



## *Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten unter Berücksichtigung der Sporenpflanze Sumpfschachtelhalm*

**Aktenzeichen:**

26540 – 33/2

**Bewilligungsempfänger:**

Landwirtschaftskammer Niedersachsen  
Fachbereich 3.9 - Grünland und Futterbau

**Projektpartner:**

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)  
Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Tierernährung  
Universität Rostock, Institut für Landnutzung

**Autoren:**

Prof. Dr. J. Kamphues u. Dr. Petra Wolf, Tierärztliche Hochschule  
Dr. Volker Blüml, BMS-Umweltplanung Osnabrück  
Christiane Weil, Praktikantin (B.Sc. agrar)  
Dr. Jürgen Müller, Universität Rostock  
Gerd Lange (Dipl.-Ing.agrar)

**Redaktion:**

Gerd Lange, LWK-Niedersachsen

gefördert durch



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

*gefördert durch*



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

**[www.dbu.de](http://www.dbu.de)**

Berichtszeitraum: 12.2008 – 06.2012

Hannover im Oktober 2012

Inhalt	Seite
1. Zusammenfassung des Berichts	5
2. Anlass und Zielsetzung des Projekts	8
3. Berichte Landwirtschaftskammer Niedersachsen und des NLWKN	11
3.1 Geschichte der Duwockbekämpfung	11
3.2 Material und Methoden der LWK-Niedersachsen	13
3.2.1 Standortansprache durch Profilgrabungen	14
3.2.2 Rhizombeobachtungen 2010	14
3.2.3 Durchschneidung (vertikal) der Horizontalrhizome bis 70 cm < GOF	15
3.2.4 Unterschneidung (horizontal) der Vertikaltriebe in 30-40 cm < GOF	15
3.2.5 Beweidungsintensitäten prüfen	16
3.2.6 Beobachtung des Weideverhaltens	17
3.2.7 Erfassung der Palustringehalte im Aufwuchs	17
3.2.8 Konservierungsversuch mit verschiedenen Silierzusätzen	18
3.2.9 Monitoring – Erfahrungen aus der Praxis	19
3.3 Material und Methoden vegetationskundlicher Begleituntersuchungen	21
3.3.1 Kartierung der SSH-Wuchsbereiche	25
3.3.3 Biotopkartierung und Pflanzenartenerfassung auf Versuchsflächen	29
3.3.4 Einrichtung auf Aufnahme von Dauerbeobachtungsflächen	29
4. Ergebnisse der LWK und des NLWKN	31
4.1 Ergebnisse - Landwirtschaft	31
4.1.2 Standortcharakterisierung	31
4.1.2 Morphologie der Rhizome	32
4.1.3 Durchschneidungsversuch (vertikal)	33
4.1.4 Unterschneidungsversuche (horizontal)	34
4.1.5 Einfluss der Beweidungsintensität auf den Duwockbesatz	42
4.1.6 Einfluss des Duwock auf das Weideverhalten verschiedener Nutztiere	47
4.1.7 Palustringehalte in Grünlandaufwüchsen mit Sumpfschachtelhalm	53
4.1.8 Einfluss der Konservierungsmethode auf die Palustringehalte	55
4.1.9 Erfahrungen aus dem Praxis-Monitoring	57

Inhalt	Seite
4.2 Ergebnisse vegetationskundlicher Begleituntersuchungen	68
4.2.1 Verbreitung und Wuchsdichten	68
4.2.2 Biotopkartierung und Pflanzenartenerfassung	77
4.2.3 Dauerbeobachtungsflächen	87
5. Diskussion und Bewertung	90
5.1 Ausbreitungsbedingungen des Sumpfschachtelhalm	90
5.2 Auswirkungen mechanischer Unterschneidungen	96
5.2.1 Auswirkungen auf die Begleitvegetation	96
5.2.2 Auswirkungen und Empfehlungen aus landwirtschaftlicher Sicht	99
5.3 Auswirkungen weiterer Maßnahmen	99
5.4 Ausblick und Handlungsempfehlungen	100
Abbildungen und Tabellenverzeichnis	101
Literaturverzeichnis	103
Öffentlichkeitsarbeit	105
<b>Anlagen in Ergänzung der Berichte landwirtschaftlicher Maßnahmen</b>	
<b>A1:</b> Räumliche Verteilung des Sumpfschachtelhalm, Dümmerniederung (Karten 1-3)	106
<b>A2:</b> Profilgrabung und Beobachtung der Rhizome auf Problemflächen	109
<b>Anlagen zu den Teilprojekten der Projektpartner</b>	
<b>B1:</b> Definition der Gefahrenpotenziale bei Verfütterung an Nutztiere	127
<b>B2:</b> Energetische Verwertung Equisetum palustre - reicher Grünlandaufwüchse	139
<b>B3:</b> Isolierung und Charakterisierung von Palustrin aus Sumpfschachtelhalm	155



## 1. Zusammenfassung des Berichts

Das Gesamtprojekt zur Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten befasst sich mit der Fragestellung nach den wirtschaftlichen Möglichkeiten der Offenhaltung von Feuchtgrünlandstandorten mit starkem Sumpfschachtelhalmvorkommen. Die Projektidee war als Folge der zunehmenden Ausbreitung dieser Sporenpflanze in landeseigenen Feuchtgrünlandflächen mit hoher Bedeutung für den Naturschutz (v.a. Wiesenvögel) entwickelt worden. Ursprünglich wurden Probleme mit dem Vorkommen der Art aus dem Ochsenmoor (Dümmerregion) gemeldet; als wir uns mit dem Thema näher beschäftigten wurden uns von der Domänenverwaltung aus Stade auch starke SSH-Aufkommen aus der Region untere Elbtalaue gemeldet. Die Pächter dieser landeseigenen Flächen berichteten von starken wirtschaftlichen Problemen aufgrund der hohen Anteile Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) in ihrem Grundfutter.

Wie aus den verfügbaren Literaturquellen ersichtlich (Weber, 1902; von Kries, 1962; Köhler, 1971) stellt der Sumpfschachtelhalm (*nachfolgend Duwock oder SSH genannt*) seit jeher ein gesundheitliches und damit wirtschaftliches Risiko für die Ernährung der Wiederkäuer und möglicherweise auch für Pferde dar. Zu letzterem finden sich beim Vergleich der bekannten Literaturquellen mehr oder weniger widersprüchliche Informationen.

- Die Giftwirkung des Duwock wird immer wieder auf das Alkaloid Palustrin als Hauptverursacher zurückgeführt, eine aktuell praktizierte Analysemethode stand bei Projektbeginn nicht zur Verfügung. Um das Hauptalkaloid analysieren zu können wurde deshalb bereits im Jahre 2008 ein vorausgehender Projektauftrag an die Technische Universität Braunschweig vergeben. Ziel war es, eine ausreichende Menge reines Palustrin für die nachfolgende Analyse des Alkaloids im Aufwuchs zu gewinnen. Dieser Projektteil war Voraussetzung für die weiteren Arbeiten und wurde durch die Niedersächsische Umweltstiftung finanziell gefördert (vgl. Anlage B3, TU Braunschweig, 2008). Das isolierte Palustrin wurde dem Julius Kühn Institut (JKI) in Quedlinburg zur Untersuchung des Palustrin-gehaltes in unseren Versuchsproben überlassen. Das Verfahren der HPLC Massenspektrometer-analyse (High performance liquid chromatographics) für Palustrin wurde hier speziell mit dem von der TU-Braunschweig isolierten Palustrin-Standard für das Projekt entwickelt.

- Um die tatsächlichen wirtschaftlichen Risiken durch die traditionelle Nutzung des Grünlandes mit Wiederkäuern und Pferden zu dokumentieren und mögliche Zusammenhänge mit der verfütterten Menge Duwock zu untersuchen, wurde die Projektpartnerin Tierärztliche Hochschule Hannover am Projekt beteiligt. Im Rahmen einer Doktorarbeit (HÜNSCHE, 2010) wurden Untersuchungen zu möglichen Schadwirkungen einer Kontamination von Grundfutter mit getrocknetem Sumpfschachtelhalm bei Wiederkäuern und Pferden angestellt. Dabei zeigte sich, dass Wiederkäuer eine sehr geringe Futterakzeptanz gegenüber dem Duwock aufweisen, Pferde diesen dagegen sehr gerne verzehren. In mehrwöchigen Fütterungsversuchen wurden Blutinhaltsstoffe, Krankheitssymptome und gesundheitliche Schädigungen von Schafen und Rindern dokumentiert. Pferde hingegen zeigten bei mehrwöchiger Verfütterung von Sumpfschachtelhalm keine Akzeptanzprobleme und keine Krankheitssymptome.

- In Zusammenarbeit mit dem NLWKN erarbeitete die Landwirtschaftskammer Niedersachsen seit April 2009 Methoden zur Reduzierung der SSH-Anteile und zum Umgang mit Sumpfschachtelhalm in landwirtschaftlich extensiv genutztem Dauergrünland. Im Versuchsmaßstab wurde die Wirkung verschiedener landwirtschaftlicher Maßnahmen gegen Duwock auf Grünlandflächen in der Diepholzer Moorniederung (Ochsenmoor, Boller Moor) und in der Elbmarsch bei Stade (Asseler Sand) untersucht.

- Um abzuklären, ob ein Abbau des vermeintlichen Giftpotenzials durch Palustrin im Rahmen der Futterkonservierung möglich ist, wurde ein Konservierungsversuch mit einheitlichem Material hoher Duwockdichte durchgeführt. Der Versuch zum Einfluss der Vergärung als Grassilage mit verschiedenen Silierzusätzen sowie traditioneller Heuwerbung wurde 2009 durchgeführt. Die Versuchsanlage und der Kostenaufwand waren recht hoch, die Ergebnislage jedoch eindeutig: durch einen qualitätsorientierten Silierprozess lässt sich der Alkaloidgehalt (Palustrin) nicht reduzieren; die Heuwerbung kann dagegen bei Feldtrocknung und abhängig vom Umfang der Bröckelverluste zu einer deutlichen Verringerung des Alkaloidgehaltes im Endprodukt gegenüber dem Ausgangsmaterial genutzt werden.

- Untersuchungen zur Verdrängung von Sumpfschachtelhalm durch mechanische Maßnahmen sowie durch Beweidung wurden in den Jahren 2009 und 2010 in Zusammenarbeit mit den Bewirtschaftern durchgeführt. Diese Versuchsflächen wurden im Auftrag des NLWKN parallel durch das Umweltbüro BMS-Umweltplanung in Osnabrück hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf die Begleitvegetation untersucht .

