedermoor, alle Bedürfnisse und Ziele zu analysieren und möglichst miteinander abzustimmen. Aber auch bei konkurrierenden Nutzungsinteressen, vor allem der Land- und Forstwirtschaft, müssen langfristig tragbare Lösungen entwickelt werden, die auch dazu beitragen, das Landschaftsbild des moorreichen Schleswig-Holsteins zu erhalten.



# 12. Literatur

- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl. Hannover.
- AG NIEDERUNGEN 2050 / MARSCHENVERBAND SCHLESWIG HOLSTEIN (Hrsg.) (2014): Grundlagen für die Ableitung von Anpassungsstrategien in Niederungsgebieten an den Klimawandel. 139 S., Itzehoe.
- ALETSEE, L. (1959): Zur Geschichte der Moore und Wälder des nördlichen Holsteins. In: Nova Acta Leopold. 139, 21, 1-51.
- AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION, 18.6.2013, Beschluss Nr. 529/2013/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Mai 2013 „Anrechnung und Verbuchung von Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen.“
- ANDREZKE, H. (1995): Auswirkungen von Überschwemmungen auf die Carabidenfauna eines norddeutschen Grünlandgebietes. Mitteilung deutsche Gesellschaft. allg. angew. Ent. 9, 813-818
- ANDRUS, R.E. (1986): Some aspects of Sphagnum ecology. – Canadian Journal of Botany 64(2): 416-426, 10.1139/b86-057
- ARBEITSGRUPPE NIEDERUNGEN 2050 unterstützt durch den Marschenverband Schleswig-Holstein e.V. (2014): Abschlussbericht. Grundlagen für die Ableitung von Anpassungsstrategien in Niederungsgebieten an den Klimawandel.
- ARBEITSGRUPPE BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. verbesserte und erweiterte Auflage. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 392 S.
- ASSMANN, T. & JANSSEN, J. (1999): The effects of habitat changes on the endangered ground beetle *Carabus nitens* (Coleoptera: Carabidae). Journ. Insect. Conservation 3, 107-116
- AUE, B. (1991): Über die moorhydrologische Schutzfunktion des sekundären Randgehänges im Dosenmoor bei Neumünster (Schleswig-Holstein). – Telma 21:157-174.
- AUGUSTIN, J. (2003): Gaseous emissions from constructed wetlands and (re)flooded meadows. – Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 94: 3-8
- AUGUSTIN, J., MERBACH, W., KÄDING, SCHMIDT, W. & SCHALITZ, G. (1996): Lachgas- und Methanemission aus degradierten Niedermoorstandorten Nordostdeutschlands unter dem Einfluß unterschiedlicher Bewirtschaftung. – In: Alfred-Wegener-Stiftung (ed.): Von den Ressourcen zum Recycling: 131-139; Berlin (Ernst & Sohn).
- AUGUSTIN, J., MERBACH, W., STEFFENS, L. & SNELINSKI, B. (1998): Nitrous oxide fluxes of disturbed minerotrophic peatlands. – Agrobiological Research 51: 47-57
- AVERDIECK, F.-R. (1957): Zur Geschichte der Moore und Wälder Holsteins. Nova Acta Leopold. 130, 19, 1-385.
- AVERDIECK, F.-R. & HAYEN, H. (1990): Der Entwicklungsgang im zeitlichen Ablauf. – In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 3. Auflage, 529 S., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- BAGUETTE, M. (2003): Long distance dispersal and landscape occupancy in a metapopulation of the cranberry fritillary butterfly. Ecology 26, 153-160.
- BAKER, J., BEEBEE, T., BUCKLEY, J, GENT, T. & ORCHARD, D. (2010): Amphibian Habitat Management Handbook. AMPHIBIAN AND REPTILE CONSERVATION (Hrsg.), Bournemouth.
- BARGMANN, J. (1997): Wiedervernässung von Niedermooren – Eine Darstellung aus Sicht der Landwirtschaft im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein
- BECKMANN, K.-O. (1964): Die Vogelwelt Schleswig-Holsteins. – 155 S., Wachholtz.

- BEHR, H. (1988): Kleinräumige Verbreitungsmuster von Dytisciden-Populationen (Coleoptera; Dytiscidae) in zwei Oberharzer Hochmooren. Faunistisch-Ökologische Mitteilungen 6, 43-52.
- BEHRE, K.-E. (2008): Landschaftsgeschichte Norddeutschlands. Umwelt und Siedlung von der Steinzeit bis zur Gegenwart. – 308 S., Wachholtz.
- BERICHT DER LANDESREGIERUNG (2011): Integriertes Energie- und Klimakonzept für Schleswig-Holstein; [http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/klimaschutz/Downloads/IEKK.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/klimaschutz/Downloads/IEKK.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
- BERICHT DER LANDESREGIERUNG (2009): Klimaschutzbericht 2009; [http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/klimaschutz/Downloads/Klimaschutzbericht\\_2009.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/klimaschutz/Downloads/Klimaschutzbericht_2009.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
- BERNDT, R.K. (1986): Zur Brutverbreitung des Brachvogels in Schleswig-Holstein auf landwirtschaftlichen genutzten Grünlandflächen. Corax 11: 311-317
- BERNDT, R.K. (1995): Die Brutvögel der schleswig-holsteinischen Hochmoore – Situation, Entwicklung und Schlussfolgerungen für Hochmoorrenaturierungen. Ökol. Vögel 17: 185-220
- BERNDT, R.K. (2012): Zum Vorkommen einiger ehemaliger Brutvögel in Schleswig-Holstein – Großtrappe (*Otis tarda*), Mornellregenpfeifer (*Charadrius morinellus*), Goldregenpfeifer (*Pluvialis apricaria*), Zwergschnepfe (*Limnocyptes minimus*), Triel (*Burhinus oedicnemus*), Rosenseeschwalbe (*Sterna dougallii*), Blauracke (*Coracias garrulus*), Wiedehopf (*Upupa epops*), Seggenrohrsänger (*Acrocephalus paludicola*), Schwarzstirnwürger (*Lanius minor*), Rotkopfwürger (*Lanius senator*). Ökol. Vögel 17: 185-220
- BERNDT, R.K., KOOP, B. & STRUWE-JUHL, B. (2002): Brutvogelatlas. Vogelwelt Schleswig-Holstein, Bd. 5, Wachholtz.
- BLANKENBURG, J. (2004): Praktische Hinweise zur optimalen Wiedervernässung von Torfabbauflächen. – Geofakten 14; Hrsg. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung.
- BLANKENBURG, J., HENNINGS, H. H. & SCHMIDT, W. (2001): Bodenphysikalische Eigenschaften und Wiedervernässung. In: KRATZ, R. & PFADENHAUER, J.: Ökosystemmanagement für Niedermoores – Strategien und Verfahren zur Renaturierung, 81-91, Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- BRETSCHNEIDER, A. (2012): Moorschutzprogramm Schleswig-Holstein. – Telma 42: 103-114, 5 Abb.; Hannover.
- BRETSCHNEIDER, A. (2012): Die Bedeutung von Birken im Hochmoor. – Telma 42: 137-146, 3 Abb.; Hannover.
- BREUER, V., WOHLRAB, K., SCHRAUTZER, J. (2007): Empfehlungen zur Pflege und Restitution von Quellmooren im Oberen Eidertal, unveröff. Gutachten
- BÜRO FÜR BODENBEWERTUNG (1992): Hydrologische Untersuchung im Bereich des Dellstedter Birkwildmoores. – Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege, Kiel
- BUSCHE, G. & LOOFT, V. (2002): Zum Vorkommen des Raubwürgers in Schleswig-Holstein 1800-2000. Corax 19: 1-17.
- CASPERS, G. (2010): Die Unterscheidung von Torfarten in der bodenkundlichen und geologischen Kartierung. In: Telma, 40, S. 33-66.
- COUWENBERG, J., AUGUSTIN, J., MICHAELIS, D., WICHTMANN, D., WICHTMANN, W. & JOOSTEN, H. (2008): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermoores hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. – Unveröffentlichte Studie im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern; Greifswald. <http://duene-greifswald.de/doc/gest.pdf> (letzter Download 13.10.14)

