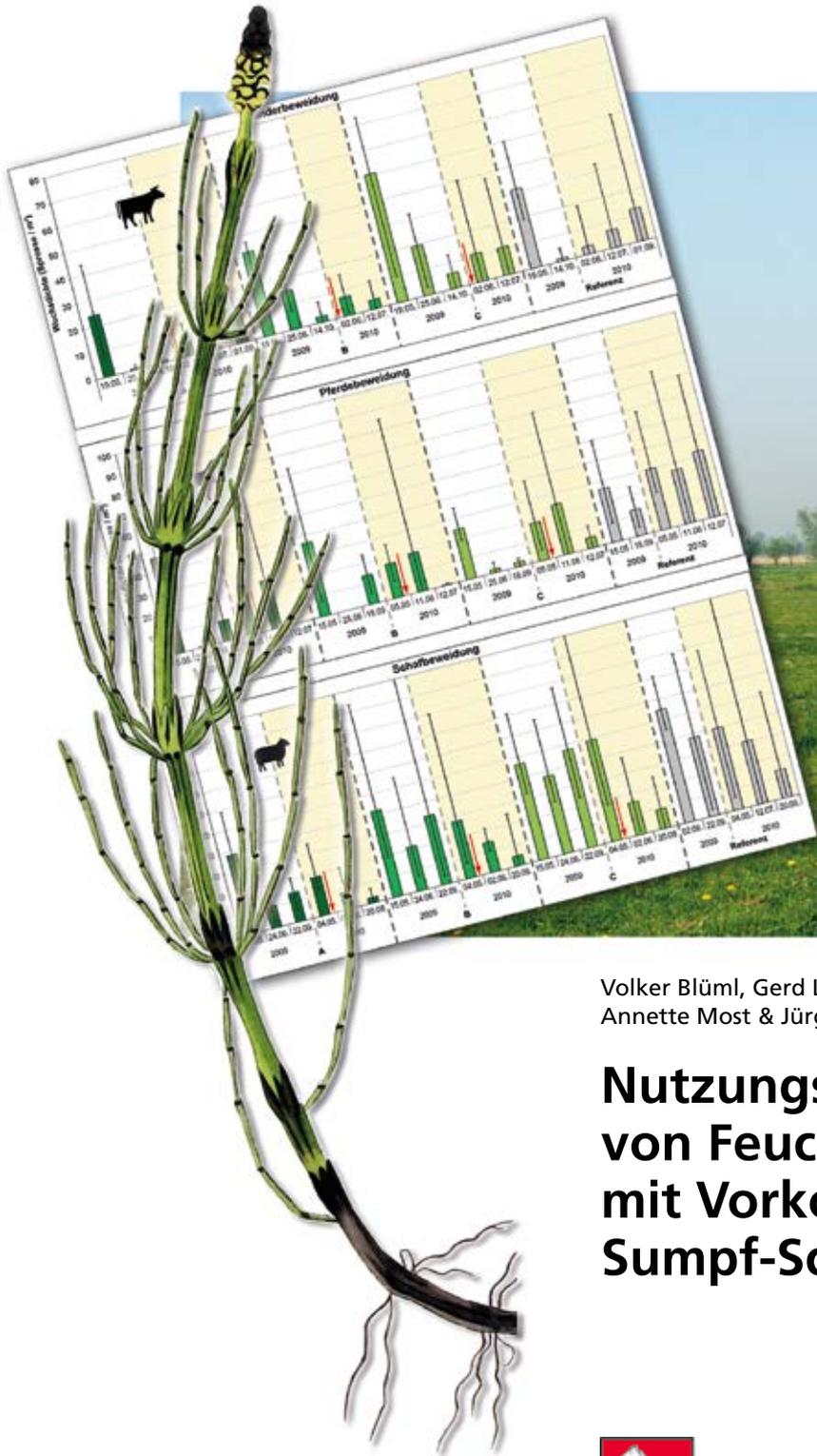




Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



Volker Blüml, Gerd Lange,
Annette Most & Jürgen Müller

Nutzungsmöglichkeiten von Feuchtgrünland mit Vorkommen vom Sumpf-Schachtelhalm



Niedersachsen



Nutzungsmöglichkeiten von Feuchtgrünland mit Vorkommen vom Sumpf-Schachtelhalm (*Equisetum palustre*)

von Volker Blüml, Gerd Lange, Annette Most & Jürgen Müller

1	Einleitung	70	6.1	Zurückdrängung im Grünland	80
2	Morphologie und Toxizität des Sumpf-Schachtelhalms	71	6.1.1	Unterschneidung mit nachfolgender Mahd / Beweidung	80
2.1	Morphologie	71	6.1.2	Beweidung mit unterschiedlichen Weidetieren und Besatzdichten	81
2.2	Aktuelle Erkenntnisse zur Toxizität	72	6.2	Vegetationskundliche Begleituntersuchungen zur Vereinbarkeit von Zurückdrängungsmaßnahmen mit Naturschutzzielen	82
3	Untersuchungsgebiete	72	6.2.1	Unterschneidungsversuche	82
4	Methodik	73	6.2.2	Beweidungsversuche im Ochsenmoor	84
4.1	Bestandserfassung des Sumpf-Schachtelhalms in den Untersuchungsgebieten	73	6.3	Verwertung von Aufwüchsen mit Sumpf-Schachtelhalm	84
4.1.1	Dümmerniederung	73	6.3.1	Verfahren der Futterkonservierung	84
4.1.2	Untereibe	74	6.3.2	Alternative energetische Verwertung	85
4.2	Vergleich unterschiedlicher Verfahren zur Futterkonservierung durch Silierung	74	7	Diskussion, Bewertung und Handlungsempfehlungen	85
4.3	Versuche zum Zurückdrängen des Sumpf-Schachtelhalms im Grünland	74	7.1	Verbreitung und Standortansprüche des Sumpf-Schachtelhalms	85
4.4	Vegetationskundliche Begleituntersuchungen	75	7.2	Maßnahmen zur Zurückdrängung im Grünland	87
4.5	Energetische Verwertung von Grünlandaufwüchsen mit Sumpf-Schachtelhalm	75	7.3	Vereinbarkeit von Zurückdrängungsmaßnahmen mit Naturschutzzielen	87
5	Verbreitung des Sumpf-Schachtelhalms in den Untersuchungsgebieten	76	7.4	Verwertungskonzepte	87
5.1	Dümmerniederung	77	8	Zusammenfassung	88
5.1.1	Ochsenmoor	77	9	Summary	89
5.1.2	Westliche Dümmerniederung	78	10	Danksagung	89
5.1.3	Boller Moor	78	11	Literatur	89
5.2	Untereibe	78			
6	Maßnahmen zur Zurückdrängung und Verwertung des Sumpf-Schachtelhalms	80			

1 Einleitung

Dem Sumpf-Schachtelhalm (*Equisetum palustre*) wird bereits seit dem 1. Jhd. n. Chr. eine Toxizität für Nutztiere zugesprochen, er ist somit als ausgesprochene Problempflanze in der Grünlandwirtschaft seit Jahrhunderten bekannt (vgl. KÖHLER 1971, WEBER & VANSELOW 2011). Die Art ist heute in Niedersachsen und Bremen fast landesweit verbreitet (GARVE 2007). Vor allem in den küstennahen Flussmarschen und Niedermoorgebieten Norddeutschlands wurden in den ersten Jahrzehnten der Nachkriegszeit umfangreiche Bekämpfungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt (v. KRIES 1962, KÖHLER 1971).

In Verbindung mit großräumig durchgeführten, tiefgreifenden Meliorationsmaßnahmen und einer Intensivierung der Grünlandnutzung trat das Problem in den 1960er und 70er Jahren in den Hintergrund. Allerdings griff KAMPHUES (1990) die Problematik bei der Verfütterung erneut auf. In den Jahren nach 2000 wurden verstärkt hohe Wuchsdichten des Sumpf-Schachtelhalms

in Marschgrünländern und binnenländischem Niedermoorgrünland in niedersächsischen Schutzgebieten festgestellt (eig. Beob.). Vor Ort wurden in den Jahren ab 2006 mehrere, teils tödliche Krankheitsbilder bei Rindern mit dem Vorkommen der Art im Grundfutter in Zusammenhang gebracht.

Vor diesem Hintergrund wurde nach Voruntersuchungen 2008 das Forschungsprojekt „Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten unter Berücksichtigung der Sporenpflanze Sumpf-Schachtelhalm“ durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich Grünland und Futterbau, initiiert und zusammen mit den Projektpartnern Tierärztliche Hochschule Hannover (Institut für Tierernährung), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Geschäftsbereich Naturschutz) und Universität Rostock (Arbeitsgruppe Grünland- und Futterbauwissenschaften) sowie mit Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt in den Vegeta-

tionsperioden 2009 bis 2011 umgesetzt (DBU Förderkennzeichen: 26540–33/2; s. a. LANGE et al. 2012).

Im Projekt wurden die folgenden Fragen untersucht:

- Darstellung der aktuellen Ausbreitung des Sumpf-Schachtelhalm in ausgewählten Untersuchungsgebieten sowie Analyse des Vorkommens im Hinblick auf die herrschenden Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen
- Risiken die sich aus Verfütterung von mit Sumpf-Schachtelhalm belastetem Futter an Nutztiere ergeben

- Spezielle Verfahren der Futterkonservierung und deren Eignung für eine Begrenzung tiergesundheitlicher Risiken infolge vergifteten Futters
- Bewirtschaftungsmaßnahmen und deren Eignung für ein Zurückdrängen des Sumpf-Schachtelhalm
- Vereinbarkeit geeigneter Bewirtschaftungsmaßnahmen mit den Naturschutzzielen
- Alternative Konzepte der wirtschaftlichen Verwertung von Aufwüchsen mit Sumpf-Schachtelhalm außerhalb der traditionellen tierischen Verwertungsrichtung als Futter.

2 Morphologie und Toxizität des Sumpf-Schachtelhalm

2.1 Morphologie

Der Sumpf-Schachtelhalm ist eine Sporenpflanzen mit ausdauerndem Rhizom und oberirdisch einjährigem Spross. Sporentragende und sterile Sprosse sind gleich-

gestaltet. Sie erreichen eine Wuchshöhe von 10–50 cm, selten mehr. Der Stängel hat eine Dicke von 1–3 mm, dessen Zentralthöhle ist eng und nimmt ca. 1/6 des Stängeldurchmessers ein. Die Äste sind bogig aufsteigend und unverzweigt, deren unteren Glieder der Seitentriebe sind kürzer als die Scheide. Dies ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der sterilen Sprosse zum Acker-Schachtelhalm (*Equisetum arvense*), bei dem die unteren Glieder der Seitentriebe länger als die zugehörige Scheide sind (HEGI 1984, OBERDORFER 2001).

Der Aufbau des Sumpf-Schachtelhalm-Rhizoms lässt sich wie folgt beschreiben (s. Abb. 1): Von der Ebene des horizontal wachsenden Hauptstammes ausgehend durchziehen Vertikalrhizome in abnehmender Dicke aber zunehmender Verzweigung den Boden nach oben hin. Kurz unter der Bodenoberfläche enden die Rhizome teilweise tot, d. h. ohne die Ausbildung eines oberirdischen Triebes. Viele bilden dagegen einen grünen oberirdischen Trieb aus oder halten einen weißlichen jungen Trieb unter der Oberfläche bereit (s. Abb. 2). Diese Triebe gehen aus den Nodien der Rhizome hauptsächlich in der Tiefe von 0–10 cm hervor.

Der Durchmesser der vertikalen Rhizome nimmt von 2 mm an der Oberfläche bis zu 7 mm auf Höhe des Hauptstammes zu, der über einem Meter tief im Boden liegt. Ebenso verändert sich die Farbe der Triebe von

Abb. 1: Sumpf-Schachtelhalm *Equisetum palustre* (Zeichnung: Jan Kops, Flora Batava, Vol. 6, 1832)



Abb. 2: Rhizomabschnitte vom Sumpf-Schachtelhalm (Foto: G. Lange)

schwarz in den obersten 20–30 cm zu rötlich-braun in den darunter liegenden Schichten. Der Hauptstamm besteht aus horizontalen Rhizomen mit einem Durchmesser von 5–10 mm. Die Farbe ist offensichtlich vom Alter der Rhizome abhängig: Junge Rhizome mit Meristemspitze sind gelblich, es folgt ein rötlicher Bereich, der später in auberginefarben übergeht (s. Abb. 2).

Die Horizontalrhizome verzweigen sich an den Nodien und bilden somit ein Netz im Boden aus, an manchen Nodien befinden sich dunkelbraune bis schwarze Speicherknollen (10–20 mm lang, ca. 5 mm Durchmesser). Weiterhin sind die Nodien des Horizontalrhizoms Ausgangspunkte für die Vertikalrhizome. An allen Nodien der vertikalen und horizontalen Rhizome befindet sich ein Wurzelkranz. Bei den Untersuchungen wurden keine korkenzieherartigen langen Wurzeln, wie sie KÖHLER (1971) beschreibt, gefunden. Davon abgesehen stimmen die aktuellen Beobachtungen aber mit KÖHLER (1971) überein.

2.2 Aktuelle Erkenntnisse zur Toxizität

Die toxischen Inhaltsstoffe des Sumpf-Schachtelhalm sind Palustrin (Equisetin), Palustridin, Thiaminase, Kieselsäure, Oxalsäure sowie Flavonoide (u. a. Kampferöl). Innerhalb des Forschungsprojektes erfolgten eine Isolierung und Charakterisierung des Palustrins aus dem Sumpf-Schachtelhalm (T. Beuerle & L. Ernst, TU Braunschweig, in LANGE et al. 2012) und eine Ermittlung von Gefahrenpotenzialen bei Verfütterung an Nutztiere (Tierärztliche Hochschule Hannover, in LANGE et al. 2012). Es wurden Palustringehalte von knapp 1.000 bis über 5.000 ppm in der Trockenmasse ermittelt; im Gemenge mit Gras lagen die Anteile je nach Anteil des Sumpf-Schachtelhalm im Aufwuchs bei <20 bis >500 ppm.

Bei Wiederkäuern (Schafe, Rinder) stehen die Wirkungen des Palustrins im Vordergrund. Zu den klinischen

Symptomen zählen eine schlechte Aufnahme des Futters mit nachfolgenden Leistungseinbußen, Störungen im Bereich des Magen-Darm-Traktes (Diarrhoe u. ä.), zentralnervöse Störungen (Unruhe, Bewegungsstörungen [Ataxie]) sowie Störungen des Allgemeinbefindens (Apathie), außerdem verringern sich die Laktationsraten.

Im Gegensatz dazu steht bei Pferden die Wirkung der Thiaminase im Vordergrund. Diese führt aufgrund eines Thiaminmangels (Thiamin = Vitamin B1) in erster Linie zu zentralnervösen Störungen, die sich zunächst als Überempfindlichkeit bei Berührungsreizen (Hyperästhesie) und Schüttelkrämpfe (Konvulsionen), im weiteren Verlauf als Apathie und Ataxie („Taubelkrankheit“) äußern (s. a. KERN 1957, KAMPHUES 1990).

Um die tatsächlichen wirtschaftlichen Risiken durch die traditionelle Nutzung des Grünlandes mit Wiederkäuern und Pferden zu dokumentieren und mögliche Zusammenhänge mit der verfütterten Menge an Sumpf-Schachtelhalm zu untersuchen, wurden von der Tierärztlichen Hochschule Hannover Fütterungsversuche durchgeführt. Im Rahmen einer Dissertation (HÜNSCHE 2010) wurden Untersuchungen zu möglichen Schädwirkungen einer Kontamination von Grundfutter mit getrocknetem Sumpf-Schachtelhalm bei Wiederkäuern und Pferden durchgeführt.

In mehrwöchigen Fütterungsversuchen wurden Blutinhaltsstoffe, Krankheitssymptome und gesundheitliche Schädigungen von Schafen, Rindern und Pferden dokumentiert. Dabei zeigte sich, dass Wiederkäuer eine sehr geringe Futterakzeptanz gegenüber dem Sumpf-Schachtelhalm aufweisen. Die maximal tolerierte Menge betrug weniger als 1 % der Trockensubstanz. Pferde hingegen zeigten bei mehrwöchiger Verfütterung von Sumpf-Schachtelhalm von bis zu 20 % im Futter keine Akzeptanzprobleme und keine Krankheitssymptome.

3 Untersuchungsgebiete

Für das Projekt wurden mit der Dümmerniederung und der Untereibe zwei niedersächsische Feuchtgrünlandkomplexe ausgewählt (Abb. 3), in denen sich große zusammenhängende Flächen im Eigentum des Landes Niedersachsen befinden.

Die Untersuchungen am Dümmer umfassen das gesamte Grünland im Natura 2000-Gebiet Dümmer (EU-Vogelschutzgebiet, in Teilbereichen auch FFH-Gebiet) mit den Naturschutzgebieten (NSG) „Ochsenmoor“ (ca. 1.029 ha) und „Westliche Dümmerniederung“ (ca. 1.433 ha). Es handelt sich um degradierte Niedermoorstandorte, stellenweise mit Übergang zu Hochmoor, randlich auch Nieder- und Anmoorgleye sowie vereinzelt Tiefumbruchböden. Vorherrschend sind im Ochsenmoor unterschiedlich stark vererdete, teils vermulmte Niedermoororte sowie in der westlichen Dümmer-niederung insgesamt stärker veränderte, zumeist vermulmte Niedermoororte.