- Die Arbeiten der Landwirtschaftskammer (LWK) konzentrierten sich auf die differenzierte Untersuchung des Unterschnittverfahrens. Von Kries (1962) beschreibt den vorübergehenden Erfolg der unterirdischen mechanischen Bekämpfung bei voller Entfaltung der oberirdischen Triebe (Holz u. Richter, 1959) im Behandlungsjahr. Zunächst wurde für unsere Untersuchungen eine vorhandene Unterschnittmaschine der staatlichen Moorverwaltung Meppen (GLL) genutzt. Aus Projektmitteln wurden aber bereits 2010 zwei spezielle Maschinen zur mechanischen Unterschneidung der Grasnarbe gegen Sumpfschachtelhalm in 30-40 cm unter GOF angeschafft, da o.g. Gerät zur sehr flachen Unterschneidung gegen Flatterbinse konzipiert worden war und nicht optimal an die Anforderungen im Projekt angepasst werden konnte.

Die Unterschneidungsversuche wirkten sich eindeutig positiv auf den Duwockbesatz sowie die Alkaloidgehalte im Aufwuchs aus . Gleichzeitig wurde dadurch die Akzeptanz der Weideaufwüchse bei dem Wiederkäuer Rind deutlich verbessert. Die Kombination der Unterschneidung mit einer Weidenutzung durch Mutterkühe hatte sich 2009 in einer Versuchsanlage als besonders effektiv gezeigt. Der Einsatz des Unterschneideverfahrens auf dem Asseler Sand und im Boller Moor wurde deshalb differenziert weiterverfolgt, indem das Verfahren innerhalb der Beweidungsversuche je zur Hälfte der Weideparzellen zum Einsatz kam. Der optimale Einsatzzeitpunkt lag in unseren Versuchen zu Vegetationsbeginn, also noch vor dem Massenwuchs des Duwock und lange vor der vollen Entfaltung der Triebe wie von Holz u. Richter(1962, s.o.) beschrieben.

- Beweidungsversuche wurden mit Pferden, Rindern und Schafen auf drei Flächen im Ochsenmoor durchgeführt. Jeweils drei 0,2 – 0,25 ha große Weideparzellen wurden innerhalb eines Weideversuchs eingezäunt und untersucht. Die Beweidung der einzelnen Varianten erfolgte parallel oder in zeitlicher Folge mit unterschiedlicher Besatzdichte bzw. Beweidungsdauer. Die Auswirkung der Beweidungsintensität auf das SSH-Vorkommen wurde anhand von Bonituren und Weidebeobachtungen dokumentiert. Es zeigte sich dabei, dass Rinder und Schafe den Aufwuchs mit SSH meiden, während Pferde Sumpfschachtelhalm fressen und keine Selektion stattfindet.
- Die Mitarbeit einer Bachelorabsolventin (B.Sc. agrar) der Universität Rostock konnte im Rahmen eines freiwilligen Praktikums für Standortuntersuchungen und Weidekartierungen genutzt werden. Die Untersuchungen durch Frau C. Weil erfolgten in Absprache mit der Landwirtschaftskammer und dem NLWKN. Neben Untersuchungen zum Verhalten der unterirdischen Rhizome nach mechanischer Unterschneidung sowie detaillierten Bodenprofilaufnahmen untersuchte Frau Weil im Rahmen ihres Praktikums das Fraßverhalten (Weideverhalten) von drei Weidetiergruppen mit relativ intensiver Besatzdichte (Rind, Pferd, Schaf) in unseren Grünlandversuchen mit dem Sumpfschachtelhalm (C. Weil, 2010).
- Parallel zu laufenden Versuchen 2009-2010 sowie in den darauffolgenden Vegetationsperioden 2011 und 2012 wurden die Erkenntnisse im Rahmen eines Praxis-Monitorings umgesetzt:  
Auf einer Monitoringfläche in der Diepholzer Moorniederung wurde im August 2009 die Aufwuchsqualität nachhaltig durch Unterschneidung in Verbindung mit Kainitdüngung und intensiver Nachsaat sowie anschließendem Festwalzen verbessert. Der Sumpfschachtelhalmbesatz verringerte sich in Folge Bestandsumschichtung (vgl. 4.1.9.1) deutlich.
- Im Projektgebiet Asseler Sand wurden 2011 und 2012 jeweils 25 Hektar betroffener Weidefläche unterschritten. Die Unterschneidung wirkte sich auch hier sehr positiv aus, wodurch die weidenden Mutterkuhherden und Jungrinder der beteiligten Landwirte den Aufwuchs deutlich besser nutzen konnten und die Grünlandflächen intensiv verbissen wurden, was einen hohen pflegenden Effekt auf die Grasnarbe hatte und den Wiederaustrieb des SSH stark einschränkte.
- Durch Kontakt mit dem Beratungsring Wesermarsch konnte ein weiteres Projektgebiet außerhalb von Naturschutzgebieten auf privateigenen Flächen im Raum Ovelgönne bearbeitet werden. Nach Frischfütterung vom Grünlandaufwuchs einer neuen Pachtfläche mit (unwissentlich) hohem Anteil Sumpfschachtelhalm konnten nachhaltige Leistungseinbußen der Milchviehherde dokumentiert werden. Die betreffenden Grünlandflächen wurden durch ein ortsansässiges Lohnunternehmen teilweise unterschritten. Dabei wurden Erfahrungen mit dem schwer zu bearbeitenden Marschboden gemacht und die Grenzen des Einsatzes aufgezeigt.
- Untersuchungen der Biomethanisierung unter besonderer Berücksichtigung des Wirkstoffs ‚Palustrin‘ (Universität Rostock, Dr. Jürgen Müller 2009-2011) zeigten, dass bei der Verwendung von Duwock für die Biogaserzeugung keine negativen Effekte auf das Prozessgeschehen durch ‚Palustrin‘ zu befürchten sind. Das Palustrin wird im Zuge der Methanogenese nahezu vollständig abgebaut.

## 2. Anlass und Zielsetzung des Projekts

Aufgrund seiner Toxizität, die für verschiedene Nutztierarten nachgewiesen ist, ist der Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*; im Folgenden: „SSH“) bereits seit dem 1. Jhd. n. Chr. als ausgesprochene Problempflanze in der Grünlandwirtschaft bekannt (Zusammenfassung bei KÖHLER 1971). Die küstennahen Flussmarschen und Niedermoorgebiete Norddeutschlands stellen den Verbreitungsschwerpunkt in der BRD dar; in den ersten Jahrzehnten der Nachkriegszeit wurde gerade hier einer gezielten Bekämpfung des „Duwock“ starke Beachtung geschenkt, wovon u.a. auch mehrere Dissertationen zu dieser Pflanzenart und ihrer Bekämpfung zeugen (VON KRIES 1962, KÖHLER 1971).

In neuerer Zeit findet sich kaum mehr Literatur zu diesem Thema, vermutlich vor allem deshalb, weil Meliorations- und gezielte Bekämpfungsmaßnahmen verbunden mit einer allgemeinen Intensivierung der Grünlandnutzung den SSH stark zurückdrängten. In den letzten Jahren werden verstärkt hohe Dichten des SSH in verschiedenen Gebieten Niedersachsens beobachtet, so zum Beispiel auf Grünlandflächen in der Dümmeriederung (Betreuungsgebiet der Naturschutzstation Dümmer, Landkreis Diepholz) auf organischen Böden (überwiegend Niedermoor) sowie in den Marschen der Unterelbe im Naturschutzgebiet Asselersand (Betreuungsgebiet der Naturschutzstation Unterelbe, Landkreis Stade). Bei Rindvieh gehäuft auftretende Tierkrankheiten werden von den Landwirten in den Zusammenhang mit dem Auftreten des SSH gestellt.

Seit 2006 häuften sich die Vorkommen der Sporenpflanze Sumpfschachtelhalm. Die betroffenen Landwirte/Tierhalter bewirtschaften die betreffenden Flächen unter Bewirtschaftungsauflagen bereits seit 15 bis 20 Jahren extensiv, d.h mit Einschränkungen zur Nutzungsintensität und Düngung. Die Aufwüchse stellen Grundfutter für Rinderhaltungen, z.T. auch Milchvieh sowie Schafhaltung und Pferdehaltung dar. In Milchviehbetrieben kam es zu sehr starken Leistungseinbußen nach Vorgabe des betreffenden Futters, so dass die Bewirtschaftung des Grünlandes in Frage gestellt wurde. Vor diesem Hintergrund wurde das Forschungsprojekt „Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten unter Berücksichtigung der Sporenpflanze Sumpf-Schachtelhalm“ initiiert und in den in den Vegetationsperioden 2009 bis 2012 umgesetzt. In diesem interdisziplinären Projekt sollte folgenden Fragestellungen nachgegangen werden:

Welche gesundheitlichen Risiken bestehen bei der Verfütterung von Sumpfschachtelhalm und wie groß sind die wirtschaftlichen Risiken ?

Können gesundheitliche Gefahren durch Verfahren der Futterkonservierung begrenzt werden?

Welche Maßnahmen sind zur Eindämmung des SSH in Grünland geeignet?

Sind geeignete Maßnahmen mit den Naturschutzziele in landeseigenen und privatrechtlich geschütztem Grünland zu vereinbaren?

Welche alternativen Verwertungskonzepte könnten geeignet sein, Aufwüchse mit Sumpfschachtelhalm wirtschaftlich nutzbar zu machen?

### Futteraufnahmeverhalten und Tiergesundheit - Klärung der Gefahrenpotenziale

*Einfluß des Palustringehaltes im Grundfutter auf den Leistungs- und Gesundheitsstatus von Nutztieren bei Einsatz von Grassilage/Heu mit Sumpfschachtelhalm. Der Projektteil wird im Anhang berichtet (vgl. Anlage B1, Hünsche, 2009). Eine detaillierte Auswertung und Diskussion aller Daten wurde in einer Doktorarbeit (Hünsche, A.K. - 2010) veröffentlicht.*

Teilprojektbearbeitung: Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Tierernährung

### Konservierung und Fütterung – Möglichkeiten und Grenzen

*Einfluß der Grundfutterwerbung bei Einsatz verschiedener Verfahren (Heu/Silage) und unterschiedlicher Zusätze (Silierhilfsstoffe) auf die Grundfutterqualität und die spezifische Toxizität (Palustringehalt) des Grundfutters in Versuchsordnung.*

Teilprojektbearbeitung: Landwirtschaftskammer Niedersachsen

### Landwirtschaftlich-pflanzenbauliche Aspekte im Kontext mit Naturschutzziele

*Möglichkeiten zur Reduktion von Sumpfschachtelhalm im Grünlandaufwuchs durch Bewirtschaftungs- und technische Pflegemaßnahmen auf Praxisflächen durch Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Naturschutzfachliche Begleituntersuchungen erfolgten im Auftrage des NLWKN durch das Büro BMS-Umweltplanung (Vegetationskundliche Begleituntersuchungen – vgl. Blüml, 2011)*

Teilprojektbearbeitung: Landwirtschaftskammer Niedersachsen in Zusammenarbeit mit NLWKN (vgl. ff)