- COUWENBERG, J. (2009a): Methane emissions from peat soils (organic soils, histosols) – Facts, MRV-ability, emission factors. Wetlands International, Ede.
- COUWENBERG, J. (2009b): Emission factors for managed peat soils – An analysis of IPCC default values. Wetlands International, Ede.
- COUWENBERG, J., THIELE, A., TANNEBERGER, F., AUGUSTIN, J., BÄRISCH, S., DUBOVÍK, D., LIASHCHYNSKAYA, N., MICHAELIS, D., MINKE, M., SKURATOVICH, A. & JOOSTEN, H. (2011): Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia*, 674, 67-89.
- CZECH, T. & IRMLER, U. (1998): 10.2 Die Tiergemeinschaften der Hochmoorstadien. In: IRMLER, U., MÜLLER, K. & EIGNER, J. (1998): Das Dosenmoor. Ökologie eines regenerierenden Hochmoores. Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft, Kiel, 245-255.
- DAU, J.H.C. (1821): Ansicht einiger der größeren und kleineren Moore Holsteins und Schleswigs, nebst daraus abgeleiteten Betrachtungen. Schleswig-Holst.-Lauenb. -Provinzialberichte, Kiel, H. 4, 75-85.
- DE VRIES, H.H. & DEN BOER, P.J. (1990): Survival of populations of *Agonum ericeti* Panz. (Col., Carabidae) in relation to fragmentation of habitats. *Netherlands Journal of Zoology* 40, 484-498.
- DIERSSEN, K., v.GLAHN, H., HÄRDTLE, W., HÖPER, H., MIERWALD, U., SCHRAUTZER, J. & WOLFF, A. (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. Schriftenreihe Landesamt Naturschutz 6, 157 S.
- DIERSSEN, K. & DIERSSEN, B. (2001): Moore. – Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Ulmer, Stuttgart.
- DREWS, H. (1995): Ökologische Untersuchungen in einem Niedermoorkomplex. Lehmkuhlener Stauung. Diplomarbeit Universität Kiel, 113 S.
- DREWS, H., JACOBSEN, J., TREPEL, M. & WOLTERS, K. (2001): Moore in Schleswig-Holstein unter besonderer Berücksichtigung der Niedermoore – Verbreitung, Zustand und Bedeutung. In: *Telma*, 30: 241-278
- DRÖSLER, M. (2005): Trace gas exchange and climatic relevance of bog ecosystems, Southern Germany. Dissertation, Technische Universität München.
- DRÖSLER, M., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMANN, L., BEYER, C., CHOJNICKI, B., FÖRSTER, C., FREIBAUER, A., 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. & WEHRHAN, M. (2013): Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz – Moorschutzstrategien“, 2006 – 2013.
- DRÖSLER, M., L. SCHALLER, J. KANTELHARDT, M. SCHWEIGER, D. FUCHS, B. TIEMEYER, J. AUGUSTIN, M. WEHRHAHN, C. FÖRSTER, L. BERGMANN, A. KAPFER UND G.-M. KRÜGER (2012): Beitrag von Moorschutz- und -revitalisierungsmaßnahmen zum Klimaschutz am Beispiel von Naturschutzgroßprojekten. *Natur und Landschaft* 87 (2012) H. 2, S. 70 – 76.
- DÜLGE, R., ANDRETTKE, H., HANDKE, K., HELLBERND-TIEMANN, L. & RODE, M. (1994): Beurteilung nordwestdeutscher Feuchtgrünlandstandorte mit Hilfe von Laufkäfergesellschaften (Coleoptera: Carabidae). *Natur & Landschaft* 69, 148-156.
- EDGAR, P., FOSTER, J. & BAKER, J. (2010): Reptile Habitat Management Handbook. AMPHIBIAN AND REPTILE CONSERVATION (Hrsg.), Bournemouth.
- EDOM, F. (2001): Hydrologische Eigenheiten. In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): *Landchaftsökologische Moorkunde*. Stuttgart.
- EGGELSMANN, R. (1978): Oxidativer Torfverzehr in Niedermoor in Abhängigkeit vom Klima und mögliche Schutzmaßnahmen. In: *Telma* 8, Seite 75-81.



- EGGELSMANN, R. (1982): Anmerkungen zur Berechnungsmethode der Breite hydrologischer Schutzzonen im Moor (van der Molen, TELMA, 11, 1981), TELMA 12, 189-206.
- EIGNER, J. (1998): Einführender Überblick. In: IRMLER, U., MÜLLER, K. & EIGNER, J. (Hrsg.) Das Dosenmoor. Kiel.
- EIGNER, J. (1975): In Schleswig-Holstein geschützt: Moore, Sümpfe und Brüche, Bauernblatt/Landpost 1. Ausgabe vom 8. Januar.
- EIGNER, J. (1978): Über den Wasserhaushalt von Hochmooren, Bauernblatt/Landpost, 31. Ausgabe vom 5. August.
- EIGNER, J. (1982): Pflegemaßnahmen für Hochmoore im Regenerationsstadium, Inf. Natursch. Landschaftspf. 3, 227-237, Warndenburg.
- EIGNER, J. (1995): Renaturierung von Hochmooren – Möglichkeiten und Grenzen nach 20jähriger Erfahrung und wissenschaftlicher Begleitung, Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 7, 189-217, Hannover
- EIGNER, J. & SCHMATZLER, E. (1980): Bedeutung. Schutz und Regeneration von Hochmooren. Naturschutz aktuell, Bd 4, 60 Seiten, Greven
- ESCHENBACH, C., MIDDELHOFF, W., STEINBORN, W., WÖTZEL, J. KUTSCH, W. & KAPPEN, L. (1997): Von Einzelprozessen zur Kohlenstoffbilanz eines Erlenbruchs im Bereich der Bornhöveder Seenkette. – EcoSys Supplement 20: 121-132.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1989): Textbook of Pollen Analysis. – 4. Auflage, bearbeitet von K. FAEGRI, P. E. KALAND und K. KRZYWINSKI, 328 S., John Wiley and Sons, Chichester.
- FISCHER-BENZON, R. v. (1891): Die Moore der Provinz Schleswig-Holstein. Abh. D. Naturw. Ver.Hamburg, 11, H.3.
- FREESE, E. (2005): Zikaden der Hochmoore. Online Veröffentlichung: [www.moorzikaden.uni-oldenburg.de/Zikaden\\_der\\_Hochmoor-reste.pdf](http://www.moorzikaden.uni-oldenburg.de/Zikaden_der_Hochmoor-reste.pdf)
- FREESE, I., LÜTT, S. (2008): Vegetationsentwicklung im Nienwohlder Moor nach Restitutionsmaßnahmen. – Mitteilungen der AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg. – Heft 65: 151-166, Kiel
- FREIBAUER, A., DRÖSLER, M., GENSIO, A. & SCHULZE, E.-D. (2009): Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. – Natur und Landschaft 84: 20-25.
- FRIEDEMANN, M. (2011). Moorlandschaften in Schleswig-Holstein. Kiel.
- FRIES, P.: Die Geschichte Friedrichsholms. <http://www.friedrichsholm.de> (letzter Download 13.10.14)
- FREUND, R. (1987): Quartärgeologische Kartierung des Obereidergebietes zwischen Flintbek und Schmalstede. Christian-Albrechts-Universität, Kiel - Thesis
- GEOLOGISCHES LANDESAMT (HRSG) (1994): Geologische Karte von Schleswig-Holstein 1:10.000, Blatt Dosenmoor. Wissenschaftliche Bearbeitung: Stephan, H.-J. Kiel.
- GESELLSCHAFT FÜR SCHLESWIG-HOLSTEINISCHE GESCHICHTE: Die Heide- und Moorkolonisation 1759 bis 1765. <http://www.geschichte-s-h.de/vonabiszindex.htm> (letzter Download 13.10.2014)
- GESETZ ZUR ERHALTUNG VON DAUERGRÜNLAND (Dauergrünlanderhaltungsgesetz – DGLG) und zur Änderung anderer Vorschriften. Gesetz- und Verordnungsblatt für Schleswig-Holstein 2013; Ausgabe 31. Oktober 2013.
- GfK Gesellschaft zur Förderung der Inneren Kolonisation e.V. (Hrsg.) (1962): 40 Jahre Landeskulturbehörden in Schleswig-Holstein. 1922-1962. 269 S., Landschriftenverlag, Berlin, Bonn.
- GLANDT, D. (2006): Der Moorfrosch. Einheit und Vielfalt einer Braunfroschart. Beiheft der Zeitschrift für Feldherpetologie 10, Bielefeld (Laurenti-Verlag).