Die Wiedervernässung des Grünlandes erfolgte im Ochsenmoor seit den 1990er Jahren teilweise und seit 2000 großflächig sowie in der westlichen Dümmerniederung seit Anfang der 2000er Jahre. Seitdem wird es auch unter Naturschutzauflagen bewirtschaftet und mit

wenigen Ausnahmen nicht mehr gedüngt (BLANKENBURG et al. 2001, BLÜML 2011, BLÜML et al. 2012, 2014).

Außerdem wurde im weiteren Umfeld des Dümmers das Grünland im NSG „Boller Moor und Lange Lohe“ untersucht (ca. 420 ha). Hier herrschen ebenfalls entwässerte Niedermoorstandorte vor, größere Teilbereiche befinden sich auf Hochmoortorfen. Teilflächen sind wiedervernässt, in der definierten Kernzone wird auf jegliche Düngung verzichtet. Im übrigen Gebiet ist eine mineralische NPK-Düngung mit bis zu 80 kg N/Jahr möglich.

Als Teilgebiet des FFH- und EU-Vogelschutzgebietes „Untereibe“ wurde das NSG „Asseler Sand“ (ca. 619 ha) untersucht. Die Flächen liegen beiderseits des Elbdeiches auf Marschstandorten. Diese werden gemäß Bodenübersichtskarte 1:50.000 (www.lbeg.niedersachsen.de) im Vordeichsbereich als Kleimarsch, binnendeichs als Kalkmarsch klassifiziert. Das überwiegend als Grünland genutzte Marschengebiet ist regelmäßig von Gruppen durchzogen. Da das vorhandene Sperrwerk nur zur Sturmflutabwehr bedarfsweise geschlossen wird, unterliegen auch die binnendeichs gelegenen Bereiche noch einer eingeschränkten Tidendynamik.

Der Asseler Sand liegt in der oligohalinen Zone des Elbe-Ästuars und unterliegt damit einem schwachem Salzeinfluss (ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR 2012). Im Gebiet sind stark unterschiedliche Nutzungsintensitäten vorhanden. Elbabwärts unterhalb von Wischhafen tritt auf Grünlandflächen im Überflutungsbereich von stärker salzhaltigem Wasser der Sumpf-Schachtelhalm nicht auf.

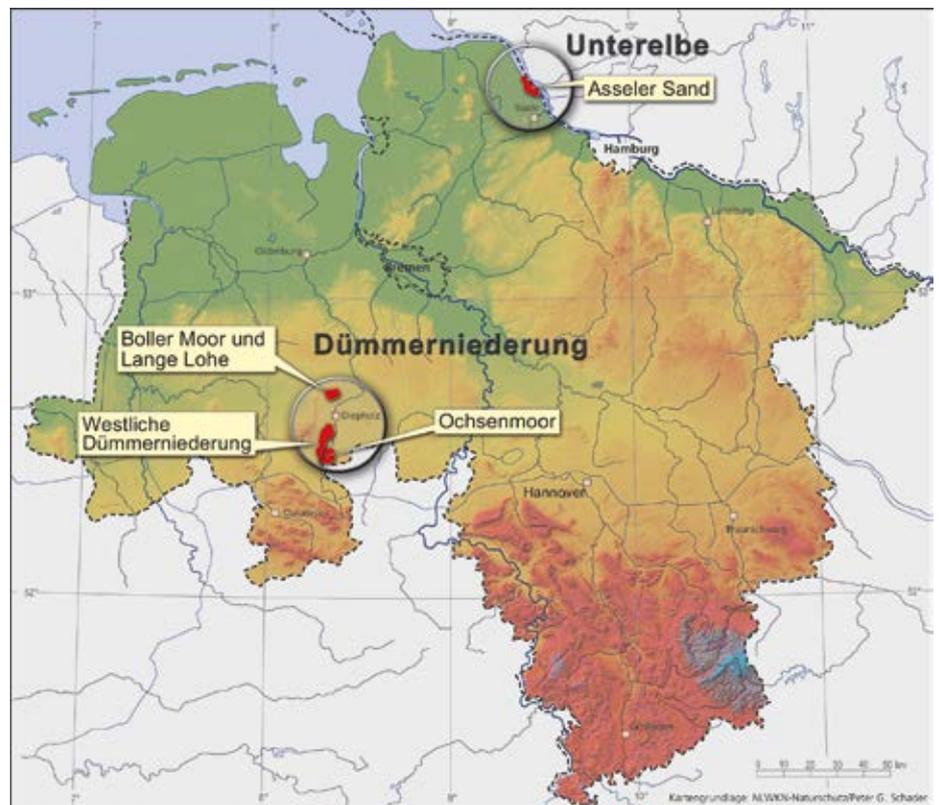


Abb. 3: Lage der Untersuchungsgebiete

4 Methodik

4.1 Bestandserfassung des Sumpf-Schachtelhalmes in den Untersuchungsgebieten

4.1.1 Dümmerniederung

Die flächendeckende Kartierung der Sumpf-Schachtelhalmbestände erfolgte im Boller Moor, Ochsenmoor und zwischen Dümmer-Westdeich und Randkanal im September 2008 im zweiten Aufwuchs. In den übrigen Teilen der westlichen Dümmerniederung und an der Unterelbe wurde zwischen Mai und Juli 2010 erfasst. Da in allen Teilgebieten die Sumpf-Schachtelhalmbestände überwiegend von Randstrukturen aus in die Flächen vorgedrungen sind, wurden die Grenzen der Wuchsbereiche mittels GPS und mobilem GIS (Trimble Nomad, ArcPad 8) mit einer Genauigkeit von ca. 2–5 m eingemessen. Wenn sich Sumpf-Schachtelhalmvorkommen in die Flächen hinein fließend ausdünnen, wurden „Vorposten“, d. h. einzelne, mehrere Meter vor der Grenze

der mehr oder weniger gleichmäßig besiedelten Fläche wachsender Sprosse nicht gewertet.

Die Dichte der Schachtelhalmbestände wurde grob nach einer fünfstufigen Skala geschätzt:

- 1 = selten, Deckungsgrad < 1 %
- 2 = selten bis frequent
- 3 = frequent: viele Individuen, Deckungsgrad < 15 %
- 4 = frequent bis dominant
- 5 = dominant: Deckungsgrad überwiegend > 25 %.

Für Teilbereiche (Ochsenmoor und Flächen zwischen Randkanal und Westdeich des Dümmers) konnte eine Zuordnung der Bestände zu aktuellen Vegetationskarten (BLÜML 2011) vorgenommen werden. Ausgewertet wurden die besiedelten Pflanzengesellschaften sowie die gewichteten mittleren Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992), die bei BLÜML (2011) auf Basis gewichteter Artenlisten auf Parzellenebene vorliegen.



Abb. 4 u. 5: Blick über Ochsenmoor/Dümmerniederung (links) und Asseler Sand mit Unterelbe im Hintergrund (rechts) (Fotos: O. Lange, NLWKN)

Für das Ochsenmoor wurde die Nutzung klassifiziert nach Extensivierungsbeginn (i. d. R. Start der Nulldüngung) und Nutzungsart 1993-2008 (Wiese, einschl. Mähweiden, d. h. Schnittnutzung mit nachfolgender Weideperiode; Dauer- /Koppelweide; Mischnutzung; Dauerbrache). Der Einfluss von Umweltvariablen (mittlere gewichtete Feuchte- und Stickstoffzahl sowie Anteil der Wechselfeuchte- und Überflutungszeiger an der Deckung) und der genannten Nutzungsfaktoren auf Präsenz / Absenz des Sumpf-Schachtelhalms wurde statistisch untersucht (Details s. BLÜML 2011).

4.1.2 Unterelbe

Vor Projektbeginn in 2007 wurde die Verbreitung des Sumpf-Schachtelhalms auf dem Asseler Sand mit Ausnahme der eingestreuten Obstanbauflächen sowie einzelner Bullenweiden flächendeckend untersucht. Die Erfassung erfolgte im Rahmen einer Biototypenkartierung nach v. DRACHENFELS (2004) im Mai bis Anfang Juni. Da hier die Sumpf-Schachtelhalmpflanzen zumeist viel gleichmäßiger über die Flächen verteilt waren als am Dümmer und kaum scharfe Grenzen besiedelter Bereiche festzustellen waren, wurde die Abundanz bezogen auf die gesamte Parzelle wie folgt geschätzt:

- < 3 Sprosse /m²
- 3–10 Sprosse /m²
- 11–30 Sprosse /m²
- > 30 Sprosse /m².

Die Skala wurde in Anlehnung an eine im Herbst 2006 durchgeführte Schachtelhalmerfassung gewählt (WASSHAUSEN 2006).

Eine Wiederholungskartierung der Sumpf-Schachtelhalmbestände wurde Anfang Mai 2010 durchgeführt. In 2010 wurden die Kategorie > 30 Sprosse /m² in 31–100 Sprosse /m² und > 100 Sprosse /m² differenziert.

Die Verbreitung 2007 wird anhand der zeitgleich erfassten Biotop- und Nutzungstypen ausgewertet. Die Biototypen stellen abstrakte, verschiedene Vegetationsformen zusammenfassende Einheiten dar, auf deren Basis keine Berechnung der mittleren Zeigerwerte möglich ist. So musste auch auf statistische Tests verzichtet werden.

4.2 Vergleich unterschiedlicher Verfahren zur Futtermittelkonservierung durch Silierung

Um zu ermitteln, ob ein Abbau des hauptsächlich wirkenden Toxins „Palustrin“ im Rahmen der Futtermittelkonservierung möglich ist, wurden Konservierungsversuche durch Silierung durchgeführt. Der zweite Aufwuchs einer Grünlandfläche mit hoher Dichte des Sumpf-Schachtelhalms wurde Mitte August 2009 mit 21 % Rohfasergehalt in der Trockenmasse (TM) gemäht und nach ein-tägiger Feldlagerzeit einsiliert. Ein Rohfasergehalt von

21–23 % in der TM zeigt ein junges, gut verdauliches und für die Milchviehfütterung geeignetes Futter an.

Es wurden 30 kg des Anwelkgutes gehäckselt, homogenisiert und in vier Varianten mit verschiedenen Siliermitteln bzw. Zusatzstoffen angereichert (Milchsäurebakterien [MSB], Neutralsalzlösung, Säure, Mischung aus MSB + Neutralsalz). Alle eingesetzten Silierzusätze sind für diesen Zweck zugelassen und werden zur Stabilisierung der Konservierung eingesetzt. Die Konservierungsverfahren sind bei GERINGHAUSEN (2011) beschrieben. Die Varianten sowie eine unbehandelte Kontrolle wurden in jeweils dreifacher Wiederholung luftdicht in 1-Liter-Laborgläsern gepresst und 90 Tage lang unter Luftabschluss bei Raumtemperatur vergoren. Das so konservierte Material wurde anschließend auf futterwertbestimmende Inhaltsstoffe, Gärsäuremuster und den Palustringehalt untersucht.

Die Gärsäuren sind das Produkt der für die Konservierung verantwortlichen Bakterien. Dabei sind die anaerob konservierenden Milchsäurebakterien und in begrenztem Umfang auch Essigsäurebakterien erwünscht. Unerwünscht sind die aerob arbeitenden Buttersäurebakterien, da diese das Futter verderben. Salze und chemische Produkte sollen das Grundfutter unter besonders ungünstigen Bedingungen bei geringer Wahrscheinlichkeit einer Milchsäuregärung vor Verderb schützen.

Zusätzlich wurde auf der betreffenden Fläche feldgetrocknetes Heu geerntet, zehn Wochen nach der Einlagerung repräsentativ beprobt und in gleicher Weise untersucht.

4.3 Versuche zum Zurückdrängen des Sumpf-Schachtelhalms im Grünland

Als erfolgversprechendste Maßnahmen wurde aufgrund der Berichte von v. KRIES (1962) sowie KÖHLER (1971) die Horizontaldurchtrennung der Vertikalrhizome oberhalb des Hauptstamms mit flankierenden Beweidungsmaßnahmen angesehen. Vor diesem Hintergrund wurde ein für die flachgründige Unterschneidung von Dominanzbeständen der Flatterbinse (*Juncus effusus*) konzipiertes Gerät (vgl. MÜLLER 2010) mit einer Arbeitsbreite von 3 m verwendet, um die Rhizome des Sumpf-Schachtelhalms in ca. 30–40 cm Tiefe zu durchtrennen.

Aufgrund der Erfahrungen aus der Vegetationsperiode 2009 wurden für das folgende Projektjahr 2010 zwei leicht modifizierte, zueinander baugleiche Geräte eingesetzt (Abb. 6 u. 7). Unterschneidungen erfolgten auf jeweils derselben Fläche in bis zu drei aufeinanderfolgenden Jahren mit geeigneten Schleppern (ca. 100–130 kW Motorleistung) bei Flächenleistungen von ca. 0,4 bis 0,8 ha/h.



Abb. 6 u. 7: Einsatz eines Horizontalunterschneidungsgerätes, rechts kurz vor dem Einführen in den Boden (Fotos: G. Lange)

Tab. 1: Besatzdichten in den Beweidungsversuchen 2009 und 2010. Rinder wurden in zwei Varianten, Pferde und Schafe in drei Varianten in unterschiedlichen Dichten aufgetrieben.

Tierart	Jahr	Untersuchungsfläche (ha)	Beweidungsdichte (Tiere/ha)	Anzahl Beweidungstage	Zeitraum	Großviehweidetage
Jungrinder	2009	0,25	9 / 18	20	27.5.-17.6.	108 / 206
	2010	0,25	14 / 28	11 / 23	28.6.-13.7.	154 / 364
(Groß-)Pferde	2009	0,2	10	11 / 14 / 19	26.5.-12.6.	110 / 140 / 190
	2010	0,2	15	3 / 8 / 10	20.5.-11.6.	75 / 120 / 150
Schafe	2009	0,125	2 / 4 / 6	23	02.6.-24.6.	46 / 92 / 138
	2010	0,125	6 / 12	21	15.6.-06.7.	126 / 352

Die Wirkung intensiver Beweidung auf organischen Böden wurde im Untersuchungsgebiet Ochsenmoor mit Rindern, Pferden und Schafen untersucht. Hierzu wurden jeweils zwei bis drei 0,2 bis 0,5 ha große Abschnitte der Versuchspartellen abgezäunt und mit unterschiedlichen Besatzdichten ab Mai bzw. Juni beweidet (Angabe der Besatzdichten s. Tab. 1).

Um die Wirkung der Kombination von Unterschneidung und Beweidung zu beurteilen, wurden in 2010 zusätzlich in jeweils einer Hälfte der Beweidungsflächen Horizontalunterschneidungen durchgeführt, um auf einem Teil der Weidefläche das Absterben der unerwünschten Triebe zu erreichen. Diese Teilflächen wurden auch mit Kalirohsalz (6,5 dt/ha Kainit) gedüngt. Durch die spezielle Düngergabe sollte einerseits das Graswachstum gefördert werden. Die Kalium- und Magnesiumdüngung (11 % K₂O, 5 % MgO) kommt dem Gräserwachstum zugute, während der hohe Natriumanteil (20 % Na) die Schmachthaftigkeit und damit den Verzehr durch die Weidetiere fördern soll. Prüfmerkmale waren Besatz und Vitalität des Sumpf-Schachtelhalmes sowie das Weideverhalten (Details s. LANGE et al. 2012).

4.4 Vegetationskundliche Begleituntersuchungen

Auf den Versuchsflächen zur Unterschneidung und Beweidung wurden 2009 insgesamt 36 vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen (DBF) von 5x5 m Größe eingerichtet, die jeweils Mitte / Ende Mai zu phänologisch ähnlichen Zeitpunkten aufgenommen wurden. Die Aufnahmen repräsentieren grundsätzlich den Ausgangszustand kurz vor der Unterschneidung und Beweidung. Die Artmächtigkeiten wurden nach LONDO (1975) geschätzt. Artenzahlen beziehen sich auf die Anzahl der Gefäßpflanzen auf 25 m², Krautanteile auf die Deckung der zweikeimblättrigen Arten.

Ausgewertet werden 20 DBF, die von 2009 bis 2011 jährlich aufgenommen, und weitere 16 DBF, die 2009 und 2010 aufgenommen wurden. Darunter konnten für vier DBF (Asseler Sand) die Wirkungen dreijähriger Unterschneidung, für fünf DBF (Boller Moor, Ochsenmoor) die Wirkungen zweijähriger Unterschneidung und für sechs weitere DBF (Ochsenmoor) kurzfristige Wirkungen einmaliger Unterschneidung vergleichend ausgewertet werden. Die übrigen DBF stellen Referenzflächen dar, die die Vegetationsentwicklung ohne Maßnahmenanwendung zeigen.

Um die Wirkung der Maßnahmen auf den Sumpf-Schachtelhalm und den allgemeinen Aufwuchs zu untersuchen, wurden seitens der Landwirtschaftskammer Untersuchungen auf 1 m² großen Plots durchgeführt. Es wurden jeweils sechs Einzelquadrate je Variante mit einem Magneten im Boden markiert. Bei den Untersuchungen diente ein Zählrahmen mit einer inneren



Abb. 8: Zählrahmen für die Erfassung der Sumpf-Schachtelhalmbestände (Foto: G. Lange)

Seitenlänge von 100 x 100 cm für die Zählung der Sumpf-Schachtelhalmtriebe (s. Abb. 8). Die Erfassung erfolgte im Zeitraum von Mitte April bis Anfang September an mindestens vier Terminen. Es wurden jeweils die lebenden und die abgestorbenen Triebe gezählt. Triebhöhe und Anteil der sporentragenden Triebe wurden dabei ebenfalls erfasst. Geschätzt wurde der Deckungsgrad der Vegetation und der Gräser- bzw. Krautanteil insgesamt.