### Vegetationskundliche Begleituntersuchungen zum Forschungsprojekt (Blüml, 2011)

*Seit dem Jahre 2000 wurden von Herrn Volker Blüml (BMS-Umweltplanung) regelmäßig Vegetationskartierungen im Ochsenmoor und Umgebung durchgeführt und in jüngerer Zeit auch Fragen zur Ausbreitung des SSH nachgegangen. Das Umweltbüro (BMS) wurde daher u.a. mit der Erfassung der SSH-Vorkommen und der Untersuchung seiner Ausbreitungswege im Projektgebiet beauftragt. Desweiteren sollten mögliche Auswirkungen pflanzenbaulich-technischer Maßnahmen in den Versuchen der Landwirtschaftskammer auf die Begleitvegetation durch das Umweltbüro untersucht und dargestellt werden (s. dort). Eine vorliegende Erfassung zur Verbreitung des SSH im Bereich Asseler Sand (NLWKN 2007) wurde 2010 im Rahmen des Projektes wiederholt.*

Teilprojektbearbeitung: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

### Energetische Nutzbarkeit, Möglichkeit der Energiegewinnung in Fermenteranlagen

*Für Aufwüchse, deren starker Besatz mit Sumpfschachtelhalm eine Verwertung durch Verfütterung an Nutztiere ausschließt, sollen alternative Verwertungsoptionen außerhalb der tierischen Veredelung erarbeitet werden. Als Lösung bietet sich die energetische Verwertung der Aufwüchse an, da die verfahrenstechnischen Voraussetzungen und der Absatz der erzeugten Energie wesentlich günstiger zu beurteilen sind als bei stofflichen Verwertungsszenarien. Der Projektteil wird in Anlage (B2) berichtet.*

Teilprojektbearbeitung: Universität Rostock, Institut für Landnutzung

## Praxisphase - Prüfung der Übertragbarkeit in die Praxis

In den Projektuntersuchungen als geeignet erscheinende Maßnahmen zur Eindämmung des Sumpfschachtelhalms wurden z.T. großflächig auf Praxisbetrieben geprüft. Die Monitoringphase begann bereits parallel zu den ersten Untersuchungen 2009 im Herbst (Dieholzer Moorniederung) und wurde dann ab 2010-2011 (Elbmarsch) bis Sommer 2012 (Wesermarsch) fortgesetzt.

Übertragbarkeit auf andere Gebietskulissen und Erstellung von Beratungsempfehlungen.

Teilprojektbearbeitung: Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Übersicht 1: zeitliche Gliederung und Einbindung der Teilprojekte

<u>Zeitleiste</u> Teilprojekte	<u>1.4. - 31.09. 2008</u>	<u>1.12.2008 - 31.08.2010</u> (33 Monate - Förderzeitraum)	<u>1.04.2011 - 30.06.2012</u> (Anschlussphase)
0	<b>Isolierung Palustrin</b>	<i>Es wurden 120 mg Palustrin erfolgreich isoliert und dem JKI zur weiteren Methodenentwicklung zur Verfügung gestellt (vgl. Bericht).</i>	
1		<b>Klärung der Gefahren- potenziale</b>	
2		<b>Landwirtschaftlich- pflanzenbauliche Maßnahmen</b>	<i>Projektbericht Erstellung bis 09/2012</i>
3		<b>Energie- Nutzung</b>	
4		<b>Praxisphase (Monitoring)</b>	<b>Öffentlich- keitsarbeit, Beratungs- faltblätter</b>
<u>Laufzeit in Monaten</u>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 52 54...		

### **3. Berichte der Landwirtschaftskammer Niedersachsen und des NLWKN**

(NLWKN: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasser- Küsten- und Naturschutz)

Nach eingehender Literaturstudie wurden unterschiedliche, flächenbezogene Versuche zur Eindämmung des Sumpfschachtelhalms im Bestand geplant und durchgeführt. Alle praktischen Versuchsanstellungen auf dem Grünland wurden durch LWK und NLWKN sowie im Auftrage durch Dritte fachlich begleitet, um die Auswirkungen der verschiedenen Verfahren auf die Vegetation beschreiben und in Bezug auf das Vorkommen des Sumpfschachtelhalms sowie naturschutzfachlich einordnen zu können.

#### **3.1 Geschichte der Duwockbekämpfung**

Nach C.A.WEBER (1902) stammen die ältesten Berichte zur Bekämpfung des Sumpfschachtelhalms aus dem 18. Jahrhundert. Der Niederländer Nozemann hatte 1782 die unterirdischen (horizontalen) Haupttriebe des Duwocks, die Art ihres Auftretens und ihr Verhältnis zu den Vertikaltrieben durch Nachgrabungen erkannt und gefunden, dass die Pflanze durch Bruchstücke ihrer unterirdischen Triebe mit fließendem Wasser verschleppt werden kann (C.A. WEBER, 1902). Laut Nozemann (ebenda) besteht auf Wiesen und Weiden die sichere Bekämpfung des Duwock darin, „dass man diese sorgfältig pflegt und besonders recht ausgiebig düngt.“ Dabei wurde die anhaltende Vernachlässigung des Grünlandes aufgrund hoher Vorzüglichkeit des Ackerbaus seinerzeit als Hauptgrund für die starke Ausbreitung des Duwock in den holländischen Marschen angesehen. „Der Autor warnt (n.C.A. Weber, 1902) ausdrücklich davor, mit den Maßregeln der guten Pflege und der Düngung zumal auf Grünland, nachzulassen, weil mit dem Rückgang des Graswuchses der Duwock wieder zum Durchbruch käme.“

G.F.W. Meyer empfiehlt 1832 (C.A. WEBER, 1902) in einer `Anleitung zur Unterdrückung und Verminderung des Duwocks für die Landwirte der hannoverschen Marschen´ die „Nutzung als Wiesenland einzustellen und stattdessen zu weiden, und zwar ist die Fläche stark mit Weidevieh zu beschlagen. Den Rindern sind Pferde beizugesellen.“ Meyer empfiehlt (C.A. WEBER, 1902) „um dem Fortschreiten des Duwock Einhalt zu thun, Gräben zu ziehen, die wenigstens 10-12 Fuß vor den letzten oder äußersten Duwocktrieben, die sich über der Erde zeigen, anzulegen sind. Ihre Tiefe hat sich nach der Tiefenlage der Rhizome zu richten, so dass die Grabensohle mindestens einen Fuß tiefer reicht, als die Schicht, in der sie liegen. Die Breite des Grabens werde durch die Tiefe vorgeschrieben.“ Nur darin täuscht sich Meyer (C.A. WEBER, 1902) „dass er glaubt, ein wasserhaltiger Graben von der Breite eines Spatens halte schon den Duwock auf.“

Auch Nozemann empfahl bereits „die Abgrenzung der mit Duwock besetzten Stellen auf dem Ackerlande durch tiefe Gräben, welche bis tief in den die Marsch unterlagernden Darg geschnitten sind, da er fand, dass die Rhizome des Duwock in diesen schwefeleisenhaltigen Schilftorfhorizont nicht eindringen.“

Das Verfahren gleiche der Amputation eines kranken Gliedes vom gesunden Körper – sei aber bei regelmäßigem größerem Vorkommen nicht anzuwenden: „In diesem Falle habe es sich bewährt, das Land im Frühjahr wiederholt zu pflügen und jedesmal mit engzahnigen eisernen Eggen klar zu machen.“

Die mechanische Zerstörung des Duwock soll (C.A. WEBER, 1902) „am vollkommendsten durch regelmäßiges tiefes Ausstechen jedes eben hervorsprossenden grünen Triebes“ in Verbindung mit „der mittelbaren Wirkung der Düngung und Entwässerung einen starken Erfolg haben.“

Nach der umfassenden Darstellung von C.A. Weber vergingen nahezu 60 Jahre, bis erstmals wieder in ähnlicher Ausführlichkeit über die Möglichkeiten der Duwockbekämpfung auf dem Grünland berichtet wurde (HOLZ UND RICHTER, 1957 nach v. KRIES, 1962). Dabei wird mit den fortgeschrittenen landtechnischen Möglichkeiten auch das Verfahren der Unterschneidung möglich. Das Prinzip der Unterschneidung besteht in der Unterbrechung der pflanzlichen Leitungsbahnen durch Abtrennung der vertikalen Rhizomtriebe des SSH vom oberen Horizontaltrieb. Dabei soll der Wasser- und Nährstofftransport unterbrochen werden und die oberirdischen grünen Triebe des SSH möglichst absterben und unschädlich werden. Das Verfahren wurde bereits seit 1957 (Holz und Richter, 1960) erstmals angewendet, um stark mit Duwock belastete Grünlandflächen zu sanieren. Das alleinige Unterschneiden hatte jedoch keinen Dauererfolg (W. HOLZ, 1960/62 n. VON KRIES). Deshalb wurden seit Beginn der 60er Jahre zur Erreichung eines nachhaltigen Bekämpfungserfolgs auch Herbizide (2,4 D; MCPA; MCPB) in den Bereich der Unterschnitthorizonte mit gutem Erfolg direkt eingebracht. KÖHLER (1971) berichtet über weitergehende Anwendungen mit Dichlobenil und Chlorthiamid. Er stellt dazu fest, dass „in sämtlichen Versuchen, in denen Dichlobenil bzw. Chlorthiamid im Kortlangschen Unterschneide-Unterspritzverfahren ausgebracht werden, Equisetum palustre erfolgreich bekämpft wurde. Es sei sinnvoll die Unterflurspritzung 35 cm unter Flur durchzuführen. Durch das Unterschneiden wird die Versorgung mit Sauerstoff und Nährstoffen der Rhizome durch den Wedel unterbrochen. Sauerstoff und Nährstoffmangel sind deshalb die Ursache des Absterbens der Rhizome. Die Duwocktriebe können das seitlich von Ihnen liegende Rhizomsystem bis zu Entfernungen von 9 m über die Horizontalrhizome mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgen.“ Nach den vermeintlichen Erfolgen der Unterschneide-Unterspritzverfahren in den 60er Jahren und im Zuge der allgemein einsetzenden Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung in den 70er und 80er Jahren schien das Duwockproblem zunächst gelöst.

Der Einsatz von Unterflurspritzverfahren und die seinerzeit dafür zugelassenen 'Pflanzenschutzmittel' sind aus heutiger Sicht ökologisch und rechtlich unzulässig.

Die Wirkung flächenhafter oberirdischer Spritzungen wie sie heute mit zugelassenen Herbiziden im Grünland möglich sind ist mit 80 % zunächst gut. Die Wirkung war aber nach Untersuchungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Bezirksstelle Bremervörde, Asseler Sand 2008) nicht nachhaltig. Bereits acht Wochen nach dem Einsatz stieg der Duwockbesatz drastisch an, so dass die Wirkungsgrade auf deutlich unter 40% zurückgingen.