- GLANDT, D. (2010): Taschenlexikon der Amphibien und Reptilien Europas. Alle Arten von den Kanarischen Inseln bis zum Ural. Wiebelsheim (Quelle & Meyer).
- GÖRSCHEN, M. & MÜLLER, K. (1985/86): Vergleich der Wirkung von Mahd und Beweidung als Pflegemaßnahme im regenerierenden Hochmoor. – Gutachten im Auftrage des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Schleswig-Holstein, Kiel
- GÖTTLICH, K. (HRSG) (1990): Moor- und Torfkunde. Stuttgart.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1990): Ablagerungen der Moore. – In: Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 3. Auflage, 529 S., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- GRUBE, A. (2007): Geotope in Schleswig-Holstein - einmalige Zeugen der Landschafts- und Klimaentwicklung.- Jahresber. LANU 2006/2007: 183-190.
- GRUBE, A., FUEST, T. & MENZEL, P. (2010): Zur Geologie des Himmelmoores bei Quickborn (Schleswig-Holstein) In: Telma, 40, S. 19-32.
- GUERCI, M., TRYDEMAN KNUDSEN, M., BAVA, L., ZUCALI, M., SCHÖNBACH, P. & KRISTENSEN, P. (2013): Parameters affecting the environmental impact of a range of dairy farming systems in Denmark, Germany and Italy. Journal of Cleaner Production, 54, 133-141.
- HAHN-SCHÖFL, M., ZAK, D., MINKE, M., GELBRECHT, J., AUGUSTIN, J. & FREIBAUER, A. (2011): Organic sediment formed during inundation of a degraded fen grassland emits large fluxes of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>. Biogeosciences, 8, 1539-1550.
- HAYEN, H. (1990): Moorarchäologie. – In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 3. Auflage, 529 S., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HELLER, K. & IRMLER, U. (1996): Effizienzkontrolle im Naturschutzgebiet Alte Sorge-Schleife – Wirbellose Fauna. In: LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.): Ökologische Entwicklungsmöglichkeiten im Eider-Treene-Sorge-Gebiet – Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen. Kiel, 70-75.
- HELLER, K. & IRMLER, U. (1997): Auswirkungen der Wiedervernässung auf die Wirbellosen-gemeinschaften in Grünlandsystemen des NSG „Alte Sorge-Schleife“. Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster 18, 63-76.
- HELLBERG, F. (1995): Entwicklung der Grünlandvegetation bei Wiedervernässung und periodischer Überflutung. Vegetationsökologische Untersuchungen in nordwest-deutschen Überflutungspoldern. Diss. Bot 243, Cramer, Berlin, Stuttgart.
- HENRIKSSON, M., FLYSJÖ, A., CEDERBERG, C. & SWENSSON, C. (2011): Variation in carbon footprint of milk due to management differences between Swedish dairy farms. Animal, 5:9, 1474-1484.
- HOLSTEN, B., NEUMANN, H., WIEBE, C. & WRIEDT, S. (2001): Die Wiedervernässung der Pohnsdorfer Stauung. Eine Zwischenbilanz unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Vegetation sowie die Amphibien- und Brutvogelbestände. Die Heimat 11/12: 195-205.
- HÖPER, H. (2007): Freisetzung klimarelevanter Gase aus deutschen Mooren. Telma, Bd. 37, Seite 85-116.
- HÖPER, H. (1998): Stickstoff- und Kohlenstoff-mineralisation in landwirtschaftlich genutzten Niedermooren. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Band 88, S. 99-102.
- HUK, T. & KÜHNE, B. (1999): Substrate selection by *Carabus clatratus* (Coleoptera, Carabidae) and its consequences for offspring development. Oecologia 121, 348-354.
- HUTCHINSON, G. L. & MOSIER, A. L. (1981): Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. Soil Science Society of America Journal, 45, 311-316.

- IPCC (2007): Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the International Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IRMLER, U. & CZECH, T. (1998): 10.3 Einfluss der Renaturierungsmaßnahmen auf die Wirbellosen-Fauna. In: IRMLER, U., MÜLLER, K. & EIGNER, J (1998): Das Dosenmoor. Ökologie eines regenerierenden Hochmoores. Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft, Kiel, 255-269.
- IRMLER, U. & GÜRLICH, S. (2004): Die ökologische Einordnung der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) in Schleswig-Holstein. Faunistisch-Ökologische Mitteilungen Supplement 32, 117 S.
- IRMLER, U. (2014): Autecology and population ecology of *Chlaenius nigricornis* (F., 1787) and *Blethisa multipunctata* Bonelli, 1810 in a wet grassland area of northern Germany (Coleoptera: Carabidae). Faunistisch-Ökologische Mitteilungen 9, 357-370.
- IRMLER, U., MÜLLER, K. & EIGNER, J (1998): Das Dosenmoor. Ökologie eines regenerierenden Hochmoores. Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft, Kiel, 283 S.
- IRMLER, U., RECK, H., SCHREINER, R. & SCHULZ, B. (2010): Laufkäfer als Bioindikatoren auf der Standortebene. In: IRMLER, U., SCHRAUTZER, J. & TREPEL, M (Hrsg.): Naturschutzmanagement in Flusstallandschaften am Beispiel des Eidertales. Ulmer, Stuttgart, 99-117.
- IRMLER, U., SCHRAUTZER, J. & TREPEL, M. (2010): Naturschutzmanagement in Flusstallandschaften am Beispiel des Eidertales. Ulmer Verlag, Stuttgart, 253 S.
- JENSEN, K., GRANKE, O., HOPPE, B. KIECKBUSCH, J., TREPEL, M., LEINER, U. (2001): Weideland-schaft Eidertal – Naturschutz durch extensive Beweidung und Wiedervernässung. PGM Klett-Perthes
- JENSEN, K. & SCHRAUTZER, J.(1999): Consequences of abandonment for a regional fen flora and mechanisms of successional change. Applied Vegetation Science 2: 79-88.
- JENSEN, R., COUWENBERG, J., TREPEL, M. (2010): Bilanzierung der Klimawirkung von Moorböden in Schleswig-Holstein. – TELMA Bd. 40, Seite 215-228
- JENSEN, R., LANDGRAF, L., LENSCHOW, U., PATERAK, B., PERMIEN, T., SCHIEFELBEIN, U., SORG, U., THORMANN, J., TREPEL, M., WÄLTER, T., WREESMANN, H. & ZIEBARTH, M. (2012): Potenziale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. Gemeinsame Erklärung der Naturschutzbehörden. Kiel. [http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/Positionspapier.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/Positionspapier.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (letzter Download 27.07.2016)
- JENSEN, R., LANDGRAF, L., LENSCHOW, U., PATERAK, B., PERMIEN, T., SCHIEFELBEIN, U., SORG, U., THORMANN, J., TREPEL, M., WÄLTER, T., WREESMANN, H. & ZIEBARTH, M. (2012): Positionspapier – Potenziale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. Natur und Landschaft 87:87-88
- JEROMIN, K. & KOOP, B. (2013): Untersuchungen zu ausgewählten Vogelarten des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie in Schleswig-Holstein – Zusammenfassung der Berichte aus den Jahren 2007-2012. Corax 22: 161-249.
- JOOSTEN, H. & SUCCOW, M. (2001): Zum Begriff Moor und vom Wesen der Moore. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart.
- JOOSTEN, H., BRUST, K., COUWENBERG, J., GERNER, A., HOLSTEN, B., PERMIEN, T., SCHÄFER, A., TANNENBERGER, F., TREPEL, M., WAHREN, A. (2013) Moorfutures, BfN-Skript 350
- JOOSTEN, H. & COUWENBERG, J. (2001): Bilanzen zum Moorverlust. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, 629 S., S. 406-411, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- JOOSTEN, H. (2014): Die Moorwelt wird nass. Nationalpark 2014 (3): 12-17.