4.5 Energetische Verwertung von Grünlandaufwüchsen mit Sumpf-Schachtelhalm

Mit Giftpflanzen kontaminierte Pflanzenbestände bieten sich für alternative Verwertungspfade zur Energiegewinnung an. Aufwüchse des Feuchtgrünlandes weisen allgemein keine guten Verbrennungseigenschaften auf, so dass sich die zweijährigen Untersuchungen auf die Biogasnutzung konzentrierten. Es galt, die Eignung von Grünlandaufwüchsen mit dem Bestandsbildner *Equisetum palustre* für Verfahren der Biomethanisierung unter besonderer Berücksichtigung des Wirkstoffs Palustrin zu ermitteln.

Hierzu wurde aus Beständen des Marschengrünlands an der Unterelbe in zwei aufeinander folgenden Versuchsjahren Pflanzenmaterial geborgen, bestimmt und nach Sumpf-Schachtelhalm sowie Begleitvegetation separiert. Ein Anteil jeder Fraktion wurde frisch eingefroren, der andere siliert. Sumpf-Schachtelhalm und die Begleitvegetation wurden separat sowie in abgestuften Anteilen geprüft (Details in MÜLLER et al. 2012). Um etwaige hemmende Effekte des Alkaloids Palustrin auf die Methanogenese von denen der sonstigen Substrateigenschaften trennen zu können, fungierte der nach

LIEBENOW & LIEBENOW (1981) als ungiftig geltende Ackerschachtelhalme (*Equisetum arvense*) als Referenz.

Die Gäreignung der Substrate ist mit einer diskontinuierlichen Nassvergärungs-Batchanlage, welche nur einmalig zu Beginn mit Substrat gefüllt wird, unter mesophilen Temperaturbedingungen nach VDI-Richt-

linie 4630 bei einer Verweilzeit von 34 Tagen geprüft worden. Zusätzlich wurde die Eignung der Hauptsubstrate für das Verfahren der Feststofffermentation in 120 l-Fässern mit variiert Perkolationsführung (Sickerwasserführung) bei einer Gärdauer von 54 Tagen ermittelt.

5 Verbreitung des Sumpf-Schachtelhalms in den Untersuchungsgebieten

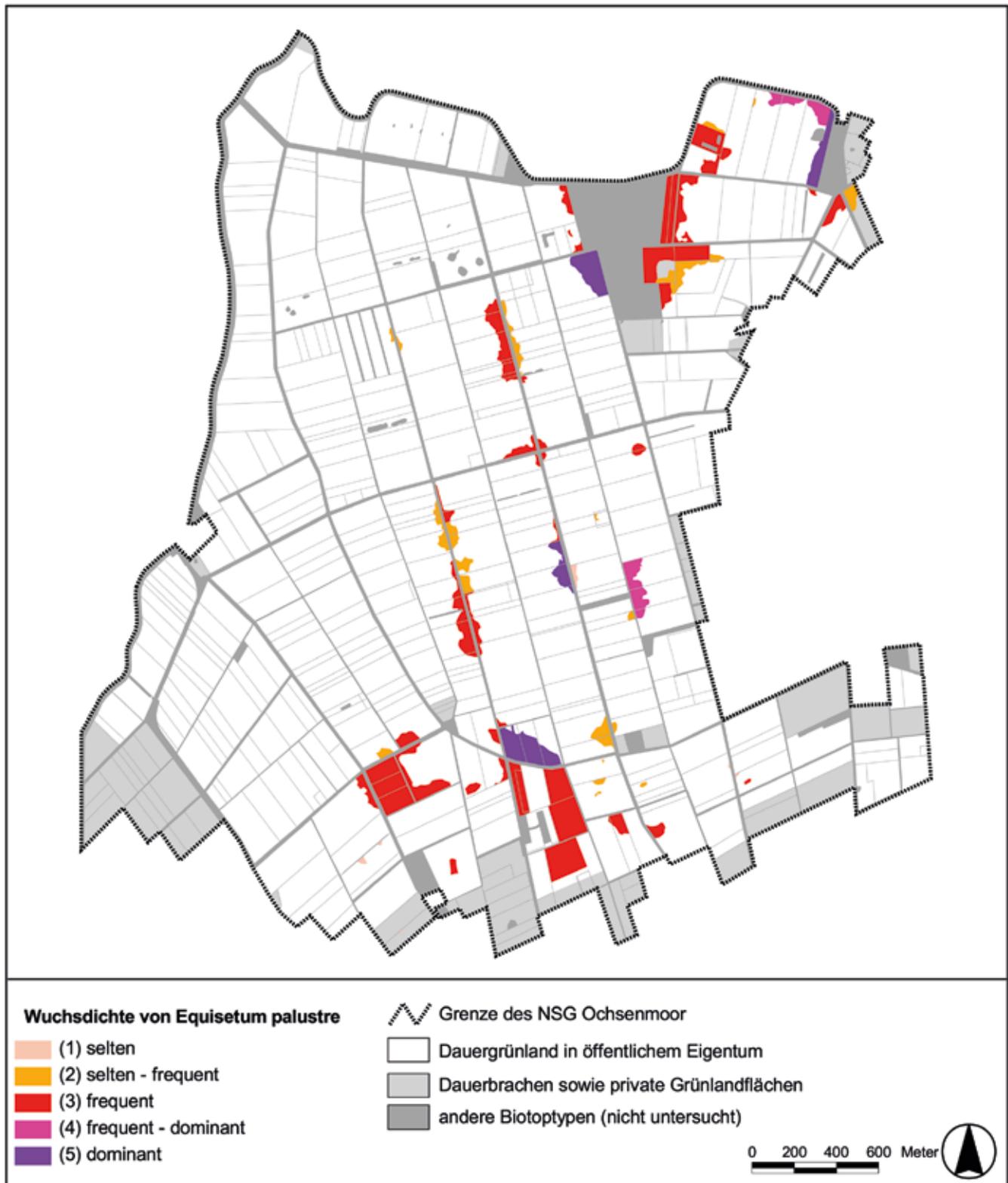


Abb. 9: Verbreitung des Sumpf-Schachtelhalms im Untersuchungsgebiet Ochsenmoor 2008

5.1 Dämmerniederung

5.1.1 Ochsenmoor

Der Sumpf-Schachtelhalm ist im Ochsenmoor weit verbreitet (Abb. 9), die 2008 besiedelte Nettofläche betrug 50,7 ha (ca. 5,5 % der Grünlandfläche). Die meisten Vorkommen wurden als frequent (3) oder selten bis frequent (2) eingestuft. Insgesamt waren 23,5 % aller Grünlandparzellen zumindest punktuell bzw. randlich von der Art besiedelt.

Hinsichtlich der Pflanzengesellschaften ist festzustellen, dass ein breites Spektrum von Vegetationstypen besiedelt wurde (Abb. 10). Besonders stet trat der Sumpf-Schachtelhalm in Hundsstraußgraswiesen, Flut-

rasen und feuchten Weidegesellschaften auf. Die im Gebiet selteneren Sumpfdotterblumenwiesen und Schlankseggenriede wiesen ebenfalls einige Vorkommen auf.

Die binäre logistische Regression (Details s. BLÜML 2011) belegt nur für einzelne Faktoren signifikante Einflüsse: Das Gesamtmodell ist höchst signifikant (Prüfgröße $G = 40,49$; Freiheitsgrade = 9; $p < 0,001$), d. h. die Verteilung des Sumpf-Schachtelhalm ist hinsichtlich der berücksichtigten Faktoren nicht zufällig. Einen (hoch-)signifikant positiven Einfluss auf das Vorkommen haben dabei die mittlere Feuchtezahl (Regressionskoeffizient = 15,260, $p < 0,01$) und die Nutzungsform Weide ($R = 0,7233$, $p < 0,05$).

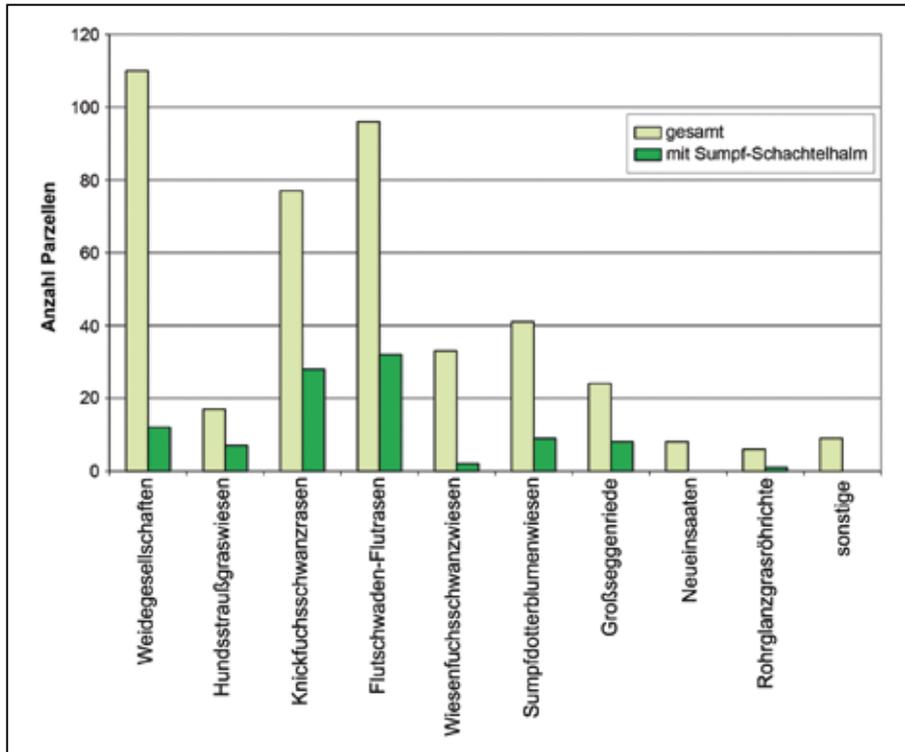
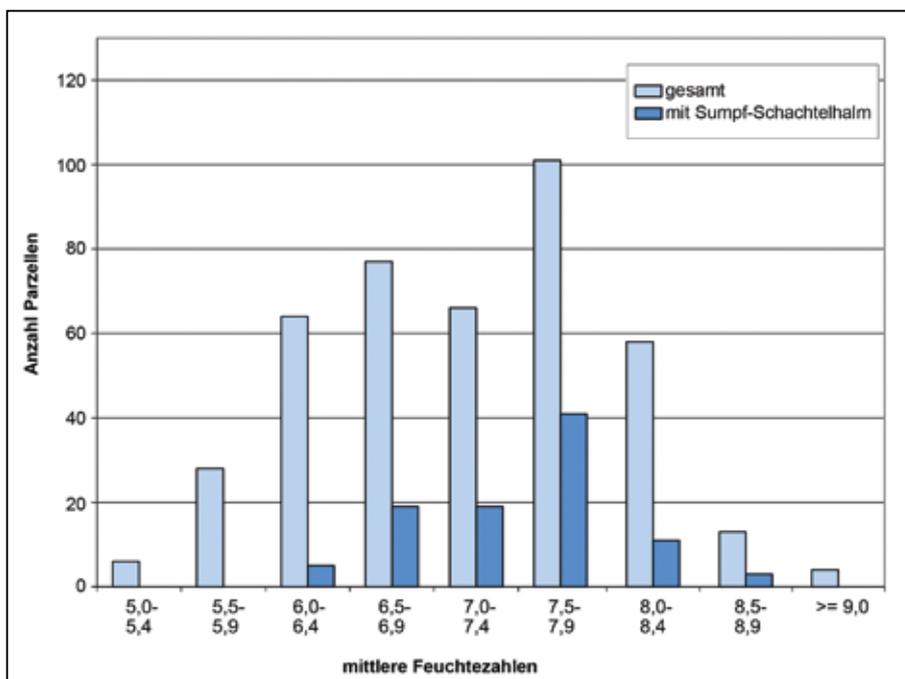


Abb. 10: Anzahl der (Teil-)Parzellen mit bestimmten Grünlandtypen im Ochsenmoor 2008 und Anzahl der jeweiligen (Teil-)Parzellen, auf denen der Sumpf-Schachtelhalm 2008 vorkam; Einteilung der Grünlandtypen nach BLÜML (2011)



Tatsächlich wird hinsichtlich der Feuchte- (mF) und Nährstoffzahlen (mN) eine breite Standortamplitude vom Sumpf-Schachtelhalm toleriert (Abb. 11 u. 12): Vegetationsbestände mit einer mF unter 6,0 werden nicht, unter 6,5 selten besiedelt. Dafür wächst die Art in Flächen mit Feuchtestufen zwischen mF 6,5 und 7,9 häufig und besiedelt in geringerem Maße auch sehr nasse Vegetationsbestände mit einer mF von wenigstens 8,0. Sie fehlt lediglich in den bis in den Frühsommer hinein sowie den ganzjährig überstauten Flächen, die nur einer Pflegenutzung unterliegen bzw. brach liegen.

Hinsichtlich des Nährstoffangebots werden ausgesprochen arme ($mN < 3,5$) bis mäßig nährstoffreiche Vegetationsbestände bis etwa $mN 6,4$ ohne deutliche Schwerpunkte besiedelt, solche mit einer $mN \geq 6,5$ dagegen komplett gemieden. Hinsichtlich der Nutzungstypen fällt lediglich auf, dass sechs der zehn Bracheparzellen besiedelt sind (Abb. 13). Trotz des signifikant positiven Einflusses der Weidenutzung wurden auch zahlreiche Wiesen und Mähweiden besiedelt. Somit fehlte der Sumpf-Schachtelhalm lediglich in dauerhaft überstauten, in vergleichsweise trockenen sowie in kaum ausgehagerten Grünländern.

Abb. 11: Anzahl der Parzellen mit bestimmten mittleren Feuchtezahlen im Ochsenmoor 2008 und Anzahl der jeweiligen Parzellen, auf denen der Sumpf-Schachtelhalm 2008 vorkam

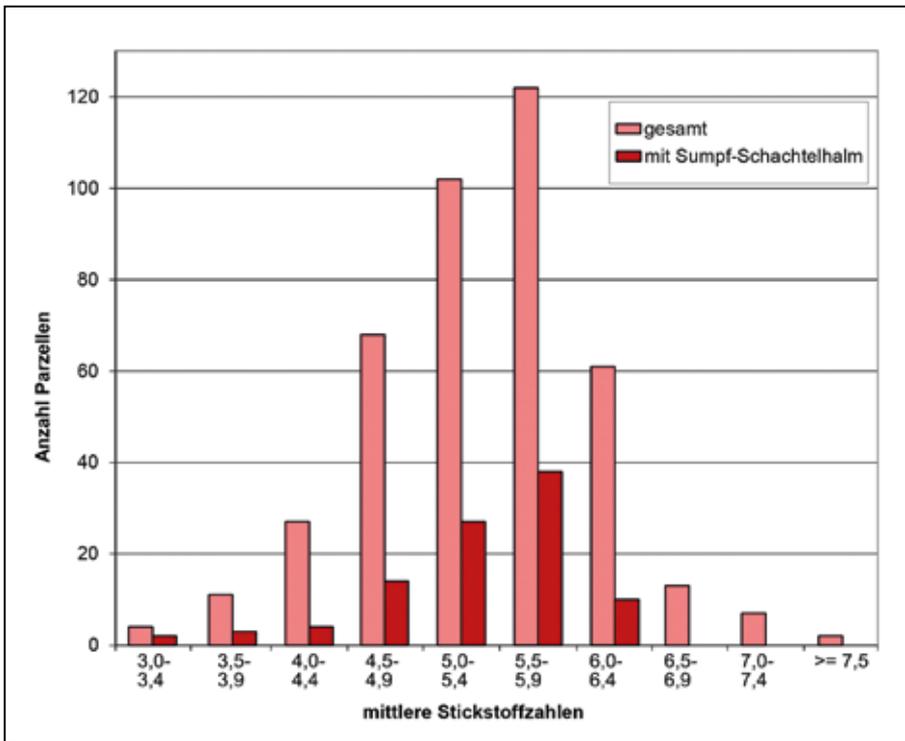


Abb. 12: Anzahl der Parzellen mit bestimmten mittleren Stickstoffzahlen im Ochsenmoor 2008 und Anzahl der jeweiligen Parzellen, auf denen der Sumpf-Schachtelhalm 2008 vorkam

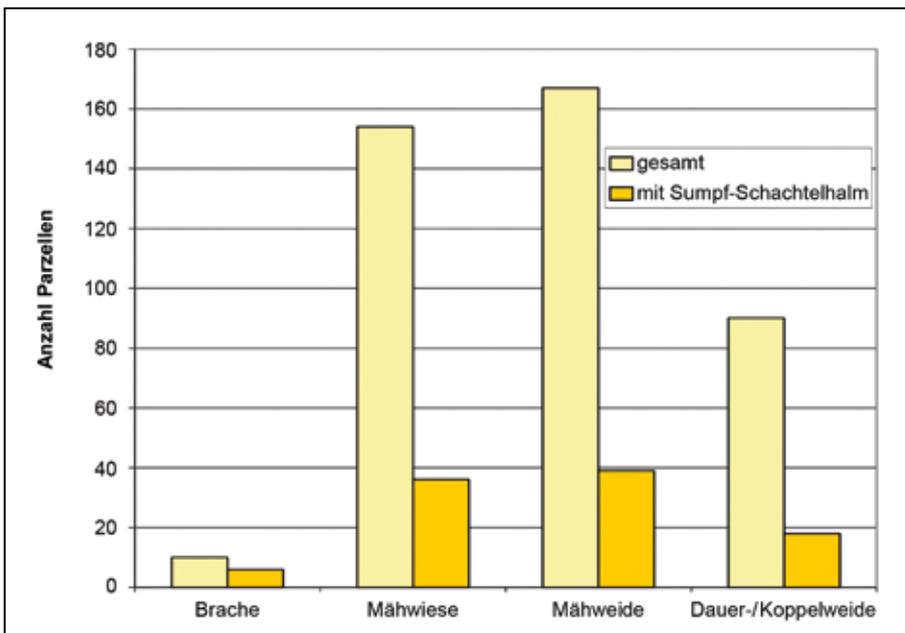


Abb. 13: Anzahl der (Teil-)Parzellen mit bestimmtem Nutzungsregime im Ochsenmoor 2008 und Anzahl der jeweiligen (Teil-)Parzellen, auf denen der Sumpf-Schachtelhalm 2008 vorkam

5.1.2 Westliche Dümmerniederung

In den Flächen zwischen Randkanal und Deich hat sich der Sumpf-Schachtelhalm vom Deich / Qualmwassergraben her ausgebreitet, stellenweise bis über die Hälfte der Parzellenbreite zum Randkanal hin; zumeist beschränken sich die Vorkommen aber auf das östlichste Drittel der Parzellen. Die besiedelte Nettofläche betrug 2008 insgesamt 25,0 ha (ca. 28,3 % des Grünlandes), womit die Art hier deutlich größere Flächenanteile einnimmt als im viel weitläufigeren Ochsenmoor.