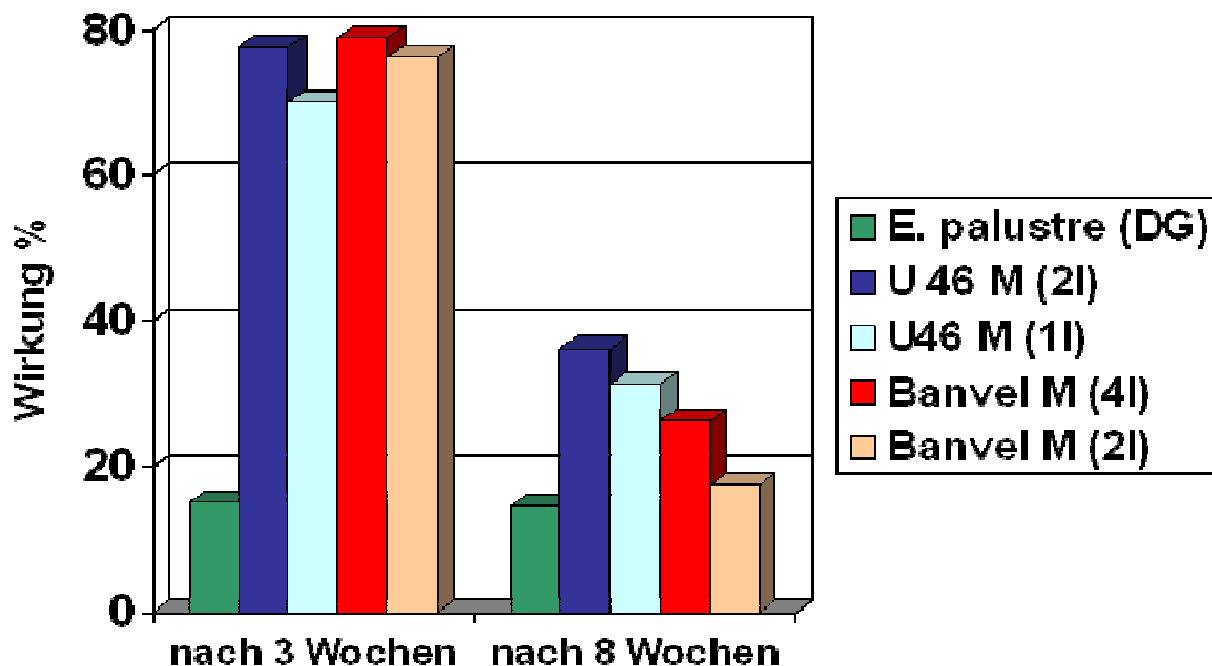


Abbildung 1: Wirkung konventioneller Pflanzenschutzmaßnahmen, LWK-Niedersachsen, 2008

### 3.2 Material und Methoden - Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Die Untersuchungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen waren auf die Eindämmung des Duwocks auf aktuell belasteten Grünlandflächen gerichtet. Die bekanntermaßen betroffenen Flächen sind in der Mehrzahl durch Naturschutzauflagen in der Bewirtschaftung und Pflege deutlich eingeschränkt. Diese Einschränkungen schließen immer auch das Verbot der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sowie eine Düngungs- und Nutzungsbeschränkung mit ein, so dass der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen nicht weiter geprüft wurde.

Innerhalb der vorliegenden Projektarbeit wurden verschiedene technische und Bewirtschaftungsverfahren zur Eindämmung, Bekämpfung und zum Umgang mit von Duwock stark belastetem Grünlandaufwuchs geprüft, deren Anwendung in extensivem Feuchtgrünland, abgesehen von Beschränkungen zu Einsatzzeitpunkt und Besatzdichte, zulässig sind.

Dazu wurden unter anderem sechs Versuchsflächen im Dauergrünland eingerichtet (vgl. Abb. 8-10):

- Rinderbeweidungsversuch im Ochsenmoor, 2010 teilweise mit Unterschneidung kombiniert;
- Pferdebeweidungsversuch im Ochsenmoor, 2010 teilweise mit Unterschneidung kombiniert;
- Schafbeweidungsversuch im Ochsenmoor, 2010 teilweise mit Unterschneidung kombiniert;
- Unterschneidungsversuch auf dem Asseler Sand (2009, 2010 und 2011, aufgeteilt in zwei Teilflächen).
- Unterschneidungsversuch (2009 und 2010) im Boller Moor;
- Durchschneidungs- und Nachsaatversuch (2009, Kontrolle 2010) im Boller Moor.

Zwecks Dokumentation der Wirkung der verschiedenen Verfahren wurden jeweils 6 Dauerquadrate (je 1 m<sup>2</sup>) in jeder Versuchsvariante (Parzelle) eingemessen und mit einem Bodenmagneten mittig markiert. Zur Kontrolle des Behandlungserfolges wurden am Tage der Versuchseinrichtung sowie in regelmäßigen Abständen während der Vegetationsperiode Bonituren und Zählungen der Triebdichten von Sumpfschachtelhalm in diesen Dauerquadraten durchgeführt. Außerdem wurde der Gesamtdeckungsgrad der Kräuter, Gräser und Bodenlücken bonitiert. Aufwuchsproben wurden nach Durchführung aller wichtigen Bonituren auf denselben Dauerquadraten mit einer Rasenkantenschere geerntet und bei 60 °C schonend getrocknet. Die Trockenmasse- und Ertragsermittlung sowie die Analyse des getrockneten Materials auf seine Inhaltsstoffe erfolgte durch die Arbeitsgemeinschaft Futtersaaten, Futterbau und Futtermittelkonservierung (AG FUKO). Die mit dem NIRS-Verfahren untersuchten Proben wurden zum Julius-Kühn-Institut in Quedlinburg weitergeleitet. Dort wurden die spezifischen Alkaloidgehalte (Palustrin) im Massenspektrometer mittels Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatografie (HPLC) analysiert (Prof. Schulz, Dr. Schütze). Die Isolierung des Palustrin und die Entwicklung der Analyseverfahren waren in einem vorbereitenden Projektteil, gefördert durch die Niedersächsische Umweltstiftung, erarbeitet worden (vgl. Anlage B 3, BEUERLE, 2008).

### **3.2.1 Standortansprache durch Profilgrabungen**

An allen Standorten (mit Ausnahme der Unterschneidungsfläche im Boller Moor) wurden Grabungen zur Profilansprache von einem Meter Breite bis zum Erreichen des Untergrundhorizontes durchgeführt (vgl. Anlage A2). Relief, Nutzungsart und Entwässerungsmaßnahmen werden beschrieben. Vorgefundene Horizonte wurden abgegrenzt und bestimmt sowie Hydromorphie Merkmale festgehalten. Die Bodenart der Horizonte wurde per Fingerprobe und der Carbonatgehalt durch Zugabe von 10 prozentiger Salzsäure nach KA 5 (Sponagel 2005) eingeschätzt. Auf zwei der vier untersuchten Standorte wurde der Profilaufbau durch 8-9 Einschläge mit einem Pürkhauer bis in 1 m Tiefe überprüft. Weiterhin wurde die Lage der Vertikal- und Horizontalrhizome des SSH im Boden festgehalten.

### **3.2.2 Rhizombeobachtungen 2010**

Auf der Versuchsfläche Schafweide im Ochsenmoor wurden Grabungsproben aus dem unterschrittenen Bereich und aus dem unbehandelten Bereich der Fläche genommen. Die erste Beprobung erfolgte Anfang Juni etwa fünf Wochen nach der Unterschneidung und ein weiteres Mal, Mitte Juli. Es wurden jeweils zwei gewöhnliche Bodenprofile angelegt und bestimmt. Bei dem Abtrag des Materials in Schichten von etwa 20 cm werden Vertikal- sowie Horizontalrhizome auf deren Lage und Zustand untersucht (Vertrocknung, Faulen, Neuaustrieb). Außerdem wird vor der Grabung die Anzahl und der Zustand der oberirdischen Triebe aufgenommen. Ein ähnliches Vorgehen fand auf der Versuchsfläche Asselersand in den Parzellen des Unterschneidungsversuches Anwendung, allerdings dort nur zu einem Grabungstermin Ende Juni, drei Monate nach der Unterschneidung.

### 3.2.3 Durchschneidung (vertikal) der Horizontalrhizome bis 70 cm < GOF

Die kreuzweise vertikale Durchschneidung mit einem sogenannten Maulwurfsdrän in einer Tiefe von 70 cm wurde an einem stark von Sumpfschachtelhalm durchsetzten Randbereich eines Vorflutergrabens im Boller Moor am 30. April 2009 durchgeführt. Im Vorfeld spielten Überlegungen zur räumlichen Ausbreitung aus dem nassen Bereich des Grabens in die Fläche hinein die Grundlage für die Frage, ob eine vertikale Durchtrennung der Querrhizome die vegetative Ausbreitung begrenzen kann.



Abb. 2: Maulwurfsdränwerkzeug



Abb. 3: Tiefe der Querrhizome (Boller Moor)

### 3.2.4 Unterschneidung (horizontal) der Vertikaltriebe in 30-40 cm < GOF

Die Unterschneidung der vertikalen Rhizome oberhalb der Querrhizome wurde aufgrund o.g. Literaturquellen (v.KRIES, 1962; KÖHLER, 1971) als möglicherweise geeignetes Verfahren ebenfalls untersucht. Wir konnten zunächst ein speziell für die flache Unterschneidung (< 5 - 8 cm u GOF) von Flatterbinse konzipiertes Gerät der GLL-Meppen mit einer Arbeitsbreite von 3 Metern einsetzen. Aufgrund erster positiver Ergebnisse des Versuchsjahres 2009 mit diesem Unterschneideverfahren bis 30 cm wurden im zweiten Projektjahr (2010) zwei Geräte beim Hersteller des erstgenannten Gerätes in Auftrag gegeben. Die Anschaffung erfolgte mit Projektmitteln der DBU durch NLWKN. Die Geräte wurden speziell für die Anwendung zur Unterschneidung in 30 – 40 cm unter Geländeoberfläche konzipiert. Insbesondere wurde der Radstand im Vergleich zum ursprünglichen Modell verlängert (das bisher genutzte Gerät war für ein flaches Unterschneiden gegen Flatterbinse entwickelt worden). Diese Unterschneidegeräte sind jeweils im Projektgebiet stationiert und können



ohne aufwändige Rüstzeiten oder längere Anfahrtszeiten von den benannten Betrieben (staatliche Moorversuchsstation, Meppen / Betrieb Bernd von Essen, Assel) eingesetzt werden.

Die Unterflur-Unterschneidungsversuche im Grünland wurden zu folgenden Terminen durchgeführt:

	2009	2010	Parzellen	Vegetationsstand
Asseler Sand Wiese	02. April	13. April	A, B, C	(SSH zeigt erste Triebspitzen)
Asseler Sand Weide	21. April	06. Mai	D, E	(SSH 15-20 cm hoch mit Wedeln)
Boller Moor	30. April	04. Mai	F, G	(SSH 15-20 cm hoch mit Wedeln)

Zusätzlich wurden Weideparzellen in den Weideversuchen (s.u.) unterschritten.