- KLIMKOWSKA, A., VAN DIGGELEN, R., GROOTJANS, A.P. & KOTOWSKI, W., (2010): Prospects for fen meadow restoration on severely degraded fens. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12: 245-255.
- KLINGE, A. (2003): Die Amphibien und Reptilien Schleswig-Holsteins – Rote Liste (3. Fassung). LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.), Flintbek.
- KLINGE, A. (2011): 30 Jahre Moor- und Heidepflege im Raum Sorgwohld: Untersuchungen zur Amphibienfauna. Gutachten im Auftrag des Unabhängigen Kuratoriums Landschaft Schleswig-Holstein e.V., Strohbrück.
- KLINGE, A. & C. WINKLER (Bearb.) (2005): Atlas der Amphibien und Reptilien Schleswig-Holsteins. – LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT SCHLESWIG-HOLSTEIN & ARBEITSKREIS WIRBELTIERE SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.), LANU SH – Natur 11, Flintbek.
- KLÖTZLI, F. (1969): Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 52.
- KLUGE, B. (2003): Moorschwind und C-Verlust von entwässerten Niedermoorböden – dargestellt am Beispiel Randow-Welsebruch. Diplomarbeit TU Berlin.
- KNIEF, W., BERNDT, R.K., HÄLTERLEIN, B., JEROMIN, K., KIECKBUSCH, J. & KOOP, B. (2010): Die Brutvögel Schleswig-Holsteins – Rote Liste. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.
- KÖNTOPP, B. (2010): Habitatwahl und Populationsökologie der Schlingnatter (*Coronella austriaca* LAURENTI, 1768) in einem anthropogen beeinflussten Hochmoor Schleswig-Holsteins. *Faun.-Ökol. Mitt.* 9, Neumünster, 77-109
- KOOP, B. & R.K. BERNDT (2014): Zweiter Brutvogelatlas. Vogelwelt Schleswig-Holstein, Bd. 7. Wachholtz.
- KOPPISCH, D. (2001): Prozesse auf Moorstandorten (topische Betrachtung). – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, 629 S., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- KOSKA, I. (2001). Ökohydrologische Kennzeichnung. In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (eds.): Landschaftsökologische Moorkunde, pp. 92-111. Schweizerbarth, Stuttgart.
- KRUSE, J., ALTERMANN, M. SCHLICHTUNG, A. KRETSCHMER, H. & LEINWEBER, P. (2011): Bewirtschaftungsbedingte Veränderungen von Niedermoorböden in der Lewitz-Niederung. In: *Telma*, Bd. 41, S. 15-28
- LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME (HRSG) (2012): Geologische Übersichtskarte von Schleswig-Holstein 1:250.000. Wissenschaftliche Bearbeitung: Kaufhold, H., Burbaum, B. & Grube, A. Flintbek.
- LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (1977): Aufbau und Tätigkeit, Heft 1, 60 Seiten, Kiel.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT SCHLESWIG-HOLSTEIN (2002): Programm zur Wiedervernässung von Niedermooren, Flintbek
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN (2013): Richtwerte für die Düngung
- LANGE, G. (2006): Vortrag „Landwirtschaft im Moor: Gestern! Heute... Morgen?, Landwirtschaftskammer Niedersachsen
- LEPPELT, T., DECHOW, R., GEBBERT, S., FREIBAUER, A., LOHILA, A., AUGUSTIN, J., DRÖSLER, M., FIEDLER, S., GLATZEL, S., HÖPER, H., JÄRVEOJA, J., LÄRKE, P. E., MALJANEN, M., MANDER, Ü., MÄKIRANTA, P., MINKKINEN, K., OJANEN, P., REGINA, K. & STRÖMGREN, M. (2014): Nitrous oxide emission hotspots from organic soils in Europe. *Biogeosciences Discussions*, 11, 9135-9182.
- LINDNER-EFFLAND, M. (2002): Vegetation und Stratigraphie von Sphagnum-Mooren in der Jungmoräne Schleswig-Holsteins, Mecklenburg-Vorpommerns und Südjütlands. Unveröff. Dissertation am Bot. Inst. der Christian Albrechts Universität zu Kiel.