Entsprechend der räumlichen Anordnung der wesentlichen Pflanzengesellschaften wuchs der Sumpf-Schachtelhalm hier besonders häufig in Sumpfdotterblumen-

wiesen, Großseggenrieden sowie Flutschwadenrasen. Auch alle anderen hier nennenswert vertretenen Pflanzengesellschaften wurden zu Anteilen von mehr als 25 % besiedelt. Die Verteilung auf die Feuchtestufen ähnelt stark der im Ochsenmoor; die besiedelten Flächen hatten größtenteils eine mittlere Feuchtezahl zwischen 6,5 und 7,9. Die Verteilung auf die Stickstoffstufen zeigt hingegen eine noch breitere Amplitude als im Ochsenmoor: Besiedelt wurden sogar einzelne stickstoffreiche Flächen mit einer $mN \geq 7,0$.

In der übrigen westlichen Dümmerniederung, in der die Wiedervernässung erst in den letzten zehn Jahren begonnen wurde, ist der Sumpf-Schachtelhalm bislang deutlich seltener. Es waren 2010 nur ca. 0,2 % der gesamten Grünlandfläche besiedelt.

5.1.3 Boller Moor

Die Vorkommen konzentrierten sich auf beiderseits eines Wirtschaftsweges gelegene Niedermoorbereiche (ehemaliges Handtorfstichgebiet). Die besiedelte Fläche umfasste insgesamt 14,6 ha (etwa 3 % des Grünlandes, wobei im Gebiet gelegene Hochmoorgrünländer nicht besiedelt waren. Genauere Daten zur vegetationskundlichen Ausprägung der besiedelten Grünlandflächen liegen nicht vor.

5.2 Untere Elbe

Auf dem Asseler Sand ist der Sumpf-Schachtelhalm ebenfalls weit verbreitet (Abb. 14): Auf 306,8 ha Grünland (ca. 65 % aller erfassten Flächen) kam die Art 2007 in Wuchsdichten von > 1 Spross / m^2 vor, dabei auf 58,6 ha mit > 30 Sprossen / m^2 . Auf weiteren Flächen wuchs die

Art vereinzelt bis häufig entlang von Gräben.

Im Vergleich der flächendeckenden Kartierungen 2007 und 2010 zeigen sich deutliche Veränderungen: Der Anteil der Flächen, in denen der Sumpf-Schachtelhalm nicht oder nur in sehr geringen Dichten (< 1 Spross / m^2) nachgewiesen wurde, ist deutlich gestiegen. Zurückgegangen sind dafür insbesondere Flächen mit 1-3 Sprossen / m^2 , daneben auch Flächen mit sehr hohen Dichten (> 30 Sprosse / m^2). Nach Aussagen von Bewirtschaftern und eigenen Beobachtungen sind die Veränderungen teils Folge bereits durchgeführter Bekämpfungsmaßnahmen einschließlich intensiverer Nutzung, teils auch durch die Witterung bedingt. Aufgrund des kalten und

lang anhaltenden Winters 2009/2010 und Spätfrösten im Frühjahr 2010 entwickelte sich der Sumpf-Schachtelhalm verspätet und vielfach kümmerlich mit Frostschäden, während die Gräser lediglich zeitlich verzögert aufwuchsen. Andererseits konnten in Jahren mit unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen im April und Mai, wie 2008 und 2009, bei gleichzeitig geringer Bodenfeuchtigkeit sowie fehlenden Bodenfrösten und deshalb verzögertem Grasaufwuchs besonders hohe Dichten des Sumpf-Schachtelhalmes beobachtet werden.

Der Sumpf-Schachtelhalm besiedelt alle auf dem Asseler Sand vorkommenden Grünlandtypen. Flächen mit hohen Bestandsdichten sind dabei aber nicht gleichmäßig auf die vorkommenden Biotoptypen verteilt (Abb. 15): Hohe bis sehr hohe Wuchsdichten treten besonders häufig in Flutrasen (*Ranunculo-Alopecuretum*) und mesophilen Grünländern (*Cynosurion*), aber auch in Intensivgrünländern mit Übergängen zu Flutrasen auf. Einzelne besonders nasse und lange überstaute Flutrasen (*Ranunculo-Alopecuretum glycerietosum*) sind hingegen in nur geringen Dichten besiedelt. Die mittleren Feuchtezahlen von Vegetationsaufnahmen auf Parzellen mit Vorkommen des Sumpf-Schachtelhalmes liegen zwischen 5,7 und 7,3 und die mittleren Stickstoffzahlen zwischen 6,2 und 7,1 (BELTING 2004, ALAND 2008).

Insgesamt sind artenreichere Grünlandbestände überproportional stark von hohen Sumpf-Schachtelhalmdichten betroffen, darunter einzelne Flächen mit zahlreichen Vorkommen der gefährdeten Schachblume (*Fritillaria meleagris*).

Hinsichtlich der Nutzungsarten gibt es keine eindeutigen Unterschiede: Hohe bis sehr hohe Dichten sind aber besonders auf Weiden zu finden, Dichten von 3–10 Sprossen/m² allerdings auch anteilig sehr stark auf Mähweiden.

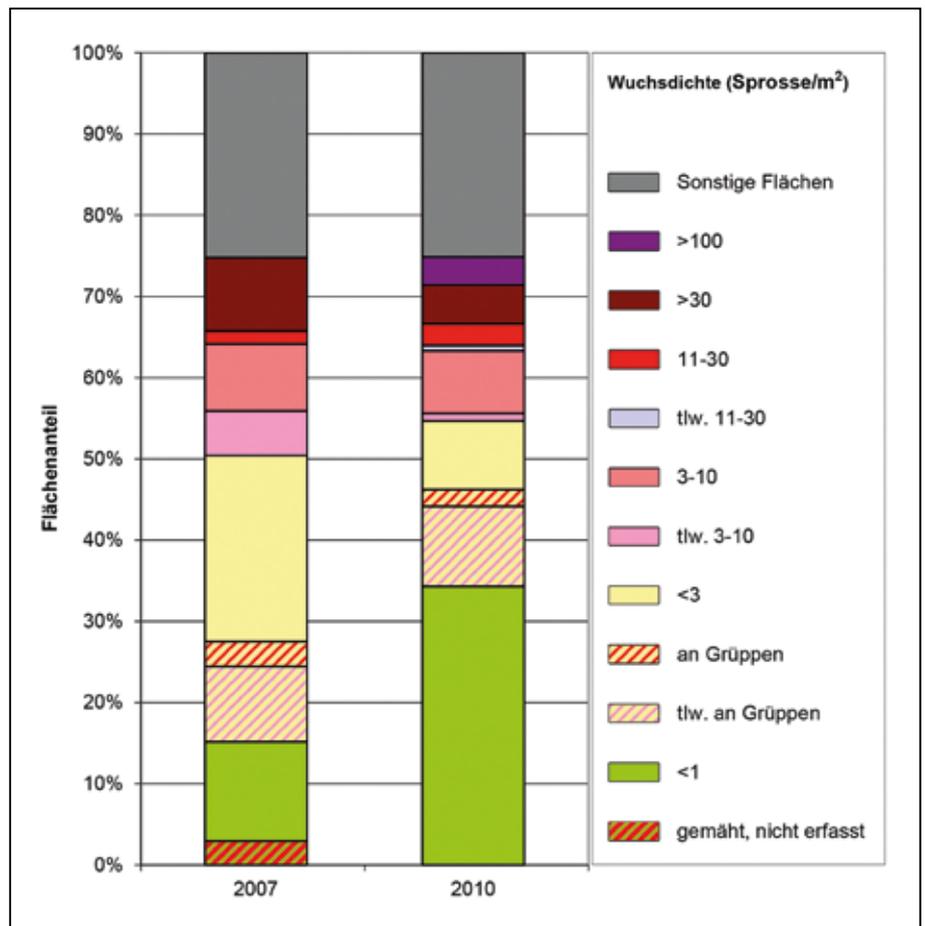
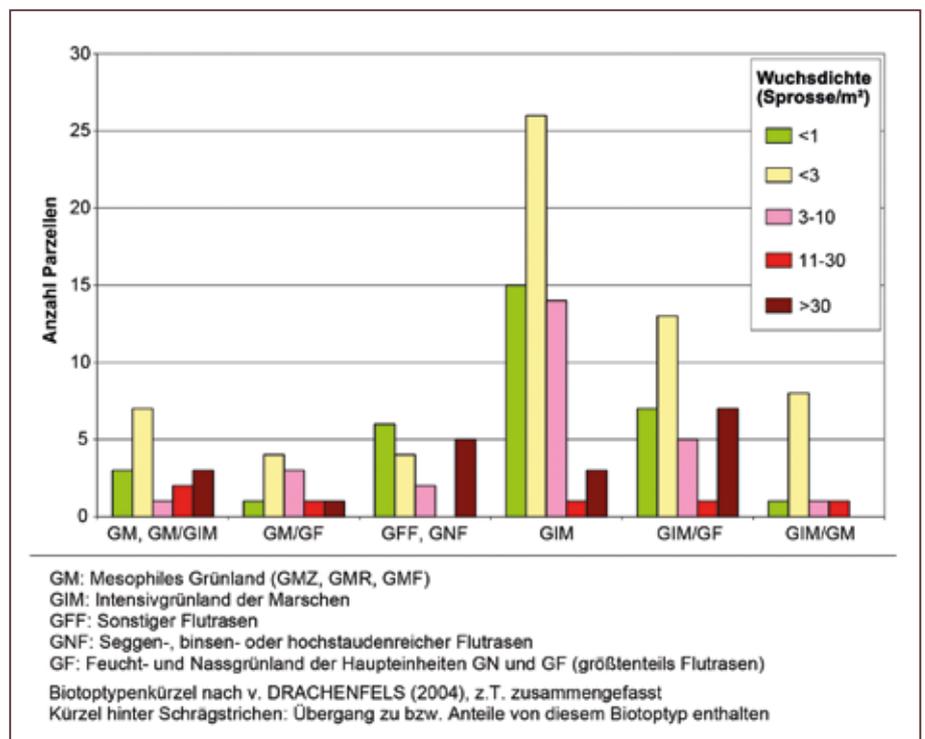


Abb. 14: Flächenanteile mit unterschiedlichen Wuchsdichten des Sumpf-Schachtelhalm im NSG Asseler Sand im Frühjahr 2007 im Vergleich mit 2010. Die Unterteilung zwischen >30 Sprossen/m² und >100 Sprossen/m² wurde nur 2010 vorgenommen.



GM: Mesophiles Grünland (GMZ, GMR, GMF)
 GIM: Intensivgrünland der Marschen
 GFF: Sonstiger Flutrasen
 GNF: Seggen-, binsen- oder hochstaudenreicher Flutrasen
 GF: Feucht- und Nassgrünland der Haupteinheiten GN und GF (größtenteils Flutrasen)
 Biotoptypenkürzel nach v. DRACHENFELS (2004), z.T. zusammengefasst
 Kürzel hinter Schrägstrichen: Übergang zu bzw. Anteile von diesem Biotoptyp enthalten

Abb. 15: Wuchsdichten des Sumpf-Schachtelhalm in den verschiedenen Grünlandbiotoptypen des Asseler Sandes im Frühjahr 2007. Die Kategorien „an Gruppen“ bzw. „teilweise an Gruppen“ wurden der Wuchsdichte 1–3 Sprosse / m² zugeordnet, stellenweises Vorkommen (3–10 bzw. 11–30 Sprosse/m²) mit einem Vorkommen auf ganzer Fläche in entsprechender Dichte gleichgesetzt.

6 Maßnahmen zur Zurückdrängung und Verwertung des Sumpf-Schachtelhalms

6.1 Zurückdrängung im Grünland

6.1.1 Unterschneidung mit nachfolgender Mahd/Beweidung

Die durchgeführten Untersuchungen bestätigen generell die vermutete eindämmende Wirkung der Unterschneidung auf die Besiedlungsdichte der Grünlandflächen

mit Sumpf-Schachtelalm. Diese fiel zwischen den Standorten und Jahren allerdings unterschiedlich deutlich aus:

Während sich die Sumpf-Schachtelhalmpopulation auf der Referenzfläche des Marschbodens auf dem Asseler Sand weiterhin etablieren konnte, kam es nach Unterschneidung bei ausgesprochener Frühjahrstrocken-

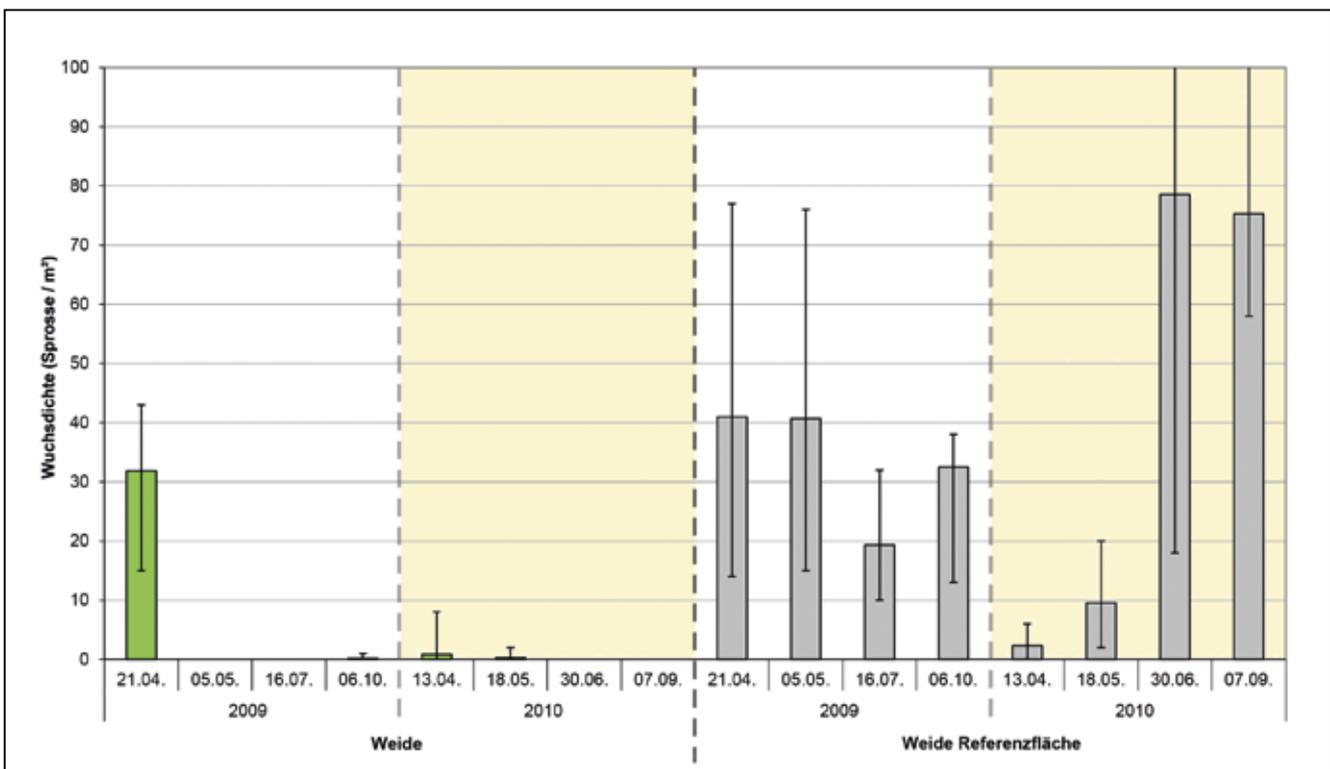
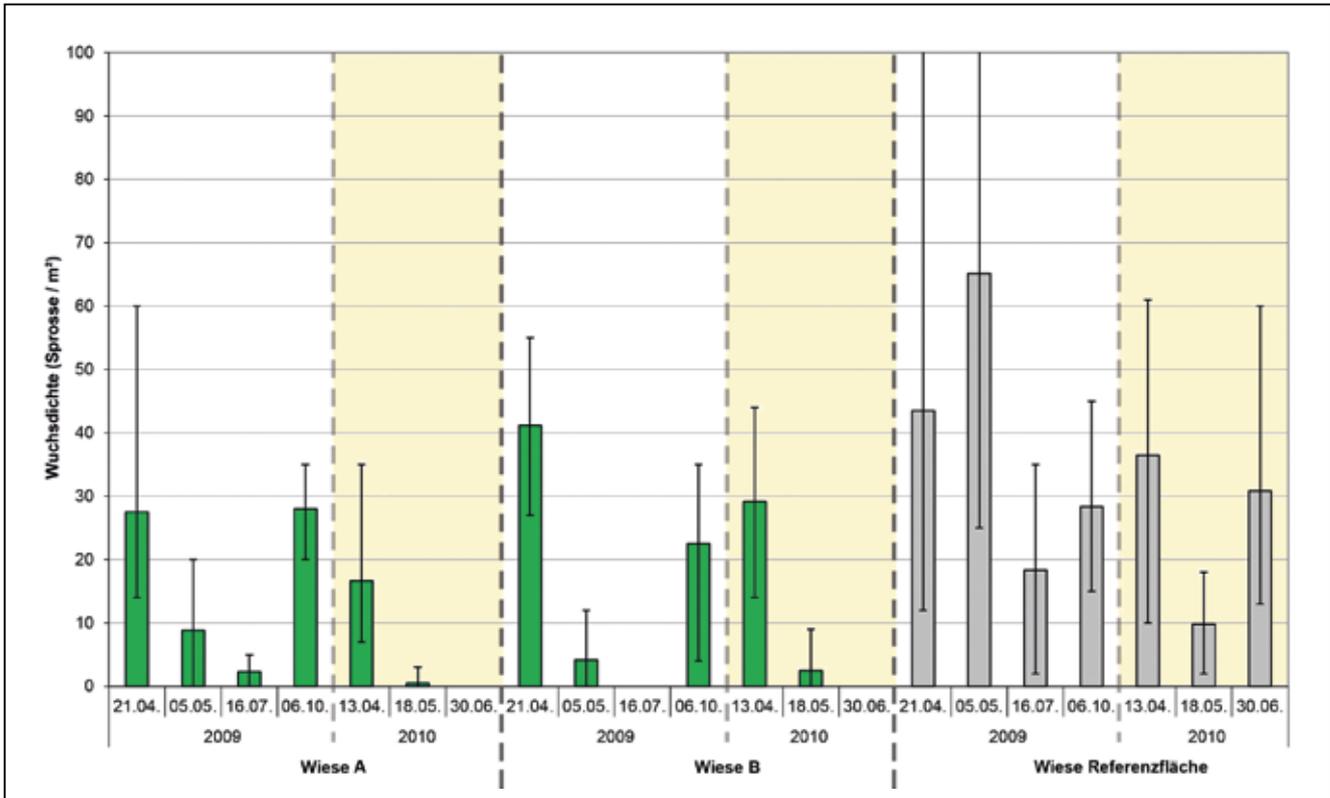