Abb. 4: Unterschneidegerät, Fa. Dröppelmann GmbH



Abb. 5: Prototyp-Unterschneider im Einsatz 2009

### 3.2.5 Beweidungsintensitäten prüfen

Die von Meyer (nach C.A. WEBER, 1902) und VON KRIES (1962) beschriebene günstige Wirkung intensiver Beweidung auf die Unterdrückung des Sumpfschachtelhalms wurde durch Beweidungsversuche mit Rindern, Pferden und Schafen überprüft. Auf drei Flächen im Ochsenmoor (Dümmer See) wurden 2009 und 2010 mehrwöchige Beweidungsversuche mit den Tierarten durchgeführt. Für jede Tierart wurden drei voneinander getrennte Einzelparzellen innerhalb einer Gesamtfläche eingerichtet und mit jeweils unterschiedlicher Besatzdichte ab Mai (Pferde, Rinder) bzw. Juni (Schafe) beweidet. Kontrollstreifen zwischen den Weideparzellen dienten dem Vergleich mit der Weidewirkung. Zusätzlich wurden 2010 innerhalb jeder Weideparzelle etwa zur Hälfte der Fläche ergänzende Maßnahmen durchgeführt. Jede Weideparzelle war im Herbst 2009 hälftig mit 6,5 dt/ha Kainit gedüngt worden. Diese Flächenanteile wurden nun im April auch mit dem Unterschneidegerät behandelt, so dass jede Weidetiergruppe beim Grasens zwischen den gedüngten und unterschrittenen Bereichen sowie den nicht behandelten Flächenanteilen wählen konnte.

Vor Weideauftrieb 2010 erfolgte eine Kartierung der dominierenden Gräser auf den betreffenden Parzellen. Drei Besatzstärken des SSH wurden klassifiziert (C. WEIL, 2010) und ebenso kartiert. Die Tiere grasten in diesen Versuchen in Gruppen für etwa 14 Tage auf den Flächen. Zwei bis drei Tage nach Weideauftrieb erfolgte die erste Begehung, verbunden mit der Aufzeichnung des Weideverhaltens. Kartiert wurde das vorherrschende Bild der Grasnarbe. Notiert wurden folgende Merkmale: Unberührt, Fraß, selektiver Fraß, Kotstelle, niedergetreten und zerstörte Narbe. Nach Ende der Weidezeit erfolgten eine Bonitur des Weiderestes und eine erneute Einstufung nach den oben genannten Merkmalen. Schließlich wurden die Daten in ArcGIS digitalisiert und aufbereitet.

### **3.2.6 Beobachtung des Weideverhaltens**

In dieser Untersuchung zum Weideverhalten von Nutztieren auf SSH-bewachsenen Flächen wird die Eignung verschiedener Tierarten zur Beweidung entsprechender Standorte abgeschätzt.

Das Verhalten der Tiere wurde auf folgende Annahmen überprüft:

1. Bei ausreichendem Futterangebot meiden die Tiere den SSH durch selektives Weiden
2. Stark begrenztes Futterangebot führt zur Aufnahme der SSH-Triebe

Abschließend werden Möglichkeiten zum Umgang mit SSH-Problemflächen für Pferde-, Rinder- und Schafhalter aufgezeigt.

### **3.2.7 Erfassung der Palustringehalte im Aufwuchs**

Die Ernteproben der Grünlandversuche wurden zu ortsüblichen Terminen bzw. nach Beweidung innerhalb der 6 Dauerquadrate mit der Rasenkantenschere in einer Reststoppellänge von etwa 5 cm beerntet. Sofern genügend Duwockmasse vorhanden war, wurden die Proben teilweise sortiert nach Duwockanteil und Gras bzw. Rest.

Die sortierten Gras- und die Mischproben wurden nach Trocknung bei 60 °C mit einer Tecator-Mühle auf 1 mm Siebdurchgang vermahlen und gingen zunächst in die NIRS Analyse zur Bestimmung der Futterwertparameter. Danach wurden die Proben zwecks Palustrinbestimmung zum Julius Kühn Institut in Quedlinburg weitergeleitet

### 3.2.8 Konservierungsversuch mit verschiedenen Silierzusätzen

Der zweite Aufwuchs einer stark mit Duwock durchsetzten Fläche wurde am 14. August 2009 bei optimaler Silierreife (21 % Rohfaser) gemäht und nach eintägiger Feldliegezeit im Versuchslabor der Landwirtschaftskammer Niedersachsen einsiliert. 30 kg des Materials wurden zunächst kurz gehäckselt, dann homogenisiert und in 4 Varianten mit verschieden wirkenden Silierhilfsmitteln und Zusatzstoffen besprüht. In dreifacher Wiederholung wurden die Einzelvarianten jeweils in 1 Litergläser gepresst und luftdicht verschlossen. Neben den Siliervarianten mit Zusatz wurde eine Kontrollvariante einsiliert, so dass insgesamt 15 Gläser befüllt wurden. Der Silierprozess wurde auf 90 Tage festgelegt, so dass die Gläser am 18. November geöffnet wurden und die Proben wiederholungsscharf bei der LUFA-Nord-West in Oldenburg auf wertgebende Inhaltsstoffe und Gär säuremuster untersucht wurden. Anschließend wurden die gemahlene Proben zum JKI zwecks Palustrinanalytik weitergeleitet. Zusätzlich zu den Silageproben wurde auf der betreffenden Fläche eine Heunutzung des gleichen Materials mit Aufnahme durch Pick-up einer Rundballenpresse durchgeführt. Das Material des Rundballens wurde 10 Wochen nach Ernte ebenfalls in dreifacher Wiederholung entnommen und in gleicher Weise untersucht. Es wurden Versuchssilagen im Maßstab von 1,5 l in dreifacher Wiederholung angefertigt.

Beimpfungsmenge: Nach Herstellerangabe je Produkt / Öffnung der Gläser (Siliergutprüfung) nach 90 Gärtagen

<b>Varianten</b>	<b>Bezeichnung / Zusatz Wirkungsweise</b>	
1 (V)	Kontrolle	Unbehandelt
2 (W)	Kofasil lac	Homofermentativ
3 (X)	Kofasil liquid	Neutralsalz
4 (Y)	Kofa Grain	Säure
5 (Z)	Kofasil lac 3(X)	Homofermentative MSB + Neutralsalz
6 (Heu)	Heunutzung	Feldtrocknung, Rundballenpresse

### 3.2.9 Monitoring – Erfahrungen aus der Praxis

Ab 2009 wurden erste Schritte unternommen, die ersten Erkenntnisse aus dem Projekt in die Praxis zu übertragen. Dazu wurde im August eine teilweise stark von Sumpfschachtelhalme frequentierte Grünlandfläche im Boller Moor auf 2,7 Hektar in einer Komplexmaßnahme bewirtschaftet.

#### 3.2.9.1 Komplexmaßnahme auf Praxisfläche gegen Sumpfschachtelhalme

Eine 3,5 ha große Versuchsfläche im Naturschutzgebiet Bollermoor (Niedermoor) wurde bereits mit einer Komplexmaßnahme behandelt. Die Fläche war gemäß einer Kartierung 2008 von den Gräben ausgehend zu etwa 1/4 von SSH (Karte 1) betroffen. Im Spätsommer 2009 wurden verschiedene Behandlungsvarianten in abgegrenzten Bereichen der Gesamtfläche durchgeführt:

Tabelle 1: Behandlungsvarianten auf der Versuchsfläche (Komplexmaßnahme)

0	Unterschneidung, Kainitdüngung, keine Nachsaat
I	Unterschneidung, Kainitdüngung, Nachsaat dt. Weidelgras
II	Unterschneidung, Kainitdüngung, Nachsaat Rohrschwinge
III	Unterschneidung, Kainitdüngung, Nachsaat Wiesenschwinge
IV	Unterschneidung, Kainitdüngung, Nachsaat Wiesenlieschgras
I-IV <sub>u</sub>	Unterschneidung, Kainitdüngung, Nachsaat Mischung von I-IV
I-IV <sub>ku</sub>	keine Unterschneidung, Kainitdüngung, Nachsaat Mischung von I-IV

Alle Varianten wurden außerdem mit einer Wiesenglattwalze gewalzt. Die Nachsaat erfolgte nach der Unterschneidung, mit einer Schlitzdrille. Dabei wurden auf der Gesamtfläche z.T. größere Schädigungen der Grasnarbe erzeugt. Die unterschneidene Grasnarbe war locker aufliegend und durch die Zugmesser der Schlitzdrillmaschine (Fa. Köckerling) wurde die Narbe nun teilweise aufgerissen. Dadurch entstanden größere Lücken - nach Abschluss der Arbeiten wurden diese so gut wie möglich zugedeckt, eine umgekehrte Reihenfolge der Arbeiten (1. Schlitzdrillen, 2. Unterschneiden) schien im Nachgang besser geeignet. Die Kainitdüngung betrug 6 dt/ha, entsprechend etwa 66 kg K<sub>2</sub>O und 120 kg N/ha. Der Bericht enthält eine Beurteilung des Nachsaaterfolges. Es wird die Deckung der nachgesäten Arten in den Versuchsvarianten eingeschätzt und ihr Auftreten beschrieben. Das aktuelle Auftreten und die Dichte von SSH wurde bei einer Begehung der Fläche Ende Mai 2010 und wiederholt im August 2010 grob kartiert.

Desweiteren wurde die Fläche in das Monitoring einbezogen, welches der Implementierung erfolgversprechender Maßnahmen in die Praxis dienen soll. Dazu zählt auch ein Interview dem teilnehmenden Bewirtschafter. Ein Fragebogen wurde mit dem Bewirtschafter der Fläche besprochen und seine Antworten notiert. Die Erfahrungen aus diesem Monitoring wurden für weitere Untersuchungen in Praxisbetrieben 2011 genutzt. Die Untersuchungen dienen außerdem zur Quantifizierung des Aufwands, insbesondere der Unterschneidung (Zeit- und Betriebsmittelaufwand).



### 3.2.9.2 Unterschneidung auf Praxisflächen

2010 und 2011 wurden weitere Praxisflächen in dem Projektgebiet Asseler Sand und am Wischhafener Sand, beide in der Elbmarsch bei Stade gelegen, großflächig in das Monitoring durch Unterschneidung einbezogen. Es wurden gezielt beweidete Flächen unterschritten.

2012 wurde die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das Gebiet Wesermarsch in konventionell wirtschaftenden Milchviehbetrieben überprüft. Zwei Betriebe hatten stark mit Duwock bewachsene Grünlandflächen zur Verfügung gestellt. Die Unterschneidung erfolgte hier durch einen ortsansässigen Lohnbetrieb mit Erfahrung in der Melioration von Grünlandstandorten.

Die wirtschaftlichen Risiken und Auswirkungen der Verfütterung von Sumpfschachtelhalm konnten in der Wesermarsch ansatzweise nachvollzogen werden, da es auf einem Milchviehbetrieb nach Neupacht einer Grünlandfläche unwissentlich zur Vorlage von frischem Grünfutter (Ladewagen) mit Sumpfschachtelhalm gekommen war, so dass die Milchviehherde, welche von 2 Melkrobotern gemolken wird, sofort starke Leistungseinbrüche (Milchleistung) verzeichnete. Die Aufzeichnungen der Milchleistung von Einzeltieren und der Herde in diesem Zeitraum war durch die moderne technische Ausstattung des Betriebes möglich, so dass diese Erfahrungen sehr wichtige Hinweise für tatsächliche wirtschaftliche Risiken geben.