- LUTHARDT, V. & ZEITZ, J. (2014): Moore in Brandenburg und Berlin. Rangsdorf.
- LÜTT, S. (1988): Vegetationskundliche Untersuchungen im Salemer Moor unter besonderer Berücksichtigung des Naturschutzes, Dipl.-Arb. Kiel.
- LÜTTIG, G. (1993): „Revitalisierung“ statt „Renaturierung“, Telma 23, 95-116
- MALJANEN, M., SIGURDSSON, B. D., GUÐMUNDSSON, J., ÓSKARSSON, H., HUTTUNEN, J. T. & MARTIKAINEN, P. J. (2010): Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries – present knowledge and gaps. Biogeosciences, 7, 2711-2738.
- MANOLIS, K., GEHRT, E., HÖPER, H., KRÜGER, K., LANGNER, S., MÜLLER, U., RÖDER, C. & SCHÄFER, W. (2014): Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen – Teil Grünland. Erstellung einer Gebietskulisse im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Landwirtschaft.
- MEIER-UHLHERR, R., SCHULZ, C. & LUTHARDT, V. (2011): Steckbriefe Moorsubstrate. HNE Eberswalde (Hrsg.). Berlin.
- MEINKE, I., GERSTNER, E.-M. (2009): Digitaler Norddeutscher Klimaatlas informiert über möglichen zukünftigen Klimawandels. DMG Mitteilungen 3-2009, 17. URL: [www.hzg.de/imperia/md/content/klimabuero/publikationen/2009\\_3.pdf#page=19](http://www.hzg.de/imperia/md/content/klimabuero/publikationen/2009_3.pdf#page=19) (letzter Download 27.07.16) Atlas mit Daten: [www.norddeutscher-klimaatlas.de](http://www.norddeutscher-klimaatlas.de) (letzter Download 27.07.16)
- MEISTERJAHN (2014): 60 Jahre Flurbereinigungsgesetz – Die Landwirtschaft auf bessere Wege gebracht – , Bauernblatt SH vom 18. Januar 2014.
- MELF SH / Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) (1978): Die Binnengewässer in Schleswig-Holstein: Gestaltung und Pflege. Generalplan 1978. 115 S., Kiel.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND RAUMORDNUNG BRANDENBURG (Hrsg) (2003): Steckbriefe Brandenburger Böden. 10.1 Erdniedermoor & 10.2 Mulm-Niedermoor.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME (2011): Moorschutzprogramm für Schleswig-Holstein, Kiel
- MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN „Anrechnung von Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) im Rahmen der Klimaschutzverpflichtungen der EU, 12.2.2012
- MEYER, A., ZUMBACH, S., SCHMIDT, B. & J.-C. MONNEY (2009): Auf Schlangenspuren und Krötenpfaden. Amphibien und Reptilien der Schweiz. Bern (Haupt-Verlag)
- MLUR (2011): Bericht der Landesregierung Moorschutzprogramm für Schleswig-Holstein, Drucksache 16/2272
- MÖLLER, H. (Hrsg.) (1941): Das Satrupholmer Moor. Wachholtz, Neumünster, 258 S.
- MORDHORST-BRETSCHNEIDER, H. (2012): Vernäsungsmaßnahmen in den Hochmooren Hartshoper Moor und Königsmoor – Erfahrungen aus der Praxis von Planung und Umsetzung 2011-2012. – Vortrag beim BNUR Moorseminar 2012, Flintbek
- MOSSAKOWSKI, D. (1970a): Das Hochmoor-Ökoreal von *Agonum ericeti* (Panz.) (Coleoptera, Carabidae) und die Frage der Hochmoorbindung. Faunistisch-Ökologische Mitteilungen 3, 378-392.
- MOSSAKOWSKI, D. (1970b): Ökologische Untersuchungen an epigäischen Coleopteren atlantischer Moor- und Heidestandorte. Zeitschrift wissenschaftliche Zoologie 181, 233-316.
- MÜLLER, J. (2006): Kap. 5 – Landwirtschaftliche Untersuchungen. In: BRUX, H.; HETTWER, K.; BLANKENBURG, J. UND MÜLLER, J.: Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Osterfeiner Moor“ – Final Report. Hrsg: Bundesamt f. Naturschutz, Bonn, p. 180-272
- MUNDEL, G. (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 20, S. 669-679.

NÖTZOLD, R. (1996): Kurzflügel- und Laufkäfergemeinschaften (Staphylinidae und Carabidae) des Bodens verschiedener Erlenbruchbiotope im Raum Bornhöved und ihre Abhängigkeit von Standortfaktoren. Faunistisch-Ökologische Mitteilungen Supplement 20, 9-46.

NIEDERSÄCHSISCHES FORSTPLANUNGSAMT (Hrsg) (2009): Forstliche Standortaufnahme. Geländeökologischer Schätzrahmen.

[www.landesforsten.de/fileadmin/doku/Benutzergruppen/NFP/nfp/Tiefland\\_Rahmenschema\\_06\\_2009\\_aktuell.pdf](http://www.landesforsten.de/fileadmin/doku/Benutzergruppen/NFP/nfp/Tiefland_Rahmenschema_06_2009_aktuell.pdf)

(letzter Download 27.07.16)

OSTERBURG, B., RÜTER, S., FREIBAUER, A., DE WITTE, T., FLSASSER, P., KÄTSCH, S., LEISCHNER, B., PAULSEN, H., ROCK, J., RÖDER, N., SANDERS, J., SCHWEINLE, J., STEUK, J., STICHNOTHE, H., STÜMER, W., WELLING, J., WOLFF, A., (2013): „Handlungsoptionen für den Klimaschutz in der deutschen Agrar- und Forstwirtschaft“, Thünen Report 11

OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. – 719 S., Wachholtz-Verlag

PAJE, F. & MOSSAKOWSKI, D. (1984): pH-preferences and habitat selection in carabid beetles. *Oecologia* 64, 41-46.

PFEIFFER, G. (2000): Vorkommen und Ausbreitung des Schwarzkehlchens in Schleswig-Holstein unter Einbeziehung der Bestandsentwicklung in den Nachbarländern. *Corax* 18: 109-141.

PLANUNGSBÜRO MORDHORST-BRETSCHNEIDER (2010): Hydrologische Grundlagenerfassungen im Naturschutzgebiet „Dosenmoor“. – Gutachten im Auftrag der Stadt Neumünster; unveröffentl.

PLANUNGSBÜRO MORDHORST-BRETSCHNEIDER (2011): Vernässung Hartshoper Moor, Fortschreibung der Planung in den Teilgebieten 4 und 5. – Gutachten im Auftrag der Stiftung Naturschutz SH; unveröffentlicht

PLANUNGSBÜRO MORDHORST-BRETSCHNEIDER (2013): Bilanzierung der THG-Emissionen von vernässten Mooren im Eigentum der Stiftung Naturschutz S. – Gutachten im Auftrag der Stiftung Naturschutz SH; unveröffentlicht

PROGRAMM NORD GMBH (1979): 25 Jahre Programm Nord – Gezielte Landentwicklung. 92 S., Kiel.

PROCHASKA, H. (1954): Die wichtigsten Torfbildner der Hochmoore im südlichen Holstein. Manusk. Staatsexamensarbeit. Bot. Inst. Kiel.

RASRAN, L., VOGT, A. & JENSEN, K. (2007): Effects of topsoil removal, seed transfer with plant material and moderate grazing on restoration of riparian fen grassland. *Applied Vegetation Science* 10: 451-460.

RICKERT, B.-H. (2001): Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte und rezenten Vegetation ausgewählter Kleinstmoore im nördl. Schleswig-Holstein. Mitt. AG Geobotanik in S.-H. und Hmbg. Band 60. Kiel.

RICKERT, B.-H. (2005): Die postglaziale Entwicklungsgeschichte und aktuelle Vegetation des Kesselmoores „Schwarzsee“. In: Kieeler Notiz. Pflanzenk. Schl.-Hol. Hmbg, Band 33, S. 4-53.

RICKERT, B.-H. (2005a): Alte Waldstandorte in Schleswig-Holstein – Forschungsstand und Vorstellung landschaftsgeschichtlicher Untersuchungen an Kleinstmooren als Methode zur Ermittlung der Bestockungskontinuität von Wäldern. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 44:3-26.

RICKERT, B.-H. (2008): Landschafts- und Siedlungsgeschichte im Bereich des Hohenfelder Moores (Kreis Steinburg) In: Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw-Holst, 70, S. 73-90.