Abb. 16: Entwicklung der Sumpf-Schachtelhalmdichten (Sprosse/m²) nach Horizontalunterschneidung 2009+2010 auf dem Asseler Sand mit Wiesennutzung (oben) und Weidenutzung (unten). Säulen: Mittlere Dichte aus jeweils 4–8 Plots, Fehlerbalken: maximale und minimale Dichte



Abb. 17: Detailansichten zum Unterschneidungserfolg im Boller Moor: ohne Unterschneidung (links); mit Unterschneidung, mäßige Wirkung (Mitte) und starke Wirkung (rechts) (Fotos: G. Lange)

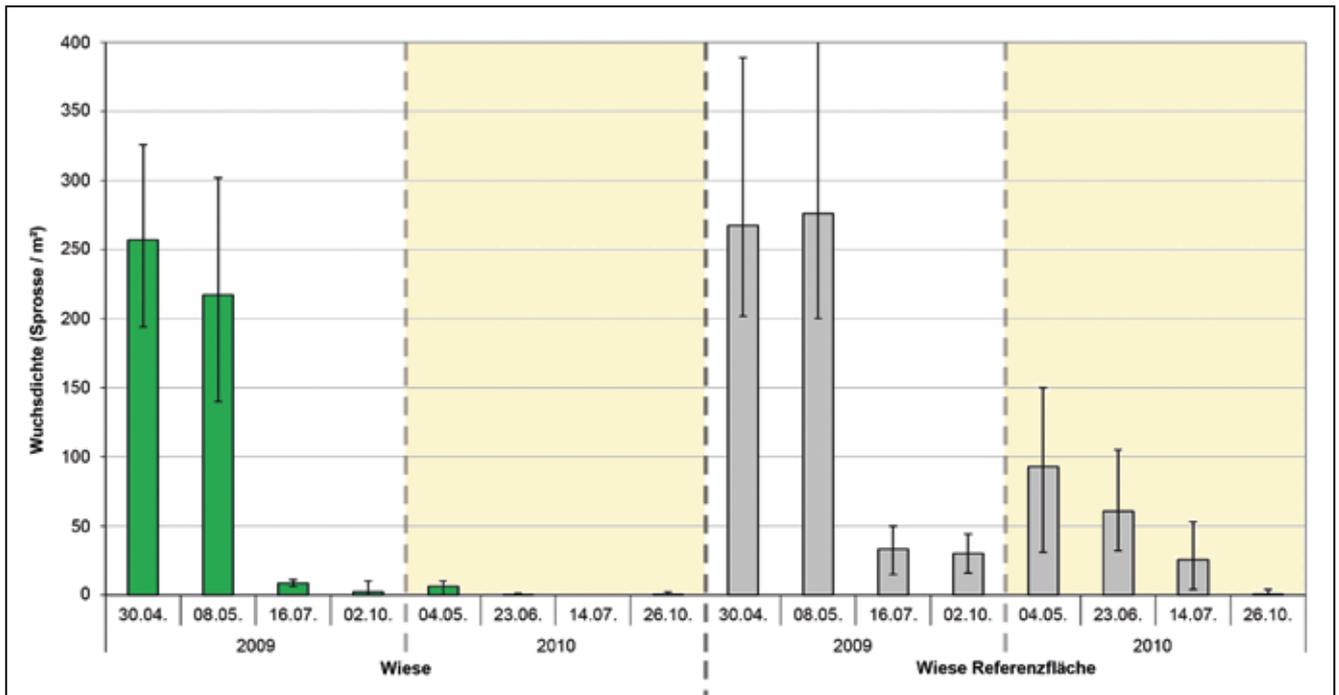


Abb. 18: Entwicklung der Sumpf-Schachtelhalmdichten (Sprosse / m²) bei Horizontalunterschneidung im Boller Moor mit Wiesennutzung 2009 und 2010

heit 2009 innerhalb von vier Tagen zu einem vollständigen Absterben der oberirdischen Triebe, die dann zerbröselten und im Mähgut des ersten Aufwuchses praktisch nicht mehr vorhanden waren. Ein geringfügiger Wiederaustrrieb war erst nach Mitte Juli zu beobachten (Abb. 16). Im Frühjahr 2010 war die Wirkung der Unterschneidung ähnlich positiv und hielt, begünstigt durch eine ausgeprägte Sommertrockenheit, über die Vegetationsperiode hinweg an.

Auf den grundfeuchten Niedermoorböden des Boller Moores hingegen war nach Unterschneidung zunächst nur eine Verfärbung und ausbleibendes weiteres Wachstum der oberirdischen Sprosse zu erkennen und erst in den Folgewochen wurde der Sumpf-Schachtelalm von Gräsern überwachsen und war kaum mehr sichtbar. Dagegen hielt die Konkurrenz des Sumpf-Schachtelhalms in der unbehandelten Referenzfläche bis zum Pflegeschnitt im August an. Die Fläche wurde jeweils im Spätsommer einschürig gemäht.

2010 trieb der Sumpf-Schachtelalm nach einem strengen Winter in geringerer Dichte und mehrere Wochen später als 2009 oberirdisch aus und hatte schon deshalb Konkurrenznachteile. Sprosse waren in der

behandelten Variante bei der letzten Untersuchung im Oktober nicht mehr zu finden (Abb. 18).

6.1.2 Beweidung mit unterschiedlichen Weidetieren und Besatzdichten

Bei hoher Beweidungsdichte mit Rindern 2009 (vgl. Tab. 1) wurde der Sumpf-Schachtelalm durch den Tritt des Weideviehs 2009 stark dezimiert sowie auch befressen, während die Tiere den Sumpf-Schachtelalm bei geringer Beweidungsdichte selektiv mieden, so dass der Rückgang bei hoher Beweidungsdichte deutlich stärker war (Fläche A in Abb. 20 oben). 2010 lagen die Wuchsdichten des Sumpf-Schachtelhalms zu Weidebeginn deutlich niedriger als im Vorjahr. Über die Weidesaison ergaben sich die stärksten Rückgänge durch Unterschneidung mit folgender Intensivbeweidung (Fläche A in Abb. 20 oben). Beobachtungen des Weideverhaltens zeigten 2010, dass Rinder zunächst gezielt die unterschneideten, weniger stark mit Sumpf-Schachtelalm durchsetzten Bereiche befraßen. Die zusätzliche K-Düngung rief keine grundlegenden Unterschiede in der Futterakzeptanz hervor.

Pferdebeweidung bewirkte 2009 in allen Besatzdichten, dass das Grünland gleichmäßig und unselektiert kurz befressen und die Sumpf-Schachtelhalmdichte deutlich herabgesetzt wurde (Abb. 20 Mitte). 2010 kam es im Mai vor Beginn der Beweidung auch in den unterschrittenen Bereichen zu einer leichten Zunahme des Sumpf-Schachtelhalms, nach der Beweidung war wiederum ein starker Rückgang zu verzeichnen (Fläche A in Abb. 20 Mitte). Die Unterschneidungswirkung war letztlich zu vernachlässigen, da die Pferde kein ausgeprägtes Selektionsverhalten hinsichtlich des Sumpf-Schachtelhalms zeigten, diesen fraßen sowie niedertraten und damit den entscheidend begrenzenden Einfluss auf dessen Wuchsdichte hatten.

Intensive **Schafbeweidung** führte 2009 zu sehr kurzem Verbiss aller schmackhaften Gräser und Kräuter. Der Sumpf-Schachtelhalm wurde hingegen weitgehend gemieden, durch den Tritt der Tiere aber geringfügig zurückgedrängt. Eine geringe Beweidungsdichte zeigte hingegen überwiegend kaum Wirkung (Abb. 20 unten). 2010 konnten die Schafe erst Mitte Juni aufgetrieben werden. Geringer Aufwuchs und Dominanz von Gräsern mit geringem Futterwert ließen Unterschiede hinsichtlich der Beweidungsdichten zurücktreten, der Sumpf-Schachtelhalm wurde in allen Varianten durch Viehtritt zurückgedrängt. Insgesamt fraßen Schafe selektiv und präferierten Bereiche mit geringerem Sumpf-Schachtelhalmbesatz.

6.2 Vegetationskundliche Begleituntersuchungen zur Vereinbarkeit von Zurückdrängungsmaßnahmen mit Naturschutzzielen

6.2.1 Unterschneidungsversuche

Generell führten Unterschneidungen zu leichten bis mäßigen Schädigungen der Grasnarbe (zumeist nur kleinflächiges Umklappen von Grassoden, stellenweise längere Bodenaufrisse sowie Fahrspuren). In den Vegetationsaufnahmen drückt sich dies durch herabgesetzte Werte für die Gesamtdeckung aus, die in unterschnitte-

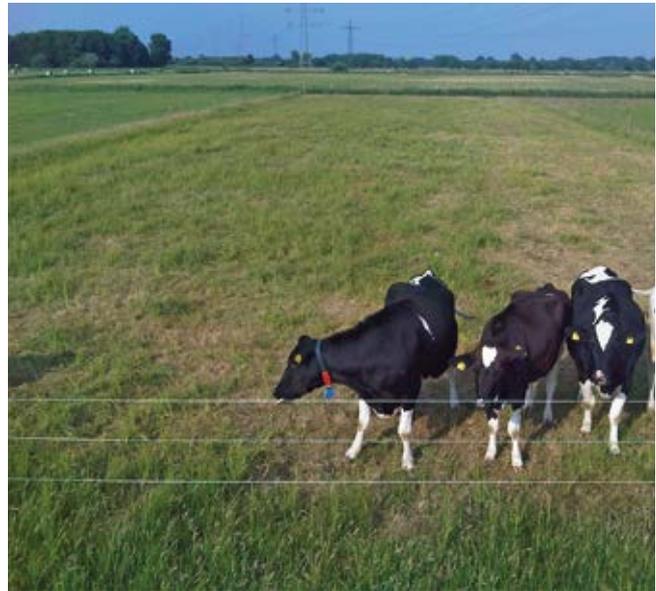


Abb. 19: Flächen im Ochsenmoor mit Unterschneidung (rechts) wurden intensiver von Rindern befressen als Bereiche ohne Unterschneidung (links) (Foto: G. Lange).

nen Flächen um überwiegend höchstens 10 %, maximal 20 % geringer war als in Referenzflächen (Tab. 2). Die Vegetation war insgesamt schütterer mit zumeist geringeren mittleren und maximalen Vegetationshöhen und einer geringeren Halmdichte. Die Bonituren belegten dementsprechend Ertragsverluste des ersten Aufwuchses von im Mittel 29,5 % (Asseler Sand) bzw. 37 % (Boller Moor).

Unabhängig von den Maßnahmen sind Zunahmen der Artenzahlen von 2009 zu 2010 zu sehen, da diese in Versuchs- wie Referenzflächen ähnlich stattfanden. Zwischen 2010 und 2011 sind hingegen kaum Unterschiede erkennbar.

Tab. 2: Entwicklung der Artenzahlen, der Gesamtdeckung und der Krautanteile in den Dauerbeobachtungsflächen (DBF) mit Maßnahmen (Unterschneidung, Beweidung) und Referenz-DBF

Anzahl DBF	Maßnahme, Jahr	Artenzahl			Gesamtdeckung (%)			Krautanteil (%)		
		2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Zweimalige Unterschneidung 2009 und 2010 – Boller Moor										
Ø 2	Unterschneidung 2009 + 2010	21,5	25,0	26,5	92,5	72,5	92,0	46,0	11,0	25,0
Ø 2	Referenzfläche	21,5	25,5	25,5	96,0	86,0	92,0	68,0	13,0	12,0
Dreimalige Unterschneidung 2009-2011 – Asseler Sand										
Ø 4	Unterschneidung 2009-2011	16,5	19,0	18,5	92,5	89,0	81,3	13,3	19,3	4,8
Ø 4	Referenzfläche	18,0	17,3	17,0	95,3	95,3	89,0	19,5	24,0	9,0
Rinderbeweidungsversuch Ochsenmoor – tw. mit Unterschneidung 2010 und 2011										
Ø 3	Weide + Unterschneidung 2010 + 2011	20,3	21,7	21,7	97,3	83,3	90,0	21,7	14,0	13,3
Ø 3	Weide + Unterschneidung 2011	22,0	24,0	27,0	96,7	91,3	85,7	20,7	17,0	13,0
Ø 2	Referenzfläche (unbeweidet)	24,0	25,5	29,0	97,0	88,5	89,5	17,5	15,5	14,5
Pferdebeweidungsversuch Ochsenmoor – tw. mit Unterschneidung 2010										
Ø 3	Weide + Unterschneidung 2010	16,0	18,7	n. e.	95,0	76,7	n. e.	34,7	8,3	n. e.
Ø 3	Weide	18,7	18,7	n. e.	96,3	68,3	n. e.	33,0	8,7	n. e.
Ø 2	Referenzfläche (unbeweidet.)	22,0	21,5	n. e.	97,0	91,0	n. e.	39,5	27,5	n. e.
Schafbeweidungsversuch Ochsenmoor – tw. mit Unterschneidung 2010										
Ø 3	Weide + Unterschneidung 2010	17,3	16,0	n. e.	97,3	90,3	n. e.	43,3	16,0	n. e.
Ø 3	Weide	18,3	18,7	n. e.	96,7	85,7	n. e.	39,3	26,3	n. e.
Ø 2	Referenzfläche (unbeweidet.)	17,0	15,5	n. e.	93,0	94,5	n. e.	17,0	8,0	n. e.