Insgesamt waren 6 Betriebe mit insgesamt 30 Hektar am Flächen-Monitoring beteiligt.

Die Erfahrungen aus dem Praxis-Monitoring wurden bei den beteiligten Landwirten mit einem speziell entwickelten Fragebogen abgefragt. Technische Probleme und pflanzenbauliche Erfolge zunächst tabellarisch aufbereitet, besondere Anmerkungen Verbesserungsvorschläge verbal beschrieben.



Abbildung 7: In der Praxisphase zeigten sich die Grenzen der mechanischen Bekämpfung.



### **3.3 Material und Methoden der vegetationskundlichen Begleituntersuchungen**

Die Untersuchungen zur Verbreitung des SSH umfassen am Dümmer das gesamte Grünland im NATURA 2000-Gebiet Dümmer mit den Naturschutzgebieten (NSG) „Ochsenmoor“ (ca. 1.029 ha; Landkreis Diepholz) und „Westliche Dümmerniederung“ (ca. 1.433 ha; Landkreise Vechta, Diepholz und Osnabrück). Diese Gebiete liegen vollständig im EU-Vogelschutzgebiet V-39 „Dümmer“, teils auch im FFH-Gebiet 065 „Dümmer“. Es handelt sich großenteils um pedogen mäßig bis sehr stark veränderte Niedermoorstandorte mit an der Westseite stellenweisem Übergang zu Hochmoor, randlich auch Nieder- und Anmoorgleye sowie stellenweise Tiefumbruchböden. Das Grünland wird großflächig unter Naturschutzaufgaben bewirtschaftet und, mit Ausnahme einzelner Versuchs- und den randlichen Privatflächen, nicht mehr gedüngt. Großflächig wurde die Wiedervernässung eingeleitet.

Außerdem wurde das Grünland im NSG „Boller Moor und Lange Lohe“ (ca. 420 ha, Landkreis Diepholz) nördlich der Stadt Diepholz untersucht, das ebenfalls von der Naturschutzstation Dümmer im NLWKN betreut wird. Hier herrschen ebenfalls entwässerte und entsprechend pedogen veränderte Niedermoorstandorte vor, größere Teilbereiche sind jedoch hier Hochmoorgrünland. Teilbereiche sind wiedervernässt.

An der Unterelbe wurde das NSG „Asseler Sand“ (ca. 619 ha ha, Landkreis Stade) als Teilgebiet des FFH-Gebietes 003 und EU-Vogelschutzgebietes V18 „Unterelbe“ untersucht. Die Flächen liegen beiderseits des Elbdeiches auf Marschstandorten. Diese werden gemäß BÜK 50 im Vordeichsbereich als Kleimarsch, binnendeichs als Kalkmarsch klassifiziert. Da die Sperrwerke nur zur Sturmflutabwehr bedarfsweise geschlossen werden, unterliegen auch die binnendeichs gelegenen Bereiche noch einer eingeschränkten Tidendynamik. Im Gebiet sind stark unterschiedliche Nutzungsintensitäten gegeben; einige Flächen sind seit Jahren nicht mehr gedüngt, andere Flächen werden regelmäßig gedüngt.

Maßnahmen zum Zurückdrängen des SSH im Rahmen des Forschungsprojektes wurden in allen genannten NSG´s mit Ausnahme der Westlichen Dümmerniederung erprobt. Sämtliche Untersuchungen wurden auf landeseignen Flächen durchgeführt (Details siehe LWK NIEDERSACHSEN in Vorber.).

Insgesamt wurden sechs Versuchsflächen eingerichtet auf denen die folgenden Maßnahmen zum Zurückdrängen des SSH erprobt und untersucht.

- Rinderbeweidungsversuch im Ochsenmoor, 2010 teilweise mit Unterschneidung kombiniert;
- Pferdebeweidungsversuch im Ochsenmoor, 2010 teilweise mit Unterschneidung kombiniert;
- Schafbeweidungsversuch im Ochsenmoor, 2010 teilweise mit Unterschneidung kombiniert;
- Unterschneidungsversuch (2009 und 2010) im Boller Moor;
- Durchschneidungs- und Nachsaatversuch (2009, Kontrolle 2010) im Boller Moor;
- Unterschneidungsversuch auf dem Asseler Sand (2009, 2010 und 2011, aufgeteilt in zwei Teilflächen).







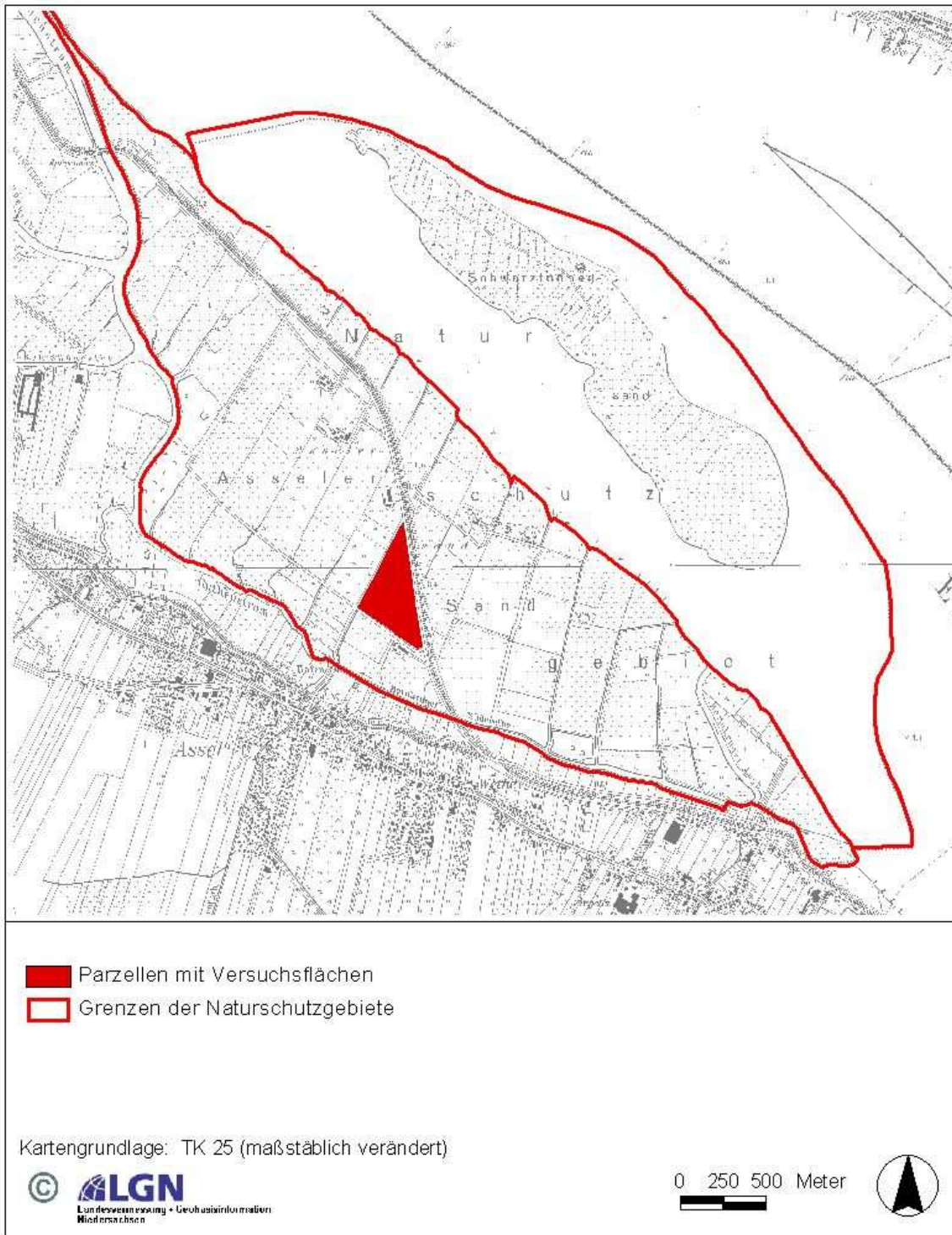


Abbildung 10: Lage der Versuchsflächen im NSG Asseler Sand. Details siehe Abb. 19-20.

### **3.3.1 Kartierung der SSH-Wuchsbereiche**

#### **3.3.1.1 Dämmerniederung**

Die flächendeckende Kartierung der SSH-Bestände erfolgte im Ochsenmoor, im Boller Moor sowie in der westlichen Dämmerniederung, Teilbereich Flächen zwischen Randkanal und Westdeich, im September 2008. Dieser Zeitraum erwies sich in der Dämmerniederung als günstig, da der SSH hier im 2. Aufwuchs zumeist besser erkennbar ist als im Frühjahr und die Nutzungstermine bekannt sind, so dass der Zeitpunkt der Erfassung optimal ausgewählt werden konnte.

Die Ergebnisse wurden 2009 und 2010 stichprobenhaft überprüft; deutliche Veränderungen in Ausdehnung der Vorkommen und Wuchsdichte konnten dabei jedoch nicht festgestellt werden, weshalb auf eine erneute flächendeckende Erfassung in 2009 und 2010 verzichtet wurde.

Für das NSG „Ochsenmoor“ war die aktuelle Vegetationskartierung aus dem Frühjahr 2008 (BMS-UMWELTPLANUNG 2009) die wesentliche Grundlage, so dass eine flächendeckende Erfassung und Einmessung der SSH-Bestände in einem separaten Arbeitsgang im Spätsommer gezielt erfolgen konnte. Für die Flächen an der Westseite zwischen Randkanal und Deich lag eine entsprechende Kartierung aus dem Jahr 2006 vor (BMS-UMWELTPLANUNG 2007). Die Schachtelhalm-Problematik war 2006 schon bekannt, daher wurde auch hier schon explizit auf Vorkommen der Art geachtet.

In den übrigen Teilen der westlichen Dämmerniederung war ein Absuchen aller in Frage kommenden Flächen notwendig. Dies begann im Mai 2010, also im Wesentlichen vor der ersten Nutzung. Die gefundenen Bestände wurden im Juli 2010 eingemessen, größtenteils repräsentiert diese Erfassung somit auch den Zustand im zweiten Aufwuchs.

Für das Boller Moor fertigte J. GÖTTKE-KROGMANN (briefl.) eine Skizze mit den Bereichen, die nach seiner Gebietskenntnis Schachtelhalm-Vorkommen aufweisen. Diese Flächen, sowie die Nachbarparzellen wurden bei der systematischen Bestandserfassung des SSH berücksichtigt. Die abseits der bekannten Vorkommen gelegenen Teile des NSG wurden hingegen nicht flächendeckend bearbeitet. Stichprobenhafte Kontrollen ergaben aber keine Hinweise auf weitere Vorkommen.