RICKERT, B.-H. (2009): Mit Blütenstaub auf Zeitreise entlang der geplanten Bundesautobahn A20. – Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 15: 82-88



- RICKERT, B.-H. & C. WINKLER (2012): Wiedervernässungsprojekt „Großes Moor“ bei Dätgen und Schülper Moor. Gutachten im Auftrag des Naturparks Westensee – Obere Eider e. V., Molfsee.
- RIECKEN, U., FINCK, P., RATHS, U., SCHRÖDER, E. & SSYMAN, A. (2006): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Zweite fortgeschriebene Fassung 2006. – Natursch. Biol. Vielf. 34, 318 S., BfN
- RIEDEL, W. (2013): Extremer Landschaftswandel durch agrarische Fehlentwicklungen. Das Beispiel des nördlichen Schleswig-Holstein. Naturschutz und Landschaftsplanung 45, Stuttgart, 29-32.
- RINGLER, A. (1987): Gefährdete Landschaft: Lebensräume auf der roten Liste. Eine Dokumentation in Bildvergleichen. BLV Verlagsgesellschaft, München, 195 S.
- RÖDER, N., OSTERBURG, B. & NITSCH, N. (2011): Regional differences in the utilisation of organic soils in Germany. Grassland Science in Europe, 16, 347-349.
- ROHWEDER, J. (1875): Die Vögel Schleswig-Holstein's und ihre Verbreitung in der Provinz. Nachdruck 2005, 24 S. Corax 20, Sonderheft 1.
- ROLOFF, J. (1988): Beobachtungen der Lepidopterenfauna des Himmelmoors (Kr. Pinneberg). Ergebnisse aus den Jahren 183-1986. Faunistisch-Ökologische Mitteilungen 6, 21-35.
- SACH, W. (1999): Vegetation und Nährstoffdynamik unterschiedlich genutzten Grünlandes in Schleswig-Holstein. Dissertationes Botanicae 308.
- SCHÄFER, A. (2009): Moore und Euros – die vergessenen Millionen. Archiv f. Forstwesen und Landsch.ökol. 43, 4.
- SCHÄFER, W., GEHRT, E., MÜLLER, U., BLANKENBURG, J., GRÖGER, J. (2010): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten. Geofakten 24. LBEG. Hannover.
- SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. [Hrsg.] (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg. Spektrum Akademischer Verlag.
- SCHLESWIG-HOLSTEINISCHER LANDTAG (2011): Moorschutzprogramm für Schleswig-Holstein Drucksache 16/2272.  
[www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/Drucksache\\_17\\_1490.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/Drucksache_17_1490.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (letzter Download 27.07.16)
- SCHMIDT, W. (1995): Einfluß der Wiedervernässung auf physikalische Eigenschaften des Moorkörpers der Friedländer Großen Wiese. In: Z. Kulturtechn. Landentwickl. 36: S. 107-122.
- SCHMITZ, H. (1952): Moortypen in Schleswig-Holstein und ihre Verbreitung. In: Schr. Natwiss. Verein SH. Band 26/1.
- SCHMITZ, H. (1962): Zur Geschichte der Waldhochmoore Südost-Holsteins. In: Veröff. Geobot. Inst. Eidg. Techn. Hochschule. 37, 207-222.
- SCHOPP-GUTH, A. (1997): Die Zusammensetzung des Diasporenpotentials unter Niedermoorböden Nordostdeutschlands. Chancen für die Renaturierung? Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 2: 87-98.
- SCHRAUTZER, J. (1988): Pflanzensoziologische und standörtliche Charakteristik von Seggenriedern und Feuchtwiesen in Schleswig-Holstein. Mitt. d. AG Geobotanik Schl.-Holst. U. Hambg. 38, 189 S., Kiel.
- SCHRAUTZER, J., SIVAL, F., BREUER, M., RUNHAAR, H. & FICHTNER, A. (2013): Characterizing and evaluating successional pathways of fen degradation and restoration. Ecological Indicators 25: 108-120.
- SCHRAUTZER, J. (2004): Niedermoores Schleswig-Holsteins: Charakterisierung und Beurteilung ihrer Funktion im Landschaftshaushalt. Mitt. AG Geobotanik in Schleswig-Holstein u. Hamburg 63, 350 S.

- SCHRAUTZER, J., IRMLER, U., JENSEN, K., NÖTZOLD, R. & HOLSTEN, B. (2004): Auswirkungen großflächiger Beweidung auf die Lebensgemeinschaften eines nordwestdeutschen Flusstales.
- SCHREINER, R. & IRMLER, U. (2009): Niche differentiation and preferences of *Elaphrus cupreus* Duftschmid, 1812 and *Elaphrus uliginosus* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Carabidae) as reason for their different endangerment in Central Europe. *Journal of Insect Conservation* 13, 193–202.
- SCHÜTRUMPF, R. (1956): Die Moore Schleswig-Holsteins, 40 S., 2 Abb., 1 Karte 1:500.000 aus dem Deutschen Planungsatlas, Band Schleswig-Holstein. Kiel
- SEEL, M. (1996): Eine Ästhetik der Natur. Suhrkamp taschenbuch wissenschaft, Frankfurt.
- SEER, F. & SCHRAUTZER, J. (2014): Status, future prospects, and management recommendations for alkaline fens in agricultural landscapes: A comprehensive survey. *Journal for Nature Conservation* 22: 358–368.
- SMITH, P., MARTINO, D., CAI, Z., GWARY, D., JANZEN, H., KUMAR, P., MCCARL, B., OGLE, S., O'MARA, F., RICE, C., SCHOLES, B., SIROTENKO, O., HOWDEN, M., MCALLISTER, T., PAN, G., ROMANENKOV, V., SCHNEIDER, U., TOWPRAYOON, S., WATTENBACH, M. & SMITH, J. (2008): Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 789–813.
- SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- STEGMANN, H. & ZEITZ, J. (2001): Bodenbildende Prozesse entwässerter Moore. In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart.
- STEPHAN, H.-J. (1998): Landschaftsentwicklung – Lage und landschaftsgeschichtlicher Abriß (mit geologischer Karte 1:10.000 Dosenmoor als Beilage. In: FAUNISTISCH-ÖKOLOGISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT (Hrsg.): Das Dosenmoor – Ökologie eines regenerierenden Hochmoores.
- STERNBERG, K. (1995): Regulierung und Stabilisierung von Metapopulationen bei Libellen, am Beispiel von *Aeshna subarctica elisabethae* Djakonov im Schwarzwald (Anisoptera: Aeshnidae). – *Libellula* 14: 1–39.
- STREEFKERK, J.G. AND CASPARIE, W.A. (1997): The Hydrology of bog Ecosystems. Guidelines for management. – Staatsbosbeheer. Driebergen. Niederlande
- STIFTUNG LEBENSRAUM MOOR: Moornutzung und ihre Folgen. <http://www.stiftung-lebensraum-moor.de/stiftungszweck%20-%20lebensraum%20moor%20-%20moornutzung%20und%20ihre%20folgen.htm> (letzter Download 27.7.2016)
- STUMPEL, A. (2004): Reptiles and amphibians as targets for nature management. *Alterra Scientific Contributions* 13, Wageningen.
- SUCCOW, M. (2001): Verlandungsmoore. In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart.
- SUCCOW, M., JESCHKE, L. & KNAPP, H. D. (2012): Schlussfolgerungen für Deutschland. In: SUCCOW, M., JESCHKE, L. & KNAPP, H. D. (Hrsg.): Naturschutz in Deutschland. Christoph Links Verlag, Berlin, 307 – 319.
- THIELE H.-U. (1977): Carabid beetles in their environment. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behavior. Springer, Berlin, Heidelberg, 369 S.
- TIMMERMANN, T., JOOSTEN, H. & M. SUCCOW (2009): Restaurierung von Mooren. In: ZERBE, S. & G. Wiegand (Hrsg.): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Heidelberg (Springer-Verlag), 55–93.
- TISCHLER, W. (1966): Pflanzenstengel als Überwinterungsstellen für Tiere. *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen* 3, 73–77.
- TISDALE, C. (1979): Joseph Beuys, The Solomon R. Guggenheim Museum, In: RUSSEL, I. (2008): Estranged Lands: The art of the peatlands. *Sceal na Mona*: 13 (66): 35–39.