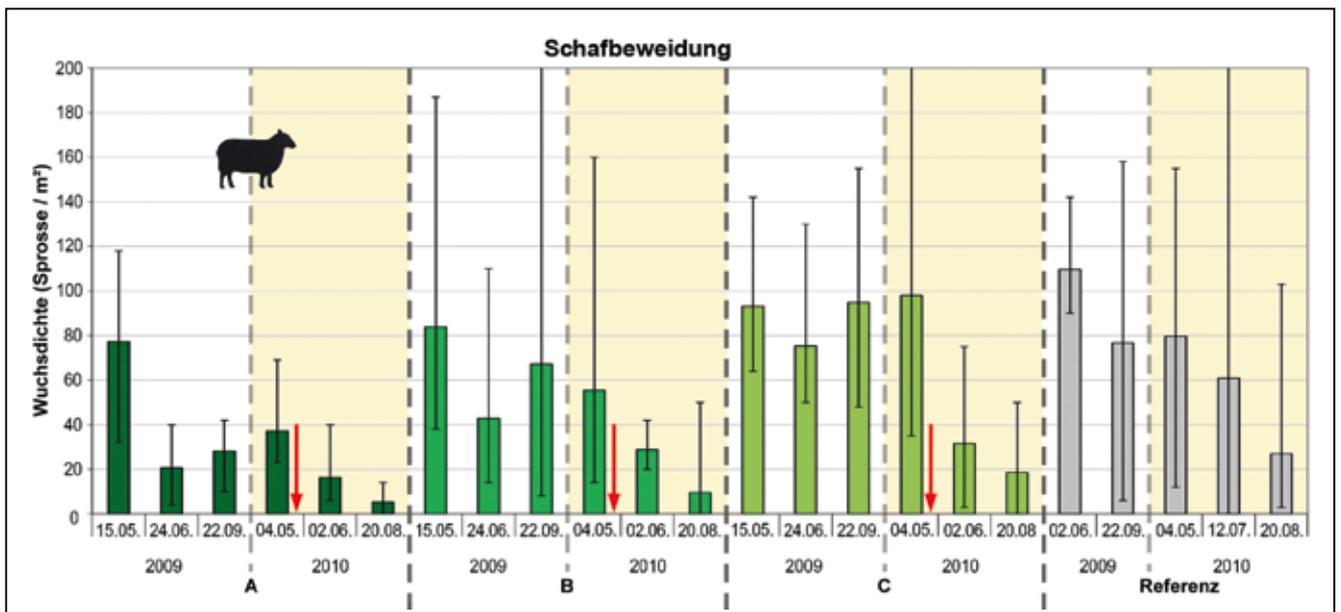
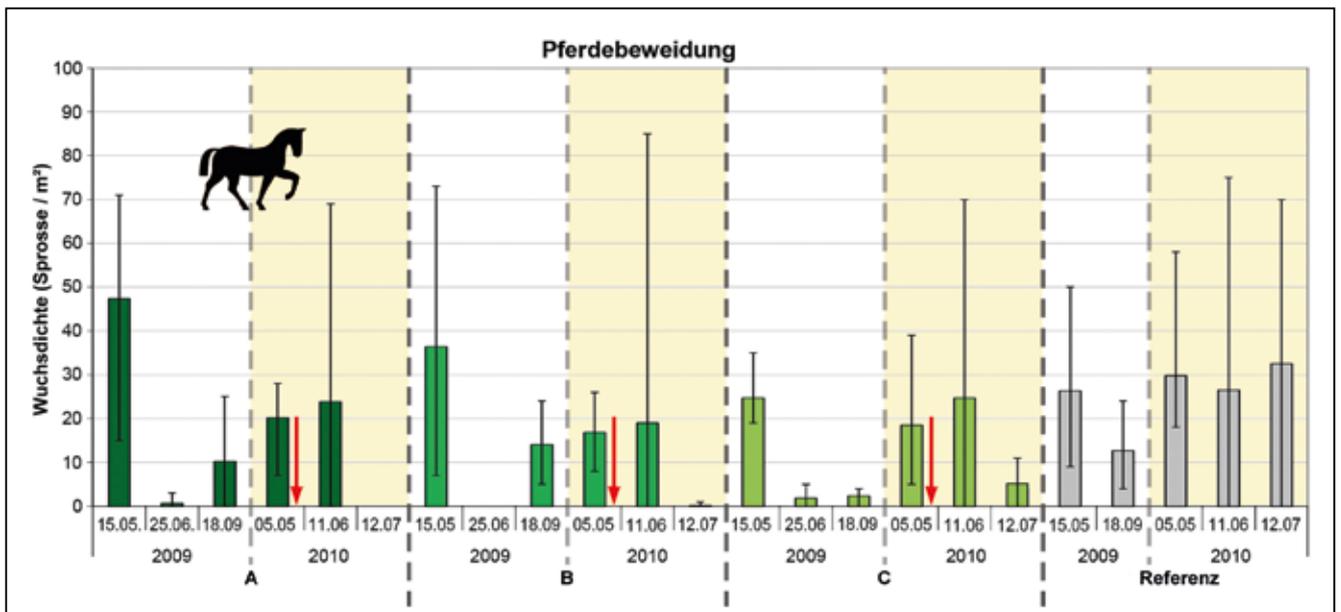
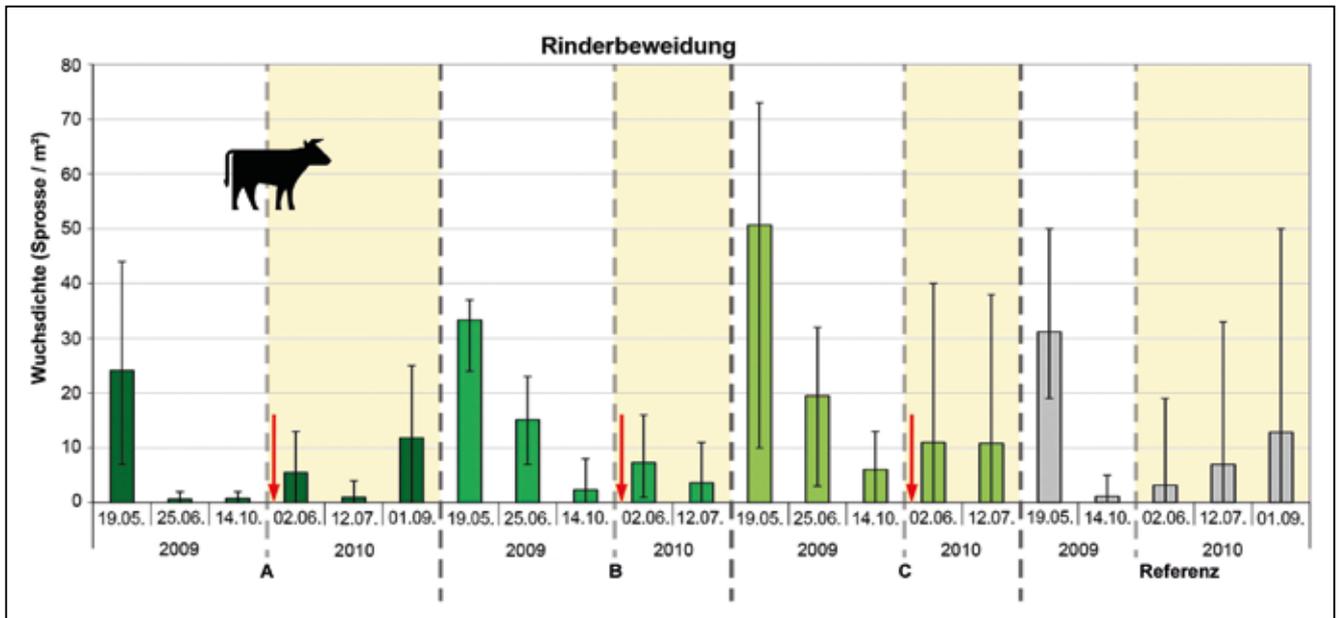


Abb. 20: Entwicklung der Sumpf-Schachtelhalmdichten in verschiedenen Beweidungsexperimenten im Ochsenmoor mit Rindern, Pferden und Schafen und in Kombination mit Horizontalunterschneidung. Jeweils von links nach rechts drei Varianten mit abnehmender Beweidungsintensität, 2010 allesamt unterschritten (rote Pfeile), und rechts eine Referenzfläche.

Zweijährige Unterschneidungsversuche im Boller Moor
Im Unterschneidungsversuch im Boller Moor zeigen sich auf den Unterschneidungs- wie auf den zugehörigen Referenzflächen 2010 und 2011 durchweg höhere Artenzahlen als 2009, während die Krautanteile 2009 in allen Dauerbeobachtungsflächen (DBF) deutlich höher lagen als in den Folgejahren (Tab. 2). Unterschiede zu den Referenzflächen bestanden dabei offensichtlich nicht. Die Gesamtdeckung nahm hingegen infolge der Unterschneidung 2010 besonders deutlich ab, erholte sich aber in 2011 auf das alte Niveau (Tab. 2).

In der Deckung durchweg rückläufig waren neben dem Sumpf-Schachtelhalm vor allem Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*) und Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), zugenommen haben dagegen Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) und Gemeines Rispengras (*Poa trivialis*). Hierin zeigen sich aber offensichtlich kurzfristige, witterungs- und mineralisationsbedingte Fluktuationen, denn in 2011 deuten sich bereits wieder umgekehrte Verschiebungen in den Deckungsgraden an. Diese zeigen keine grundlegenden Unterschiede zwischen Versuchs- und Referenzflächen.

Unter den 2010 gegenüber 2009 in jeweils einzelnen bis wenigen Exemplaren neu aufgetretenen Arten sind auf den Unterschneidungsflächen auch Kennarten mesophiler Grünländer und Nasswiesen: Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*), Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*), Moor-Labkraut (*Galium uliginosum*), Gliederbinse (*Juncus articulatus*) und Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*). Eine Ansiedlung oder Zunahme von ausgesprochenen Stickstoff- sowie Störzeigern war hingegen nicht festzustellen.

Dreijährige Unterschneidungsversuche auf dem Asseler Sand

Auf dem Asseler Sand sind die Artenzahlen im Wesentlichen konstant geblieben, erhöhten sich allerdings in einzelnen DBF deutlich und stabilisierten sich 2011 weitgehend. Die zugehörigen Referenzflächen zeigten keine deutlichen Veränderungen (Tab. 2). Die Gesamtdeckung ging bei Unterschneidung etwas stärker zurück als in den Referenzflächen, während die Krautanteile überall fluktuierten.

Es sind generell Abnahmen bei Sumpf-Schachtelhalm, Wiesen-Lieschgras (*Phleum pratense*) und bei einzelnen Nässezeigern wie Flutendem Schwaden (*Glyceria fluitans*) zu verzeichnen. Ausfälle des Brennenden Hahnenfuß (*Ranunculus flammula*) betreffen zwei unterschchnittene DBF, aber auch zwei Referenzflächen.

Die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) nahm in einer Unterschneidungsfläche, aber auch in zwei Referenzflächen deutlich zu. Hingegen trat der Breit-Wegerich (*Plantago major*) vorübergehend in 2010 neu in zwei unterschrittenen DBF auf, während er aus zwei Referenzflächen verschwand.

Wesentliche Unterschiede in der Vegetationsentwicklung zwischen Unterschneidungs- und Referenzflächen sind somit weder hinsichtlich nutzungsempfindlicher Kräuter noch für Störzeiger zu belegen.

Ein- bis zweijährige Unterschneidungsversuche im Ochsenmoor

In den unterschrittenen Flächen der Rinderweide waren 2010 und 2011 überwiegend geringere Gesamtdeckungswerte festzustellen, die sich aber in den nur beweideten Bereichen sowie den Referenzflächen ähnlich darstellten. Die Artenzahlen stiegen nach 2009 überall leicht an, in

den nicht unterschrittenen Bereichen etwas stärker (Tab. 2). Im Rinderbeweidungsversuch zeigten z. B. Sumpf- und Moor-Labkraut (*Galium palustre*, *G. uliginosum*) 2011 in den unterschrittenen Bereichen sogar leichte Zunahmen in Stetigkeit und Deckung.

Einjährige Unterschneidungen in der Pferde- und der Schafbeweidungsfläche zeigten keine wesentlichen Effekte, Gesamtdeckung und Krautanteile gingen auch ohne Unterschneidung deutlich zurück, während die Artenzahlen eher geringe Veränderungen zeigten (Tab. 2). Im Einzelfall fielen nach der Unterschneidung Kriechender Günsel sowie Sumpf-Hornklee (*Lotus pedunculatus*) aus.

6.2.2 Beweidungsversuche im Ochsenmoor

Abgesehen von den in Kap. 6.1.1 abgehandelten Effekten zusätzlicher Unterschneidung zeigte die Vegetation in den Beweidungsversuchen folgende Veränderungen:

Rinderbeweidung

In der Versuchsfläche nahmen die Artenzahlen von 2009 bis 2011 zu (Tab. 2). Die Deckungsgrade der überwiegend co-dominant auftretenden Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*) waren in Beweidungs- wie Referenzflächen 2010 überwiegend niedriger als 2009. Deutlich stärkere Rückgänge der Seggenanteile in den intensiv beweideten sowie unterschrittenen Teilbereichen zeichneten sich kurzfristig nicht ab. Mehrfach trat die Flatter-Binse (*Juncus effusus*) 2010 neu auf, 2011 auch in einer Referenzfläche.

Eine Schädigung empfindlicherer Arten wie z. B. Sumpf- und Moorlabkraut, Sumpf-Hornklee und Kuckucks-Lichtnelke (*Silene flos cuculi*) deutete sich in keiner Weise an. Beide *Galium*-Arten zeigten 2011 in den teils einmal, teils zwei Jahre nacheinander unterschrittenen Bereichen sogar leichte Zunahmen in Stetigkeit und Deckung.

Pferdebeweidung

Auch hier nahmen die Artenzahlen tendenziell zu (Tab. 2). Unterschiede zwischen den DBF innerhalb der Weideversuche und den Referenzflächen waren nicht zu verzeichnen. Auch in diesem Versuch zeigten empfindliche Arten wie Sumpf- und Moorlabkraut sowie Kuckucks-Lichtnelke keine merklichen Veränderungen.

Schafbeweidung

In den hier eingerichteten DBF nahmen die Artenzahlen tendenziell ab, die Krautanteile waren 2010 deutlich niedriger als 2009 (Tab. 2).

6.3 Verwertung von Aufwüchsen mit Sumpf-Schachtelhalm

6.3.1 Verfahren der Futterkonservierung

Die anaerobe Milchsäurevergärung dominierte in allen im Labor durchgeführten Silagen und ermöglichte hohe Konservierungsqualitäten. In den Gärsäuremustern der Silierproben war Buttersäure praktisch nicht vorhanden. Durch den Einsatz von Säuren und Salzen wurde die Milchsäurevergärung eher gehemmt und durch vermehrte Essigsäurebildung ersetzt; der Essigsäureanteil lag in allen Silagen jedoch unter 1% und beeinflusste die Konservierungsqualität somit nicht negativ (Details s. LANGE et al. 2012). Nach den allgemein anerkannten Regeln der landwirtschaftlichen Futterbewertung läge hier ein für die Milchviehfütterung sehr gut geeignetes

Tab. 3: Palustringehalte in Futterkonserven mit Sumpf-Schachtelhalm (Schnitt am 14.08.2009; jeweils drei Parallelproben, Mittelwerte aus Doppelbestimmungen)

Proben	Palustringehalt (mg/kg Trockenmasse)
Frischmasse	43,7 – 54,4
Ausgangsmaterial Silage	28,1 – 35,5
Silage – ohne Zusatz	40,9 – 47,8
Silage – Milchsäure	46,0 – 55,5
Silage – Neutralsalz	42,0 – 43,3
Silage – Säuren	38,1 – 49,6
Silage – Milchsäurebakterien + Neutralsalz	46,3 – 51,8
Heu (feldtrocken)	12,6 – 17,5

Grundfutter vor, jedoch fand kein Abbau des giftigen Palustrins (s. Pkt. 2.2) statt.

Durch Heuwerbung und -trocknung reduzierte sich der Palustringehalt gegenüber dem Ausgangsmaterial hingegen deutlich (Tab. 3). Die Reduzierung der Trockenmasseanteile des Sumpf-Schachtelhalmes durch Bröckelverluste bei der Feldtrocknung und der anschließenden Aufnahme durch die Rundballenpresse werden als Ursache für die Abnahme des Palustringehaltes im Heu angesehen.

7 Diskussion, Bewertung und Handlungsempfehlungen

7.1 Verbreitung und Standortansprüche des Sumpfschachtelhalmes

Die detaillierte Erfassung der Wuchsbereiche in den Untersuchungsgebieten rund um den Dümmer hat gezeigt, dass der Sumpf-Schachtelhalm auf feuchten, extensiv genutzten Grünländern eine weite Verbreitung und hohe Wuchsdichten erreichen kann. Hinweise, wann genau die Art sich in den Untersuchungsgebieten stark ausgebreitet hat, fehlen weitgehend. Alte Vegetationsaufnahmen sowie Dauerbeobachtungsflächen im Dümmergebiet können hierzu keine zuverlässigen Daten liefern, da sie typischerweise nicht in den von der Art hier bevorzugten Randbereichen der Parzellen angelegt wurden. Der Sumpf-Schachtelhalm kam in allen Kartierungen im Grünland vor (z. B. KRAUSE & PREISING 1952, GANZERT & PFADENHAUER 1988, BLÜML 2011), zwischenzeitlich jedoch sehr wahrscheinlich erheblich seltener als heute.

Auffallend ist, dass innerhalb der Dümmeriederung die langjährig extensivierten und vernässten Teilgebiete eine weitaus stärkere Besiedlung aufwiesen als die erst seit wenigen Jahren nicht mehr gedüngten Flächen im Westteil.

Auf dem Asseler Sand zeigen sich sehr deutliche, kurzfristige Unterschiede zwischen 2007 und 2010 durch erhebliche Einflüsse von Bewirtschaftung und Witterung. In diesem Gebiet wurden zehn vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen im Zeitraum von 1995 bis 2008 untersucht (BELTING 2004, ALAND 2008). Der Sumpf-Schachtelhalm wurde auf sieben Flächen nachgewiesen. Davon nahm er auf vier Flächen kontinuierlich zu, auf drei Flächen konnte keine gerichtete Veränderung festgestellt werden. Eine Abnahme des Deckungsgrads konnte dagegen in keinem Fall festgestellt werden.