Da in der Dämmerniederung einschl. Boller Moor die SSH-Bestände überwiegend von Randstrukturen aus in die Flächen vorgedrungen sind, konnten die Grenzen der Wuchsbereiche größtenteils klar erkannt werden. Diese wurden abgelaufen und die Grenzlinien im Abstand von ca. 5-10 m mittels GPS und der Software ArcPad 7.1 verortet (Gerät: Trimble TDS Nomad). Grundlage für die Digitalisierung war die digitale Flurkarte im Maßstab 1:2.000. Dabei ist allgemein von Ungenauigkeiten um etwa 5 m auszugehen. In den weitflächig gehölzarmen Grünländern der Dämmerniederung waren die Bedingungen für die Arbeit mit GPS jedoch ideal und die Fehler daher vermutlich im Bereich weniger Meter. Auf drei Parzellen wurden zur Kontrolle Rundblock-Dauermagneten (10 \* 35 mm) in ca. 10-15 cm Tiefe eingelassen, um bei späteren Wiederholungskartierungen die GPS-Daten hiermit auf Ihre Genauigkeit hin testen zu können (aufsigniert in Karte 1). Die GIS-Daten sind im digitalen Teil des Gutachtens beigefügt; da die SSH-Vorkommen aber in die Flächen hinein zumeist fließend ausdünnen, erwiesen sich derart exakte

Grenzziehungen als schwierig. Einzelne „Vorposten“, d.h. wenige, mehrere Meter vor der Grenze der geschlossenen Verbreitung des Schachtelhalms zu findende Halme, wurden nicht gewertet.

Im Dümmergebiet wiesen nur wenige Parzellen nahezu flächendeckende SSH-Bestände auf. Auf diesen war eine Abgrenzung mittels GPS nicht möglich und auch nicht notwendig. Nicht mit GPS wurden außerdem Grünlandbrachen bearbeitet, da in der hochwüchsigen Vegetation eine Abgrenzung der Schachtelalm-Bestände nicht mit vertretbarem Aufwand möglich war.

Nach VON KRIES (1962) haben vermutlich alle im Grünland vorkommenden Schachtelalm-Arten eine ähnlich starke Giftwirkung auf Nutztiere; diese wird für *Equisetum fluviatile* allerdings z.B. von HEGI (1984) bestritten. Vorsorglich wird in dieser Arbeit für Ochsenmoor und Westseite auch die Verbreitung des Ufer-Schachtelhalms (*Equisetum x litorale* [= *E. fluviatile* x *E. palustre*]) und des Teich-Schachtelhalms (*E. fluviatile*) dargestellt. Diese Arten wurden, da der Teich-Schachtelalm charakteristisch für Feuchtwiesen ist (vgl. HELLBERG 1995), bei den Vegetationskartierungen 2000 und 2008 bzw. 2006 (Westseite) ebenfalls besonders beachtet. Aufgrund seines zumeist verstreuten Vorkommens in eher geringen Individuenzahlen erfolgte keine Detailkartierung, sondern nur eine parzellenscharfe Erfassung als „selten“ oder „frequent“ (vgl. Tab. 2). Eine Auswertung zur Entwicklung dieser Arten erfolgt jedoch nicht. Die Dichte der Schachtelalmbestände wurde in der Dümmeriederung grob nach einer fünfstufigen Skala geschätzt (Tab. 2).

Tabelle 2: Schätzskala zur Schätzung des Deckungsgrades des Sumpfschachtelhalms

Schätzklasse	Reale Häufigkeit
1	selten: nur vereinzelte Individuen
2	selten bis frequent: zwischen 1 und 3 stehend
3	frequent: viele Individuen, Deckungsgrad < 15 %
4	frequent bis dominant, zwischen 3 und 5 stehend (Deckungsgrad > 15 – 25 %)
5	dominant: Deckungsgrad überwiegend > 25 %

Vorliegende Daten zur Vegetation der Gebiete Ochsenmoor und Westliche Dümmeriederung werden für die Auswertung zur Vergesellschaftung und zu den Standortansprüchen des SSH und dessen Ausbreitung in den Gebieten herangezogen. Die Angaben basieren überwiegend aus flächendeckenden Vegetationskartierungen des Autors im Rahmen seiner Diplomarbeit, der Dissertation sowie der FFH-Basiserfassung (BLÜML 2001 & 2011, BMS-UMWELTPLANUNG 2007&2009; s. auch BLÜML & BELTING 2003).

Für das Ochsenmoor werden die Verbreitung in bestimmten Vegetationseinheiten auf Basis der Pflanzengesellschaften/Grünlandtypen und der gewichteten Zeigerwertmittel für Feuchte und Stickstoff analysiert. Die Methodik der Klassifikation bzw. Berechnung aus der Vegetationskartierung 2008 erfolgte weitgehend wie bei den Auswertungen der Kartierung aus dem Jahre 2000 (BLÜML 2001, BLÜML & BELTING 2003).

Mit den 2006 nach identischer Methode erhobenen Daten von der Westseite wurde analog verfahren. Gewichtete Zeigerwertmittel wurden verwendet, damit nicht nur die Einwanderung bzw. der Ausfall von Arten, sondern auch Deckungsgradveränderungen in die Berechnung einfließen. Dies entspricht der vom Verfasser für Auswertungen zum Grünland am Dümmer mittlerweile überwiegend angewandten Methode und ist in diesem Projekt vor allem auch wegen des kurzen Untersuchungszeitraumes sinnvoll.

Für das Ochsenmoor wurde die Nutzung auf Basis der Auswertung der Extensivierungszeitpunkte (i.d.R. Beginn der Nulldüngung) und der Nutzungskartierungen 1993-2008 der Naturschutzstation Dümmer (BMS-UMWELTPLANUNG 2009) grob für die der Kartierung 2008 vorausgehenden Jahre 2000-2007 klassifiziert: Wiese (einschl. Mähweiden, d.h. Schnittnutzung mit nachfolgender Weideperiode; unterschieden nach häufiger vor dem 16.06. bzw. fast immer nach dem 15.06. erfolgter Mahd), Weide, Mischnutzung und Dauerbrache.

Weiterhin wurden die Vegetationsaufnahmen aus 1987 (GANZERT & PFADENHAUER 1988) und 1994 (ROLFES-DORNBOOS 1995, WEGENER 1995, WILLE 1995) hinsichtlich der Vorkommen des SSHes ausgewertet; diese betreffen Ochsenmoor und Westseite und sind punktgenau im GIS verortet, so dass eine direkte Verschneidung mit der aktuellen Detailkartierung der SSH-Bestände vorgenommen werden konnte. Ebenso wurden die 29 vegetationskundlichen Dauerquadrate des seit 1995 durchgeführten Vegetationsmonitorings im Ochsenmoor ausgewertet (Aufnahme überwiegend 1995-1997-2000-2004-2008, BMS-UMWELTPLANUNG 2004 und unveröff. Originaldaten aus 2008). Generell ist bei diesen Vegetationsaufnahmen/Dauerquadraten jedoch zu beachten, dass der SSH aufgrund seiner überwiegenden Vorkommen im Randbereich der Parzellen sicher unterrepräsentiert ist: Vegetationsaufnahmen (Dauerbeobachtungsflächen) sollten i.d.R. so gewählt werden, dass sie einen typischen Ausschnitt der Vegetationseinheit ohne störende Randeffekte repräsentieren. Dies entspricht z.B. den Empfehlungen für die Durchführung von Vegetationsuntersuchungen von WILMANN 1989.

Da für das Ochsenmoor somit ein großer Datensatz mit flächendeckenden Kenndaten zu Umweltvariablen in Form von Zeigerwertmitteln und zur Bewirtschaftung vorliegt, wurden diese mit dem Vorkommen des SSH in einer multivariaten Analyse korreliert. Dazu wurde eine binäre logistische Regression (vgl. LEYER & WESCHE 2007) durchgeführt. In das Modell wurden das Vorkommen bzw. Nichtvorkommen des SSH, die Umweltvariablen mittlere gewichtete Feuchte- und Stickstoffzahl, Anteil der Wechselfeuchte- und Überflutungszeiger (jeweils Anteile an der Deckungssumme), der Extensivierungsbeginn und die Nutzungsart einbezogen. Berücksichtigt wurden dabei Grünlandflächen von insgesamt ca. 845 ha Größe, ausgenommen waren hierbei insbesondere Dauerbrachen, Privatflächen ohne weitergehende Nutzungsaufgaben und einige randliche Flächen. Vorbereitend wurde getestet, ob es für eine der quantitativen Variablen Anzeichen quadratischer Beziehungen mit der Häufigkeit des SSH gibt. Dazu wurde ein Vergleich normaler linearer und quadratischer Regressionen durchgeführt. Beim SSH zeigten sich Hinweise auf quadratische Beziehungen für die mittleren Feuchtezahlen und die Anteile der Überflutungszeiger.

Um die Veränderungen in der Verbreitung innerhalb des Ochsenmoores zu beschreiben, wurden die Originaldaten aus BLÜML (2001) ausgewertet. Damals war die Schachtelhalm-Problematik noch nicht weiter bekannt, daher wurde die Art lediglich in den parzellenbezogenen Artenlisten als selten, frequent oder dominant (vgl. Tab. 2) notiert; überwiegend oder nur randlich lokalisierte Vorkommen wurden gesondert notiert, aber nicht konsequent beachtet. Aufgrund der überwiegend randlichen Verbreitung sind diese Daten somit nur bedingt vergleichbar.

### **3.3.1.2 Asseler Sand**

Der Asseler Sand wurde 2007 durch A. MOST/NLWKN (unveröff.) flächendeckend untersucht. Die Erfassung erfolgte im Rahmen einer Biotoptypenkartierung im Mai bis Anfang Juni. Eine flächendeckende Wiederholungskartierung durch V. BLÜML wurde vom 04.-07.05.2010 durchgeführt. Dabei wurden auch die Parzellen, die 2007 wegen früher Mahd oder Bullenbeweidung nicht erfasst werden konnten, mit aufgenommen. Auf den Grünlandflächen der Marschen des Asseler Sandes mit verbreiteter Weidenutzung erwies es sich als günstig, die Erfassung im Frühjahr vor dem ersten Schnitt durchzuführen.

Auf dem Asseler Sand sind die SSH-Pflanzen zumeist viel gleichmäßiger über die Flächen verteilt bzw. breiten sich von nur 15-20 m voneinander entfernten Gruppen auf die dazwischen liegenden Beete aus. Die Wuchsdichten sind dafür überwiegend geringer. Daher wurde hier die von A. MOST/NLWKN 2007 benutzte Abundanzskala benutzt, auch um methodisch zu 2007 vergleichbare Daten zu erhalten: < 3 Halme/m<sup>2</sup>, 3-10 Halme/m<sup>2</sup>, 11-30 Halme/m<sup>2</sup>, 31-100 Halme/m<sup>2</sup>, > 100 Halme/m<sup>2</sup>. Die beiden letztgenannten Kategorien wurden dabei zusätzlich eingeführt, 2007 wurden solche Bestände als > 30 Halme/m<sup>2</sup> klassifiziert.