- TREDE, H. [Hrsg.] (2013): Vom Gefangenenlager zum Weltflughafen. Lentförden-Hamburg-Kaltenkirchen. Eine Chronologie des Scheiterns. Bokel.
- TREPEL, M. (2007): Evaluation of the implementation of a goal-oriented peatland rehabilitation plan. *ecological engineering* 30, 167-175
- TREPEL, M. & SCHRAUTZER, J. (1998): Bewertung von Niedermoorökosystemen für den Ressourcenschutz und Artenschutz in Schleswig-Holstein und ihre Entwicklungsmöglichkeiten. *Die Heimat* 105 (3/4): 45-62.
- TREPEL, M. (2003): Schleswig-Holstein verabschiedet ein Programm zur Restitution von Niedermooren. *Telma*, 33: 267-272.
- TREPEL, M. (2013): Moorböden – ein nasser Schatz mit großer Bedeutung. *Geographische Rundschau* 65 (4): 36-42.
- TWENHÖVEN, F. L. (1992): Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 44, 172 S.
- UCHELEN, E. VAN (2006): Praktisch natuurbeheer: amfibieën en reptielen. Utrecht (KNN Uitgeverij).
- UNFCCC (1992): Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention), <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf> (letzter Download 27.07.16)
- UNFCCC (1998): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf> (letzter Download 27.07.16)
- VÖLKL, W. & B. THIESMEIER (2002): Die Kreuzotter – ein Leben in festen Bahnen? Beiheft der Zeitschrift für Feldherpetologie 5, Bielefeld (Laurenti-Verlag).
- VON ARNOLD, K. (2004): Forests and greenhouse gases – fluxes of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from drained forests on organic soils. -Linköping Studies in Arts and Science no 302. 48p.
- WAGNER, C. & MÜLLER, K. (1985/86): Auswirkungen des Entkusselns auf den Wasserhaushalt und die Vegetation (besonders der Torfmoose) in den verschiedenen Degenerationsstadien des entwässerten Hochmoores und des Zwischenmoores – Gutachten im Auftrage des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Schleswig-Holstein. Kiel, 127 Seiten
- WIETHOLD, J. (1998): Studien zur jüngeren postglazialen Vegetations- und Siedlungsgeschichte im östlichen Schleswig-Holstein. – Universitätsforschungen zur prähist. Archäol. 45, 364 S., Bonn.
- WINKLER, C. (2011): 30 Jahre Moor- und Heidepflege im Raum Sorgwohld: Untersuchungen zur Reptilienfauna. Gutachten im Auftrag des Unabhängigen Kuratoriums Landschaft Schleswig-Holstein e.V., Bordesholm
- WINKLER C., NEUMANN H. & A. DREWS (2009) Verbreitung und Ökologie von *Coenagrion armatum* am südwestlichen Arealrand in Schleswig-Holstein (Odonata: Coenagrionidae). – *Libellula* 28, 1-24.
- WINKLER, C., DREWS, A., BEHRENDTS, T., BRUENS, A., HAACKS, M., JÖDICKE, K., RÖBBELEN, F. & K. VOß (2011): Die Libellen Schleswig-Holsteins. Rote Liste (3. Fassung, November 2011) – LLUR SH – Natur – RL 22, Kiel.
- WINKLER, C. & U. SCHMÖLCKE (2005): Arealgeschichte der Amphibien und Reptilien Schleswig-Holsteins. In: KLINGE, A. & C. WINKLER (Bearb.): Atlas der Amphibien und Reptilien Schleswig-Holsteins. LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT SCHLESWIG-HOLSTEIN & ARBEITSKREIS WIRBELTIERE SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.), LANU SH – Natur 11, Flintbek, 177-195.
- WINKLER, C. & A. KLINGE (2008): Erfassung der Schlingnatter (*Coronella austriaca*) in Schleswig-Holstein. *RANA* 9, Rangsdorf, 22-27.



WINKLER, C., KRÜTGEN, J., MAUSCHERNING, I. & K. BREHM (2013): Artenschutzmaßnahmen für die Schlingnatter in Schleswig-Holstein. In: AG FELDHERPETOLOGIE UND ARTENSCHUTZ DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR HERPETOLOGIE UND TERRARIENKUNDE E.V. (Hrsg.): Verbreitung, Ökologie und Schutz der Schlingnatter (*Coronella austriaca*). Zusammenfassungen der Beiträge auf der internationalen Fachtagung am 23. und 24. November 2013 im Rathaus Isernhagen-Altwarmbüchen bei Hannover, 26-27.

WÖBSE, H. H. (2002): Landschaftsästhetik. Ulmer, Stuttgart

ZAK, D., AUGUSTIN, J., TREPEL, M. & GELBRECHT, J. (2011): Strategien und Konfliktvermeidung bei der Restaurierung von Niedermoo ren unter Gewässer-, Klima- und Naturschutzaspekten, dargestellt am Beispiel des nordostdeutschen Tieflandes. Telma Beiheft 4: 133-149.

ZEITZ, J (1992):. Bodenphysikalische Eigenschaften von Substrat-Horizont-Gruppen in landwirtschaftlich genutzten Niedermooren. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 33 (1992), S. 301 – 307

ZEITZ, J. (2001): Physikalisch-hydrologische Kennzeichnung. – In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart.

ZIESEMER, F. (1980): Zur Situation des Birkhuhns in Schleswig-Holstein. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 16: 107-109

# 13. AutorInnenverzeichnis

## **Fehmcke Böckenhauer**

c/o Kerstin Ebke  
Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein  
Abteilung Pflanzenbau, Pflanzenschutz und  
Umwelt  
Grüner Kamp 15-17  
24768 Rendsburg  
Tel. 04331-9453-346  
E-Mail: [kebke@lksh.de](mailto:kebke@lksh.de)

## **Dr. Kuno Brehm / UKLSH e.V.**

Ringstraße 9  
24802 Emkendorf  
Tel. 04330-430  
E-Mail: [brehmnatur@gmx.de](mailto:brehmnatur@gmx.de)

## **Angelika Bretschneider**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Naturschutz und Forst  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel. 04347-704-345  
E-Mail: [angelika.bretschneider@llur.landsh.de](mailto:angelika.bretschneider@llur.landsh.de)

## **Veronika Breuer**

Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein  
Eschenbrook 4  
24113 Molfsee  
Tel. 0431-21090-37  
E-Mail: [breuer@sn-sh.de](mailto:breuer@sn-sh.de)

## **Bernd Burbaum**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Geologie und Boden  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel. 04347-704-541  
E-Mail: [bernd.burbaum@llur.landsh.de](mailto:bernd.burbaum@llur.landsh.de)

## **Kerstin Ebke**

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein  
Abteilung Pflanzenbau, Pflanzenschutz und  
Umwelt  
Grüner Kamp 15-17  
24768 Rendsburg  
Tel. 04331-9453-346  
E-Mail: [kebke@lksh.de](mailto:kebke@lksh.de)

## **Dr. Jürgen Eigner**

Redder 2  
24306 Lebrade  
Tel. 04383/518525  
E-Mail: [ajeigner@t-online.de](mailto:ajeigner@t-online.de)

## **Dr. Marek Filipinski**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Geologie und Boden  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel. 04347-704-546  
E-Mail: [marek.filipinski@llur.landsh.de](mailto:marek.filipinski@llur.landsh.de)

## **Dr. Alf Grube**

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt  
Amt für Umweltschutz  
Neuenfelder Straße 19  
21109 Hamburg  
Tel. 040-42840-5269  
E-mail: [alf.grube@bsu.hamburg.de](mailto:alf.grube@bsu.hamburg.de)  
bis Ende 2014 Mitarbeiter im  
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-  
Holstein,  
Abteilung Geologie und Boden  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek

## **Heinz Hinz-Reese**

Dorfstr. 4  
24241 Reesdorf  
Tel. 04322-9777

**Prof. Dr. Ulrich Irmeler**

Ökologie-Zentrum  
Institut für Ökosystemforschung  
Abt. Angewandte Ökologie  
Olshausenstraße 40  
D-24098 Kiel  
Tel. 0431-880-4311  
E-Mail: [uirmler@ecology.uni-kiel.de](mailto:uirmler@ecology.uni-kiel.de)

**Julia Jacobsen**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Naturschutz und Forst  
Außenstelle Integrierte Station Eider-Treene-  
Sorge  
Goosstroot 1  
24861 Bergenhusen  
Tel. 04885-9020-64  
E-Mail: [julia.jacobsen@llur.landsh.de](mailto:julia.jacobsen@llur.landsh.de)

**Rita Jensen**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Naturschutz und Forst  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel. 04347-704-304  
E-Mail: [rita.jensen@llur.landsh.de](mailto:rita.jensen@llur.landsh.de)

**Dr. Jan Kieckbusch**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Naturschutz und Forst, Staatliche  
Vogelschutzwarte  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel. 04347-704-332  
E-Mail: [Jan.Kieckbusch@llur.landsh.de](mailto:Jan.Kieckbusch@llur.landsh.de)

**Peter König**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Ländliche Entwicklung  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel. 04347-704-610  
E-Mail: [Peter.Koenig@llur.landsh.de](mailto:Peter.Koenig@llur.landsh.de)

**Annegret Koopmann**

Kurt und Erika Schrobach-Stiftung  
Theodor-Heuss-Ring 56  
24113 Kiel  
Tel. 0431-705349662 (vormittags)  
E-Mail: [koopmann@schrobach-stiftung.de](mailto:koopmann@schrobach-stiftung.de)

**Christof Kluß**

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Grünland und Futterbau/ Ökologischer Land-  
bau  
Hermann-Rodewald Straße 9  
D-24118 Kiel  
Tel. 0431-880-2197  
E-Mail: [ckluss@gfo.uni-kiel.de](mailto:ckluss@gfo.uni-kiel.de)

**Uwe Leiner**

Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark  
und Meeresschutz Schleswig-Holstein  
Betriebsstätte Kiel  
Fachbereich 43 / Wasserwirtschaft – FGE  
Schlei/Trave  
Hopfenstraße 1d  
24114 Kiel  
Tel. 0431-7026-162  
E-Mail: [Uwe.Leiner@lkn.landsh.de](mailto:Uwe.Leiner@lkn.landsh.de)

**Dr. Ralf Loges**

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Grünland und Futterbau/ Ökologischer Land-  
bau  
Hermann-Rodewald Straße 9  
D-24118 Kiel  
Tel. 0431-880-4654  
E-Mail: [rloges@gfo.uni-kiel.de](mailto:rloges@gfo.uni-kiel.de)

**Holger Mordhorst-Bretschneider**

Kolberger Straße 25  
24589 Nortorf  
Tel. 04392-69271  
E-Mail: [info@buero-mordhorst.de](mailto:info@buero-mordhorst.de)

**Ute Ojowski**

Ausgleichsagentur Schleswig-Holstein GmbH  
24113 Molfsee  
Tel. 0431/21090-72  
E-Mail: [ojowski@ausgleichsagentur.de](mailto:ojowski@ausgleichsagentur.de)



**Arne Poyda**

Universität Hohenheim  
D-70593 Stuttgart  
Tel. 0711-45922466  
E-Mail: [A.Poyda@uni-hohenheim.de](mailto:A.Poyda@uni-hohenheim.de)

**Inke Rabe**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Naturschutz und Forst  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel. 04347-704-331  
E-Mail: [inke.rabe@llur.landsh.de](mailto:inke.rabe@llur.landsh.de)

**Dr. Thorsten Reinsch**

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Grünland und Futterbau/ Ökologischer Land-  
bau  
Hermann-Rodewald Straße 9  
D-24118 Kiel  
Tel. 0431-880-1662  
E-Mail: [treinsch@gfo.uni-kiel.de](mailto:treinsch@gfo.uni-kiel.de)

**Dr. Björn-Henning Rickert**

Ökologie-Zentrum  
Institut für Ökosystemforschung  
Abt. Paläoökologie  
Olshausenstraße 40  
D-24098 Kiel  
Tel. 0431-880-5016  
E-Mail: [brickert@ecology.uni-kiel.de](mailto:brickert@ecology.uni-kiel.de)

**Liesel Schnibbe**

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein  
Abteilung Pflanzenbau, Pflanzenschutz und Um-  
welt  
Grüner Kamp 15-17  
24768 Rendsburg  
Tel. 04331-9453-316  
[lschnibbe@lksh.de](mailto:lschnibbe@lksh.de)

**Prof. Dr. habil. Joachim Schrautzer**

Institut für Ökosystemforschung  
Abt. Angewandte Ökologie  
Olshausenstraße 40  
D-24098 Kiel  
Tel. 0431-880-4595  
E-Mail: [jschrautzer@ecology.uni-kiel.de](mailto:jschrautzer@ecology.uni-kiel.de)

**Prof. Dr. Friedhelm Taube**

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Grünland und Futterbau/ Ökologischer Land-  
bau  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Hermann-Rodewald-Str. 9  
D-24118 Kiel  
Tel. 0431-880-2134  
E-Mail: [ftaube@gfo.uni-kiel.de](mailto:ftaube@gfo.uni-kiel.de)

**Dr. Michael Trepel**

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft,  
Umwelt und ländliche Räume des Landes  
Schleswig-Holstein  
Abteilung Wasserwirtschaft, Meeres- und Küs-  
tenschutz  
Mercatorstr. 3  
24106 Kiel  
Tel. 0431-988-7041  
E-Mail: [michael.trepel@melur.landsh.de](mailto:michael.trepel@melur.landsh.de)

**Jutta Walter**

Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein  
Eschenbrook 4  
24113 Molfsee  
Tel. 0431-21090-35  
E-Mail: [j.walter@sn-sh.de](mailto:j.walter@sn-sh.de)

**Thomas Wälter**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und  
ländliche Räume des Landes Schleswig-Hol-  
stein,  
Abteilung Naturschutz und Forst  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Tel. 04347-704-301  
E-Mail: [Thomas.Waelter@llur.landsh.de](mailto:Thomas.Waelter@llur.landsh.de)

**Dr. Barbara Wilhelmy**

Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein  
Eschenbrook 4  
24113 Molfsee  
Tel. 0431-21090-42  
E-Mail: [wilhelmy@sn-sh.de](mailto:wilhelmy@sn-sh.de)

**Christian Winkler**

Bahnhofstraße 25  
D-24582 Bordesholm  
Tel. 04322-8879939  
E-Mail: [chr.winkler@email.de](mailto:chr.winkler@email.de)



Autorentreffen im LLUR im April 2015 – nicht alle AutorInnen konnten dabei sein. Hintere Reihe von links: Uwe Leiner, Joachim Schrautzer, Thorsten Reinsch, Christian Winkler, Björn-Henning Rickert, Peter König, Veronika Breuer, Jutta Walter, Bernd Burbaum, Rita Jensen, Holger Mordhorst-Bretschneider.

Vordere Reihe von links: Annegret Koopmann, Angelika Bretschneider, Inke Rabe, Ulrich Irmeler, Julia Jacobsen, Kerstin Ebke, Heinz Hinz-Reese, Thomas Wälter