In Mitteleuropa breitet sich der Sumpf-Schachtelhalm vermutlich nahezu ausschließlich vegetativ aus (v. KRIES

6.3.2 Alternative energetische Verwertung

Die Untersuchungen zeigten, dass bei der Verwendung von stark mit Sumpf-Schachtelhalm besetzten Feuchtgrünland-Aufwüchsen für die Biogaserzeugung keine negativen Effekte auf das Prozessgeschehen durch den Inhaltsstoff Palustrin zu befürchten sind. Das Palustrin wird im Zuge der Methanogenese nahezu vollständig abgebaut (Gehalte < 5 mg/kg Gärrest). Dem Nachteil relativ hoher Siliziumgehalte der Schachtelhalmarten steht der Vorteil vergleichsweise geringer Rohfasergehalte und damit hoher Methanausbeuten der organischen Trockenmasse gegenüber.

Da Arten der Gattung *Equisetum* ihre Standfestigkeit physiologisch stärker als Gräser über Zellwandverkiegelung anstatt über Lignineinlagerungen erreichen, erscheint der Einsatz stark schachtelhalmhaltiger Aufwüchse in den klassischen Nassvergärungsanlagen als sinnvollste Option. Bei hohen Anteilen von Gräsern in der Begleitvegetation und naturschutzfachlich notwendigen späten Pflegeschnitten ist hingegen dem Verfahren der „Feststofffermentation“ der Vorzug zu geben, wobei auf eine an das Substrat angepasste Sickerwasserführung besonderer Wert zu legen ist.

1962, KÖHLER 1971), wobei das unterirdische Wachstum der Rhizome die größte Bedeutung hat. Die jährlichen Zuwachsraten können allein über die Horizontalrhizome 1–1,5 m im Jahr betragen; eine Verbreitung ist auch über die Verschleppung von Rhizomknollen und -stücken möglich (KÖHLER 1971). Eine Verschleppung über das Räumgut ist daher z. B. auch durch regelmäßige Gruppen- und Grabenunterhaltung anzunehmen, die insbesondere auf dem mit engen Gruppensystemen durchzogenen Asseler Sand regelmäßig stattfindet.

Im Dümmergebiet bestehen hingegen kaum Vorkommen in der Nähe zu regelmäßig unterhaltenen Gräben, die in mehreren hundert Metern Abstand zueinander liegen. Daher ist eine Ausbreitung durch Räumarbeiten bei den gegebenen Standortbedingungen im Dümmergebiet sicherlich unbedeutend.

Der Sumpf-Schachtelhalm besiedelt eine relativ breite Standortamplitude im Hinblick auf Feuchte- und Nährstoffzeigerwerte und alle Grünlandnutzungstypen. Es konnte dennoch ein positiver Zusammenhang zwischen Weidenutzung und Sumpf-Schachtelhalmvorkommen für das Ochsenmoor statistisch nachgewiesen werden. Da die Problematik der Aufwuchsverwertung auf mit Sumpf-Schachtelhalm bestandenen Flächen erst in den letzten Jahren ins Bewusstsein der Beteiligten rückte, ist nicht davon auszugehen, dass dies auf einem Artefakt beruht, also einer etwaigen Umstellung auf Weidenutzung wegen der schlechten Verwertbarkeit von Heu und Silage. Hinzu kommt, dass im Ochsenmoor insbesondere auf nassen Standorten die Nutzung fortlaufend von Weide- auf Schnittnutzung umgestellt worden ist (BLÜML 2011).

Es konnte allerdings im Projekt beobachtet werden, dass Rinder und Schafe bei ausreichendem Futterangebot Bereiche mit hoher Schachtelhalmichte meiden. Eine von v. KRIES (1962) nachgewiesene Präferenz für Mähwiesen besteht hier nicht. Die vegetative Ausbreitung

entlang von Wegen über zahlreiche Parzellengrenzen und verschiedene Vegetationstypen hinweg spricht jedoch dagegen, dass die konkrete Beschaffenheit und Nutzung einzelner Grünländer die Ausbreitung der Art nach schon erfolgter Ansiedlung des Sumpf-Schachtelhalmes generell fördert bzw. verhindert. Gegebenenfalls wird die Wuchsdichte und die Ausbreitung in die inneren Bereiche der Parzelle durch Standort- und Nutzungsunterschiede beeinflusst.

Entscheidend sind hingegen offenkundig angrenzende Strukturen wie Bruchwälder, Wegeseitenräume und Graben- und Gräbenränder. Aus solch staunassen Bereichen expandiert der Sumpf-Schachtelhalm in die benachbarten Flächen. Auch bodenkundlich zeigen sich kaum Unterschiede, lediglich Hochmoorstandorte bleiben weitgehend unbesiedelt, wie sich im Untersuchungsgebiet Boller Moor zeigt.

Hinsichtlich der Feuchtestufen wird deutlich, dass der Sumpf-Schachtelhalm ein typisches Element des Feuchtgrünlands ist. Laut KÖHLER (1971) zeichnen sich Standorte des Sumpf-Schachtelhalmes durch „geringe Vorflutverhältnisse und dauernd hohe Feuchtigkeit des Untergrundes“ aus. Demnach dürfen keine stärker schwankenden Grundwasserstände und keine länger anhaltenden Überflutungen auftreten. Nach v. KRIES (1962) fehlt die Art im Überflutungsbereich der Binnenengewässer.

Im Ochsenmoor wächst die Art jedoch häufig in Flutrasen, die typischerweise unter wechselfeuchten Bedingungen auftreten. Insgesamt wurden durch die Wiedervernässung zwar Nässe- und Überschwemmungszeiger in der Vegetation gefördert, dagegen zeigen die Wechselfeuchtezeiger im Ochsenmoor seit Ende der 1980er Jahre keine signifikant höheren Anteile (BLÜML 2011). Lang anhaltende Überflutung könnte allerdings der Grund sein, warum der Sumpf-Schachtelhalm aktuell in den besonders stark vernässten Teilbereichen fehlt. Auffällig ist ferner das Fehlen in einigen weniger lang überstauten, seit mehreren Jahrzehnten extensivierten und verhältnismäßig artenreichen Sumpfdotterblumenwiesen.

In diesem Zusammenhang ist die Feststellung v. KRIES' (1962) interessant, wonach der Sumpf-Schachtelhalm besonders von „jeder wesentlichen Benachteiligung der mit ihm konkurrierenden Pflanzen“ profitiert. Unter Umständen wirken sich bis weit in das Frühjahr hinein erfolgende Überstauungen sogar positiv auf die Art aus, da diese zumindest in nassen Frühjahren erhebliche Narbenschäden und eine sehr stark verzögerte Vegetationsentwicklung zur Folge haben (eig. Beob.). Verstärkt

durch weitere Narbenschäden bei der Bewirtschaftung erlangt er vermutlich Konkurrenzvorteile.

Auch auf dem Asseler Sand entfallen die Schwerpunktorkommen auf Flutrasen, insbesondere in Senken, in denen im Frühjahr aufgrund lang anhaltenden Überstaus die Grasnarbe abgestorben ist, und auf Flächen mit Übergängen zur Flutrasenvegetation. Bei länger anhaltendem Überstau entlang von Gräben, Gräben und tiefliegenden Geländemulden, in denen sich Flutrasen mit hohem Anteil von flutendem Schwaden ausgebildet haben, kommt der Sumpf-Schachtelhalm hingegen nicht vor.

Nach dem Vorschlag von BRIEMLE (1991) sind Flächen mit einer $mF \geq 6,5$ als Feuchtgebiete zu bezeichnen. Dieser Grenzwert trifft im Ochsenmoor gleichermaßen für die Verbreitung des Sumpf-Schachtelhalmes zu. Entsprechend der ihm zugewiesenen Feuchtezahl 8 (Feuchte- bis Nässezeiger) nach ELLENBERG et al. (1992) werden auch ausgesprochen nasse Flächen wie Seggenriede und Röhrichte besiedelt. Nach BRIEMLE (1991) ist bei einer $mF > 7,9$ bereits von „Halbkulturformen“ mit eingeschränkter Nutzbarkeit zu sprechen. Somit kann der Sumpf-Schachtelhalm offenkundig auch nicht allein durch Vernässung bis zur Geländeoberkante zurückgedrängt werden, eventuell allerdings durch lang anhaltenden Überstau bis in den Frühsommer.

Hinsichtlich der Stickstoffzahlen fallen, mit Ausnahme randlicher Flächen im Ochsenmoor, praktisch alle gering bis sehr stark ausgehagerten Flächen in die Amplitude, die der Sumpf-Schachtelhalm besiedeln kann. Obwohl der Art eine Stickstoffzahl von 3 (= auf stickstoffarmen Standorten häufiger) zugewiesen ist (ELLENBERG et al. 1992), kann sie also auch relativ stickstoffreiche Grünländer bei ausreichender Feuchtigkeit und extensiver Nutzung besiedeln.

Insgesamt ist festzustellen, dass außerhalb der Hochmoorstandorte nahezu alle typischen Feuchtgrünlandgesellschaften unabhängig von der Nutzungsart besiedelt werden können. Weder eine Erhaltungsdüngung, noch eine nur schwache bzw. eine besonders starke Vernässung mit winterlichem Überstau können eine Ausbreitung vermeiden, insbesondere dann nicht, wenn sich die Art schon einmal angesiedelt hat.

Der Sumpf-Schachtelhalm tritt gerade auch in Grünlandbeständen mit hoher Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz auf. Dazu gehören artenreiches mesophiles Grünland und Grünland mit Vorkommen gefährdeter Pflanzenarten, darunter Schachblumenwiesen an der Unterelbe und Feuchtgrünland mit Beständen des Breitblättrigen Knabenkrauts (*Dactylorhiza majalis*) in



Abb. 21 u. 22: Bei vegetationskundlich wertvollen Flächen, wie dieser Schachblumenwiese auf dem Asseler Sand (links), ist von einer Horizontalunterschneidung abzuraten, wie sie auf artenärmeren Flächen angewandt wurde (rechts) (Fotos: NLWKN, V. Blüml).

der Dämmerniederung einschließlich des Boller Moores. Um so wichtiger ist die Diskussion, eine künftige Verwertung auch dieser Naturschutzgrünlandaufwüchse zu ermöglichen.

7.2 Maßnahmen zur Zurückdrängung im Grünland

Die Horizontalunterschneidung konnte in der Praxis als wirksame Maßnahme zur Zurückdrängung des Sumpf-Schachtelhalms bei hohen Wuchsdichten erprobt werden. Grundsätzlich ist sie auf im Frühjahr gut befahrbaren, vegetationskundlich höchstens mäßig wertvollen Flächen (vgl. Kap. 4.3) ohne Vorkommen brütender Wiesenvögel anwendbar, soweit bis zu einer Bearbeitungstiefe von ca. 40 cm keine Hindernisse (z. B. Stubben früherer Feldgehölze oder Obstbaumkulturen, Schuttablagerungen) vorhanden sind.

Die Wirtschaftlichkeit hängt von den örtlichen Einsatzbedingungen ab; dabei ist mit Ertragsrückgängen im ersten Aufwuchs um etwa ein Drittel zu rechnen. Die Maßnahme eignet sich zur Sicherstellung der Nutzbarkeit von Flächen mit sehr hohen Wuchsdichten bei gleichzeitig bestehenden Nutzungsrestriktionen für den Naturschutz, die zusätzliche Meliorationsmaßnahmen und eine erhebliche Steigerung der Nutzungsintensität nicht zulassen. Vegetationskundlich wertvolle Flächen sollten aber ausgenommen bleiben (s. Kap. 7.3).

Entscheidend ist die auf die Unterschneidung folgende Nutzung. Der Wiederaustrieb des Sumpf-Schachtelhalms konnte durch Rinderbeweidung mit ausreichender Besatzdichte deutlich begrenzt werden. Wesentliche Wirkungen einmaliger Düngergaben zeigten sich hingegen höchstens in einer Präferenz der gedüngten Teilflächen durch die Weidetiere und dadurch besserer Zurückdrängung des Wiederaustriebs.

7.3 Vereinbarkeit von Zurückdrängungsmaßnahmen mit Naturschutzzielen

Bei den begleitenden Dauerflächen-Untersuchungen zeigten sich keine signifikanten, generalisierbaren Variantenunterschiede, vielmehr waren diese ein Abbild der jeweiligen Jahreswitterungsverläufe (vgl. PLACHTER 1991). Die geringeren Gesamtdeckungsgrade auf unterschrittenen Flächen sind Ausdruck direkter, punktueller Narbenschädigungen durch den Maschineneinsatz sowie einer folgenden Aufwuchshemmung.

Zahlreiche DBF wiesen Vorkommen von Kennarten mesophiler Grünlandflächen sowie der Feucht- und Nassgrünländer nach v. DRACHENFELS (2011) auf. Eine Schädigung solcher Zielarten ist offenkundig nicht gegeben. Die herabgesetzte Gesamtdeckung ist daher nicht mit einem Rückgang der vorhandenen charakteristischen Feuchtgrünlandarten bzw. des Krautanteils korreliert. Vielmehr verbesserte die Störung dominanter Obergräser sogar die Konkurrenzsituation für lichtbedürftige Zielarten und ermög-

lichte durch verfahrensbedingte Bodenverwundungen eine Aktivierung des Diasporenpotenzials (vgl. PFADENHAUER & MAAS 1987). Ein vermehrtes Auftreten von Störzeigern konnte hingegen nicht beobachtet werden.

Einschränkend muss jedoch angemerkt werden, dass die Versuche nur kurze Zeiträume abbilden und Flächen ohne herausragenden Wert für den Arten- und Biotopschutz betrafen. Mögliche längerfristige Wirkungen durch alljährlich wiederholte Unterschneidungen können ebenso wenig beurteilt werden wie die Folgen auf gefährdete Arten wie Breitblättriges Knabenkraut und Schachblume oder weitere wertvolle artenreiche Bestände.

Gleiches gilt für Flächen mit aktuellen Vorkommen seltener bodenbrütender Vogelarten. Zum Schutz ihrer Gelege und Küken wird in Naturschutzgebietsverordnungen sowie in Nutzungsvereinbarungen eine maschinelle Bodenbearbeitung zumeist ab Mitte März bis Mitte/Ende Juni und somit im für eine Unterschneidung günstigen Zeitraum ausgeschlossen (s. a. Abb. 23).

Daher ist vom Einsatz einer Unterschneidung bei Vorkommen gefährdeter Arten und Biotoptypen sowie generell bei ungünstigen verfahrenstechnischen Prädispositionen (zu hohe Grundwasserstände, Unterschneidungstiefe von 30-40 cm nicht realisierbar) abzuraten. Alljährlich wiederkehrende Maßnahmen wie die erprobten erhöhten Beweidungsdichten sind ohnehin auszuschließen, da sie die Erfolge der Feuchtgrünlandentwicklung durchkreuzen würden (vgl. BLÜML et al. 2012).

Für die Grünlandbestände mit mäßig hohen Wuchsdichten des Sumpf-Schachtelhalms mit hoher Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz bietet sich daher eine Beweidung insbesondere mit Pferden, eine Pferdeheuwerbung oder alternativ – vor allem auch bei Dominanzbeständen – eine energetische Verwertung der Aufwüchse an.

7.4 Verwertungskonzepte

Die traditionelle Heuwerbung ist geeignet, den Anteil des Sumpf-Schachtelhalms und damit den Alkaloidgehalt stark belasteter Grünlandaufwüchse zu senken.



Abb. 23: Vorkommen gefährdeter Wiesenbrüter, z.B. des Rotschenkels (*Tringa totanus*), schließen eine Horizontalunterschneidung der Wiesen aus (Foto: W. Rolfes).



Abb. 24 u. 25: Die Nutzung zur Energiegewinnung kann für Aufwüchse von Flächen mit hohen Wuchsdichten des Sumpf-Schachtelhalms sinnvoll sein (Fotos: C. Schubbel / pitopia.de, A. Most).

Dabei gibt es Hinweise, dass der Anteil des Sumpf-Schachtelhalms im Heu umso geringer ist, je günstiger die Witterung für eine gute Trocknung ist und je häufiger das Heu gewendet wird. Die variierten Silageverfahren erwiesen sich hingegen als ungeeignet, das Futter zu dekontaminieren.

Die alternative Nutzung der Aufwüchse zur Energiegewinnung kann auf Flächen mit hohen Wuchsdichten des Sumpf-Schachtelhalms sinnvoller sein als eine traditionelle Nutzung als Grundfutter, nicht zuletzt, da sie auch in extremeren Fällen die naturschutzgerechte Bewirtschaftung ggf. mit Frühjahrsruhe, Anstau und wenig Düngung ermöglicht. Aufgrund der mittlerweile hohen Dichte an Biogasanlagen, die nach dem Prinzip der Nassfermentation betrieben werden, bietet sich der Einsatz von Aufwüchsen mit hohen Anteilen vom

Sumpf-Schachtelalm als zusätzliches Kosubstrat an. Zu beachten ist bei der Bemessung der Beimengung der hohe Rohaschegehalt im Sumpf-Schachtelalm.

Voraussetzung für eine Wirtschaftlichkeit sind geringe Transportentfernungen (möglichst < 7,5 km) sowie eine weitgehende Befreiung von Flächennutzungskosten (Pachtfreiheit). Für große, zusammenhängende Naturschutzgebiete mit einem hohen Anteil an Spätschnittflächen ist die Investition in eine moderne Feststoffvergärungsanlage überlegenswert.

8 Zusammenfassung

Der Sumpf-Schachtelalm ist als Giftpflanze im feuchten Grünland seit Jahrhunderten bekannt, intensive Bekämpfungsmaßnahmen erfolgten in der frühen Nachkriegszeit. In nach Naturschutzgesichtspunkten extensivierten Feuchtgrünlandgebieten Niedersachsens wurde die Art in den letzten Jahren verstärkt beobachtet und führte bei Verfütterung zu Erkrankungen von Rindern. Generell sind einige Grünlandtypen mit hoher Bedeutung für den Arten und Biotopschutz (Nasswiesengesellschaften wie z. B. Sumpfdotterblumenwiesen, Flutrasen, mesophiles Grünland, darunter artenreiche Ausprägungen) stark betroffen.

Die Amplitude des Sumpf-Schachtelhalms hinsichtlich Feuchte- und Nährstoffversorgung ist innerhalb der meist ausgehagerten und wiedervernässten Grünländer sehr weit und erstreckt sich auf alle Nutzungstypen, so dass die Art unter diesen Rahmenbedingungen grundsätzlich in praktisch allen Parzellen potenziell auftreten kann. Aufgrund der Toxizität und der ermittelten geringen Toleranzwerte bei Wiederkäuern erscheinen zur langfristigen Sicherung der Bewirtschaftung naturschutzverträgliche Maßnahmen zum Zurückdrängen der Art sowie alternative Verwertungskonzepte für Aufwüchse erforderlich.

Als Maßnahmen zum Zurückdrängen des Sumpf-Schachtelhalms im Feuchtgrünland wurden erprobt: Silierverfahren, Heugewinnung, Horizontalunterschneidung zur Kappung der Vertikalrhizome, erhöhte Beweidungsdichten und alternative Verwertung als Biogassubstrat. Die Auswirkungen der Maßnahmen auf die Pflanzen-

artenzusammensetzung wurden durch vegetationskundliche Begleituntersuchungen beobachtet.

Mit keinem der geprüften Silierverfahren konnte ein Abbau des giftigen Alkaloids Palustrin erreicht werden, im Zuge der Heuwerbung reduzierte sich der Palustrin-gehalt dagegen deutlich.

Die Horizontalunterschneidung erwies sich als wirksame Maßnahme zum Zurückdrängen des Sumpf-Schachtelhalms bei hohen Wuchsdichten, sofern die Standortverhältnisse den Einsatz zuließen. Die oberirdischen Sprosse starben je nach Standort und Witterungsverlauf entweder kurz nach der Unterschneidung ab oder wiesen zumindest deutliche Vitalitäts- und Konkurrenzverluste auf. Die Maßnahme ging jedoch mit Ertrags-einbußen von etwa einem Drittel einher. Verringerter Aufwuchs und verfahrensbedingte Narbenschäden begünstigten teilweise sogar empfindliche Grünlandkräuter, die Artenzahlen stiegen oftmals leicht an. Störzeiger traten nicht vermehrt auf. Das Verfahren eignet sich somit grundsätzlich für ausreichend befahrbare, artenarme bis mäßig artenreiche Grünlandflächen ohne aktuelle Vorkommen von bodenbrütenden Vogelarten.

Bei hoher Beweidungsdichte mit Rindern wurde der Sumpf-Schachtelalm durch den Tritt der Tiere zwar stark dezimiert, jedoch auch angefressen. Durch Pferdebeweidung wurde das Grünland gleichmäßig kurz befressen und die Art ging deutlich zurück. Intensive Schafbeweidung führte zu sehr kurzem Verbiss der Gräser und Kräuter, der Sumpf-Schachtelalm wurde

hingegen weitgehend gemieden, aber durch den Tritt der Tiere dennoch zurückgedrängt.

Auch bei höheren Beweidungsdichten kann eine Gefährdung, vor allem von Rindern, nicht vollständig ausgeschlossen werden. Daher kann als eine Alternative

zur Beweidung die Verwendung von mit Sumpf-Schachtelhalm belasteten Aufwüchsen für die Biogaserzeugung empfohlen werden, zumal sich das Gift nicht negativ auf die Gaserzeugung auswirkt.

9 Summary

Since hundreds of years horsetail (*Equisetum palustre* L.) is well known as a toxic species in wetlands. Intensive measures to control the weed were taken in the 1950s but these efforts ceased during the following period of grasslands intensification. However, in the course of wet grassland restoration in the last decades horsetail is back in many of Lower Saxony's nature preserve areas; cases of animal poisoning from contaminated hay have been reported. In general, types of grasslands, which are relevant for nature protection purposes (*Calthion palustris*, *Ranunculo-Alopecuretum geniculati*, and mesophil associations, among others), are prone to infestation by horsetail.

The ecological range of *Equisetum palustre* is relatively wide and includes different levels of water and nutrient supply of rewetted, extensively managed grasslands of various utilization patterns. Therefore, horsetail has the potential to infest nearly any restored wet grassland site. Due to the strong toxicity and the limited tolerance of grazing animals, there is a need to develop measures that are in accordance with legal regulations (i.e. without drainage or application of herbicides) to control this noxious plant. Otherwise, the utilization of biomass for agricultural purposes, a precondition for maintaining the grassland ecosystem, cannot be guaranteed for the future.

Weed control in nature preserve areas has to follow legal regulations. We tested the following measures to control toxic horsetail in wet grassland habitats: applica-

tion of different forage conservation methods to reduce the concentration of the toxin 'palustrin', hay production, undercutting in 30-40 cm below ground in order to cut the vertical rhizomes of horsetail plants, grazing systems with very high stocking densities to damage horsetail plants by treading, and alternative use of biomass as a substrate for biogas production. The compatibility of these measures with nature conservation goals was examined by vegetation monitoring.

All ensiling treatments failed in decreasing palustrin in forage, but haymaking led to much reduced concentrations of the toxin.

Undercutting resulted in a significant reduction of horsetail in grasslands provided that site conditions are suitable for the cutting equipment. However, undercutting caused a drastic decrease in yield of one third to the untreated control. Undercutting caused sward deteriorations at a small scale, which even led to a slight increase of sensitive dicotyles and, generally, of phytodiversity. The undercutting technique proved to be of general suitability in cases of swards with low to moderate species abundances.

Under high grazing pressure horsetail abundance declined markedly. There nevertheless remains a high risk for poisoning of grazing animals, especially in cattle. Because of that, the use of wetland biomass as a cosubstrate in biogas production is a promising option since the toxin did not interfere with biogas processing.

10 Danksagung

Das Projekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt finanziell gefördert (26540-33/2). Für die gute Zusammenarbeit danken wir unseren Projektpartnern J. Kamphues und P. Wolf (Tierärztliche Hochschule,

Hannover), J. Göttke-Krogmann (NLWKN, Naturschutzstation Dümmer), der Projektpartnerin C. Weil sowie den Bewirtschaftern der Flächen.

11 Literatur

ALAND (Arbeitsgemeinschaft Landschaftsökologie) (2008): Planung A26, V. Bauabschnitt, Funktionskontrolle im Bereich des Kompensationsgebietes „Asselersand“, Status quo-Untersuchung 2008. – Im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebs für Straßenbau und Verkehr, Geschäftsstelle Stade. Hannover, unveröff.

ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR (2012): Integrierter Bewirtschaftungsplan Elbeästuar, 256 S. + Anhang. www.natura2000-unterelbe.de/links-Gesamtplan.php

BELTING, S. (2004): Vegetationsaufnahmen auf Dauerbeobachtungsflächen im NSG Asselersand 1996 bis 2004. – Im Auftrag des NLWKN, unveröff.

BLANKENBURG, J., H. H. HENNINGS & A. HOHMANN

(2001): Die Böden im Projektgebiet „Osterfeiner Moor“ – Bodenentwicklung und Bewirtschaftung. – Landnutzung u. Landentwicklung 42: 257-563.

BLÜML, V. (2011): Langfristige Veränderungen von Flora und Vegetation des Grünlandes in der Dümmeriederung (Niedersachsen) unter dem Einfluss von Naturschutzmaßnahmen. – Dissertation, Universität Bremen: 244 S. + Anhang. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-00102188-11>.

BLÜML, V., H. BELTING, M. DIEKMANN & D. ZACHARIAS (2012): Erfolgreiche Grünlandentwicklung durch Naturschutzmaßnahmen – Langfristige Veränderung von Flora, Vegetation und Avifauna am Beispiel des Ochsenmoores in der Dümmeriederung. – Inform.d.

- Naturschutz Niedersachs. 32 (4) (4/2012): 171-235.
- BLÜML, V., J. MELTER & M. SCHWEIGER (2014): Evaluation des abgeschlossenen Naturschutzgroßprojektes „Ochsenmoor“ (Landkreis Diepholz, Niedersachsen). – Natur und Landschaft 89 (1): 7-16.
- BRIEMLE, G. (1991): Abgrenzung von Feuchtgebieten unter botanisch-indikatorischen Aspekten. Die Feuchtezahl als Maßstab für Nutzungsbeschränkungen. – Naturschutz u. Landschaftsplanung 22: 183-185.
- DRACHENFELS, O. v. (Bearb.) (2011): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2011. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. H. A/4, 326 S.
- ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica 18: 248 S.
- GANZERT, C. & J. PFADENHAUER (1988): Vegetation und Nutzung des Grünlandes am Dümmer. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 16: 78 S.
- GARVE, E. (2007): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 43: 507 S.
- GERINGHAUSEN, H.-G. (2011): Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. – DLG-Verlag, 8. Aufl., Frankfurt a. M.: 416 S.
- HEGI, G. (Begr.; Hrsg.: K.-U. KRAMER) (1984): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. I. Pteridophyta, Teil 1. – 3. Aufl., Parey, Berlin & Hamburg.
- HÜNSCHKE, A. K. (2010): Untersuchungen zu möglichen Schadwirkungen einer Kontamination von Grundfutter mit getrocknetem Sumpfschachtelhalm bei Wiederkäuern und Ponys. – Inaugural-Dissertation, Tierärztl. Hochschule Hannover.
- KAMPHUES, J. (1990): Verweigerung der Aufnahme von Heu bei Zuchtbullen bedingt durch eine Kontamination mit Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*). – Tierärztl. Praxis 18: 349-351.
- KERN, H. (1957): Beitrag zur Kenntnis der Inhaltsstoffe und der toxischen Dosis des Sumpfschachtelhalmes (*Equisetum palustre*). – Dissertation, Techn. Hochschule Stuttgart.
- KÖHLER, I. (1971): Verbreitung, Biologie und Bekämpfung des Sumpfschachtelhalmes. – Parey, Berlin & Hamburg: 111 S.
- KRAUSE, W. & E. PREISING (1952): Die Grünlandgesellschaften der Dümmer-Hunte-Niederung. – Arb. Zentralstelle f. Vegetationskartierung, Stolzenau: 29 S. + Anhang.
- KRIES, A. v. (1962): Der Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre* L.): Eine Monographie zur Nutzenanwendung in der Landwirtschaft. – Arb. a. d. Inst. f. Kulturtechnik u. Grünlandwirtschaft der TU Berlin 148: 133 S.
- LANGE, G., J. KAMPHUES, P. WOLF, V. BLÜML, C. WEIL & J. MÜLLER (2012): Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten unter Berücksichtigung der Sporenpflanze Sumpfschachtelhalm, Az.: 26540-33/2. – Hrsg.: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover: 157 S. www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-26540.pdf
- LIEBENOW, H. & K. LIEBENOW (1981): Giftpflanzen. – 2. Auflage, Fischer. Jena.
- LONDO, G. (1975): Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. – Ber. Int. Symposium d. Int. Vereinigung f. Vegetationskunde, Rinteln 1973: 613-617.
- MÜLLER, J. (2010): Untersuchungen zur Regulierung der Flatterbinse (*Juncus effusus*) auf landwirtschaftlich genutzten Hochmoorstandorten. – In: BUCHWALD, R., A. RATH, M. WILLEN & J. MÜLLER: Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik. Abschlussbericht DBU-Projekt. – Hrsg. Universität Oldenburg, Oldenburg: 174 S.
- MÜLLER, J., D. WIEDOW, C. JANTZEN & L. DITTMANN (2012): Eignung von Grünlandaufwüchsen mit dem Bestandesbildner *Equisetum palustre* L. für Verfahren der Biomethanisierung. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 13: 129-132.
- OBBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 8. Aufl., 1.050 S., Stuttgart.
- PFADENHAUER, J. & D. MAAS (1987): Samenpotential in Niedermoorböden des Alpenvorlandes bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. – Flora 179: 85-97.
- PLACHTER, H. (1991): Biologische Dauerbeobachtung in Naturschutz und Landschaftspflege. – Laufener Seminarbeiträge 7/91: 7-29.
- WASSHAUSEN (Fachbüro für Grünlandstudien und Naturschutz) (2006): Bestandserfassung Sumpfschachtelhalm auf den Grünlandflächen im Westlichen Teil des NSG Asselersand. – I. A. d. Domänenamtes Stade, unveröff.
- WEBER, C. A. & R. U. VANSELOW (2011): Der Duwock oder Sumpf-Schachtelhalm (*Equisetum palustre*). – NBB Bd. 678, Westarp Wissenschaften, Hohenwarleben: 144 S.

Die Autoren



Dr. Volker Blüml, geboren 1975, studierte 1996–2001 Landschaftsentwicklung an der FH Osnabrück, 2001 Mitbegründer des Büros BMS-Umweltplanung in Osnabrück (www.bms-umweltplanung.de), seitdem gutachterlich überregional mit Schwerpunkt in Niedersachsen tätig, insbesondere im Bereich Naturschutzplanung, Monitoring und Fachgutachten zu Flora/Vegetation/Biotopen sowie zur Avifauna. 2007–2011 berufsbegleitend Promotion an der Universität Bremen, AG Vegetationsökologie und Naturschutzbiologie.

Dr. Volker Blüml
BMS-Umweltplanung
Freiheitsweg 38A
49086 Osnabrück
v.bluemi@bms-umweltplanung.de
www.bms-umweltplanung.de



Gerd Lange, geboren 1963, nach landwirtschaftlicher Ausbildung und Praxis Studium der Agrarwirtschaft an der Gesamthochschule Kassel von 1988–1993. Diplomarbeit „Einfluss intensiver und extensiver Grünlandbewirtschaftung auf Ökologie und Umwelt im Weserbergland“. Ab 1994 bei der Landwirtschaftskammer Hannover, später für die Landwirtschaftskammer Niedersachsen zuständig für Grünland und Naturschutzprogramme. Kernaufgaben: Beratung, Stellungnahmen, Gutachten zu Grünlandfragen, außerdem agronomische Bewertung der niedersächsischen Agrarumweltmaßnahmen (Grünland, Biotopflege). Seit 1994 Betreuung verschiedener Grünlandprojekte mit naturschutzfachlichen und grünlandbotanischen Fragestellungen.

Gerd Lange
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Hans Böckler Alle 20
30173 Hannover
Gerd.Lange@LWK-Niedersachsen.de
www.lwk-niedersachsen.de



Annette Most, geboren 1959, Biologiestudium mit Hauptfach Geobotanik an der Univ. Düsseldorf, danach Bestands-erfassungen im Bereich Flora, Vegetation und Biotoptypen, Managementplanung, Fachgutachten mit Schwerpunkt Grünland und Moore in Niedersachsen und Brandenburg, seit 2002 in der Fachbehörde für Naturschutz (NLWKN) im Bereich Wirkungskontrollen von Vertragsnaturschutz.

Annette Most
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
– Tier- und Pflanzenartenschutz –
Göttinger Chaussee 76A
30453 Hannover
annette.most@nlwkn-h.niedersachsen.de
www.nlwkn.niedersachsen.de



Dr. Jürgen Müller, Jahrgang 1961, Studium der Agrarwissenschaften in Rostock, Promotion 1989 zu Fragen der Wurzelentwicklung von Grünlandbeständen, post-doc-Projekte im Bereich der Pflanzenzüchtung, von 1992 bis 1998 Referatsleiter an der Landwirtschaftskammer Weser-Ems Bereiche Grünland, Ackerfutterbau, Futtermittelkonservierung, Nachwachsende Rohstoffe und Ökologischer Landbau. 1999 bis 2005 Wissenschaftlicher Assistent am Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft der Uni Göttingen. Seit 2005 Leiter der AG Grünland & Futterbauwissenschaften an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät Rostock, Forschungsschwerpunkte Feuchtgrünlandbewirtschaftung, extensive Weidesysteme und Nährstoffmanagement in Agroökosystemen

Dr. Jürgen Müller
Universität Rostock, Agrar- u. Umweltwissenschaftliche Fakultät
AG Grünland- u. Futterbauwissenschaften
Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock
juergen.mueller3@uni-rostock.de
www.uni-rostock.de

Impressum

Herausgeber:
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und
Naturschutz (NLWKN) – Fachbehörde für Naturschutz –
Der „Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen“ erscheint
mindestens 4 x im Jahr. ISSN 0934-7135
Abonnement: 15,- € / Jahr. Einzelhefte 4,- € zzgl.
Versandkostenpauschale.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.
Für den sachlichen Inhalt sind die Autoren verantwortlich.
1. Auflage 2014, 1-2.500

Grafische Bearbeitung: Peter Schader, NLWKN – Naturschutz
Titelbild: Gestaltung Peter Schader, unter Verwendung eines Fotos
von A. Most und einer Zeichnung von Jan Kops (Flora Batava)
Summaries: Dr. Annika Frech & Thomas Herrmann,
NLWKN – Naturschutz
Schriftleitung: Manfred Rasper, NLWKN – Naturschutz

Bezug:
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und
Naturschutz (NLWKN) – Naturschutzinformation –
Postfach 91 07 13, 30427 Hannover
naturschutzinformation@nlwkn-h.niedersachsen.de
Tel.: 05 11/30 34-3305
Fax: 05 11/30 34-3501
www.nlwkn.niedersachsen.de > Naturschutz > Veröffentlichungen
<http://webshop.nlwkn.niedersachsen.de>