Die Verwendung verschiedener Skalen für die UG Dümmer und Unterelbe ist dem völlig unterschiedlichen Auftreten des SSH geschuldet: Am Dümmer wächst der SSH größtenteils in gut abgrenzbaren Beständen an den Parzellenrändern und erreicht dort hohe Dichten, die aber von den Randstrukturen aus in die Parzellen hinein oftmals fließend abnehmen. Daher ist eine genauere Klassifizierung der Wuchsdichten wie auf dem Asseler Sand kaum möglich.

Die SSH-Verbreitung 2007 wird anhand der Biotoptypen und der Nutzungsarten ausgewertet. Grundlagen sind die Biotoptypenkartierung 2007 durch A. MOST (unveröff., s.o.) und eine Übersichtskarte mit einer Unterteilung in die Nutzungsart Wiese, Mähweide oder Weide aufgrund der Ortskenntnisse von A. Most (NLWKN) und Informationen der Domänenverwaltung der GLL mit Stand um 2007. Detailliertere Informationen insbesondere zur Nutzungsintensität (u.a. Art und Umfang der Düngung) wurden nicht ausgewertet.

Da die Auswertungen auf abstrakten Einheiten (Biotoptypen) und keine Daten für die Berechnung der mittleren Zeigerwerte vorliegen, wird auf statistische Tests verzichtet.



### 3.3.2 Biotopkartierung und Pflanzenartenerfassung auf Versuchsflächen

Auf allen Versuchsflächen erfolgte eine Kartierung und Bewertung der Biotoptypen auf Ebene der Untertypen und Zusatzmerkmale nach VON DRACHENFELS (2004). Außerdem wurde für jede Parzelle eine gewichtete Pflanzenartenliste angefertigt.

Detailliert erfasst wurden alle in der Region Tiefland gefährdeten Sippen der „Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen“ (5. Fassung, GARVE 2004), ohne die Arten der Vorwarnliste. Die Häufigkeitsschätzung erfolgte nach GARVE (1990) gemäß Skala „a“ (Anzahl Sprosse/Horste; Tab. 3).

Tabelle 3: Skalen zur Häufigkeitsschätzung an einem Wuchsort nach GARVE (1990).

Kategorie	a Sprosse / Horste	b blühende	c Deckung in m <sup>2</sup>
1	1	1	< 1 m <sup>2</sup>
2	2 – 5	2 – 5	2 – 5 m <sup>2</sup>
3	6 – 25	6 – 25	> 5 – 25 m <sup>2</sup>
4	26 – 50	26 – 50	> 25 – 50 m <sup>2</sup>
5	51 – 100	51 – 100	> 50 m <sup>2</sup>
6	> 100	> 100	> 100 m <sup>2</sup>
7	> 1.000	> 1.000	> 1.000 m <sup>2</sup>
8	>10.000	>10.000	>10.000 m <sup>2</sup>

### 3.3.3 Einrichtung und Aufnahme von Dauerbeobachtungsflächen

In jedem der sechs Versuche wurden im Mai 2009 je zwei vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen (DBF) auf Maßnahmenflächen und zwei auf den entsprechenden Referenzflächen ohne Maßnahmen eingerichtet. In jedem der drei Versuche im Ochsenmoor wurden jeweils acht DBF, in den beiden Versuchen im Boller Moor jeweils vier DBF und auf dem Asseler Sand insgesamt acht DBF (je vier DBF in den beiden Teilflächen) eingerichtet. Da die Beweidungsversuche im Ochsenmoor aus jeweils drei Teilparzellen mit unterschiedlicher Beweidungsdichte bestanden, ergeben sich dort sechs DBF zzgl. zwei Referenz-DBF pro Versuch. Auf dem Asseler Sand wurden zwei DBF je Teilfläche zzgl. jeweils zwei Referenz-DBF angelegt (vgl. Abb. 54 + 55). Die DBF sind quadratisch mit 5 \* 5 m Kantenlänge und folglich auf 25 m<sup>2</sup> normiert. Die dauerhafte Markierung erfolgte mit Rundblock-Dauermagneten in Kunststoffdosen, die in etwa 10-15 cm Tiefe in den Untergrund eingebracht wurden und im Mai 2010 mit einem Metallsuchgerät (Heliflux GA-52 Cx) ausnahmslos wiedergefunden wurden. Durch die auf mehreren Flächen durchgeführten Unterschneidungsmaßnahmen kam es zu keinen Verschiebungen der Magnete, dies wurde bereits während der Maßnahmen durch oberirdische Markierung mit Kunststoffstäben und erneute Kontrolle mit dem Metallsuchgerät überprüft.

Eine Referenzfläche (Ref II) im Schafbeweidungsversuch im NSG Ochsenmoor wurde nicht neu eingerichtet, sondern die dort seit 1995 bestehende, ebenfalls 5\*5 m große DBF 18 (siehe BELTING & CALVELAGE 1997, BLÜML 2001) übernommen.

2009 erfolgten die Vegetationsaufnahmen in beiden Gebieten Anfang/Mitte Mai vor Beginn der Beweidung, auf den Unter- und Durchschneidungsversuchsflächen teils unmittelbar nach den Maßnahmen; sie repräsentieren den Zustand vor Durchführung der Maßnahmen.

2010 erfolgten die Aufnahmen wegen stark verzögerter Vegetationsentwicklung 7-11 Tage später, phänologisch somit aber in einem ähnlichen bzw. sogar noch geringfügig früheren Stadium. Die Unterschneidungen erfolgten 2010 am 04.05. (Ochsenmoor) sowie am 13.04. bzw. 06.05.2010 (Asseler Sand) und somit deutlich vor den Vegetationsaufnahmen, die damit die Vegetationsentwicklung nach der Unterschneidung belegen. Auf den wiederholt unterschrittenen Flächen im Boller Moor und auf dem Asseler Sand wird somit der Zustand nach zweijährigen Unterschneidungen charakterisiert.

2011 wurden nochmals 20 der 40 DBF aufgenommen:

- acht DBF auf dem Asseler Sand (vier Varianten, dazu vier Referenzflächen)
  - vier DBF des Unterschneidungsversuches im Boller Moor (jeweils zwei Referenzflächen je Variante)
  - acht DBF des Rinderbeweidungsversuches Ochsenmoor (sechs in Varianten, zwei Referenzflächen)
- Von den genannten Versuchsflächen waren diejenigen auf dem Asseler Sand sowie der Rinderbeweidungsversuch im Ochsenmoor auch 2011 nochmals unterschritten worden.

Zur Schätzung der Artmächtigkeiten diente die erweiterte Schätzskala nach LONDO (1975, 1984; vgl. NLÖ 1994, 1996; Tab. 4).

Tabelle 4: Schätzskala für Vegetationsaufnahmen auf DBF.

Schätzklasse	Individuenzahl / Deckungsgrad	Schätzklasse nach BRAUN-BLANQUET
r	< 1 % Deckung, 1 Individuum	r
+	< 1 % Deckung, 2 - 5 Individuen	+
0,1	< 1 % Deckung, 6 - 50 Individuen	1
0,1m	< 1 % Deckung, > 50 Individuen	2m
0,2	1 - 3 % Deckung	2m
0,2m	1 - 3 % Deckung, > 50 Individuen	2m
0,4	> 3 - 5 % Deckung	2m
0,4m	> 3 - 5 % Deckung, > 50 Individuen	2m
1a	> 5 - 10 % Deckung	2a
1b	> 10 - 15 % Deckung	2a
2	> 15 - 25 % Deckung	2b
3	> 25 - 35 % Deckung	3
4	> 35 - 45 % Deckung	3
5a	> 45 - 50 % Deckung	3
5b	> 50 - 55 % Deckung	4
6	> 55 - 65 % Deckung	4
7	> 65 - 75 % Deckung	4
8	> 75 - 85 % Deckung	5
9	> 85 - 95 % Deckung	5
10	> 95 - 100 % Deckung	5

Ausgewertet wurden insbesondere Artenzahlen (Blütenpflanzen) und Zeigerwertmittel.

## 4 Ergebnisse Landwirtschaftskammer Niedersachsen und `NLWKN`

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in gleicher Struktur und Reihenfolge wie in Kapitel 3 vorgestellt.

### 4.1 Ergebnisse Landwirtschaft

Die Ergebnisse der Landwirtschaftskammer Niedersachsen beziehen sich vorrangig auf den erhofften Rückgang des Sumpfschachtelhalms oder seiner Alkaloidgehalte, ertragliche Effekte in Folge der eingesetzten Maßnahmen sowie Erkenntnisse zur Praktikabilität und den Kosten.

#### 4.1.1 Standortcharakterisierung

Die Standortnsprache erfolgte durch Aufnahme von Bodenprofilen in ausgewählten Flächen (vgl. 3.2.1) und wird hier nur in Auszügen wiedergegeben. Detaillierte Beschreibungen finden sich in der Anlage A2. Die Standortcharakterisierung erfolgt in Gegenwartsform.

##### - **Asseler Sand**

Die Grabung der Querschnittfläche erfolgte am 30.06.2010 bis in eine Tiefe von 1,6 m. Der Oberboden ist stark ausgetrocknet, in einer Tiefe von 1,4 m wird zu diesem Zeitpunkt das Grundwasser erreicht. Die unterschnittenen Flächen liegen im Tidebereich der Elbe, direkt hinter dem Vordeich. Das Wasser strömt durch ein Gräbensystem frei ein und aus. Bei Hochwassergefahr werden die Zuflüsse jedoch verschlossen, so dass der aktuelle Materialeintrag durch Überflutungen als eher gering einzuschätzen ist. Das flache, ebene Makrorelief ist durch die Anlage von Gräben und Beeten in der Fläche als wellig einzustufen. Durch die Gräben und das Grabensystem erfolgt eine Dränung des Bodens. Die Fläche steht unter dauerhafter Grünlandnutzung und wird als Mähweide bewirtschaftet. Das Bodenprofil stellt eine Flusskalkmarsch (MCf) mit der typischen Horizontabfolge tpAh / tpeGo / tpeGr dar.

##### - **Ochsenmoor / Boller Moor**

Die Grabung der Weideversuche im Ochsenmoor erfolgte ebenfalls im Sommer 2010.

Die untersuchten Flächen liegen in einem Tiefenbereich des Makroreliefs und werden als nicht bis kaum geneigt eingestuft, ein ebenes Mikrorelief zeichnet sich allgemein ab. Die Flächen werden seit jeher als Grünland genutzt, lediglich die Rinderweide war in den 70er Jahren bereits ackerbaulich genutzt worden. Die Extensivierung erfolgte seit den Jahren 1989 (Schafweide) bzw 1995 (Rinderweide). Seit 1953 besteht eine tiefe randliche Grabenentwässerung der Flächen im Ochsenmoor, durch regelbare Staue wird der Wasserstand jedoch seit 1992 kontrolliert. Die Flächen sollen im Jahresverlauf nur kurzfristig überstaut werden, Wasserstände von maximal 23-60 cm unter Flur werden in den Untersuchungsflächen für die Bewirtschaftungsperiode angestrebt, während zentrale Bereiche des Ochsenmoores teilweise lange überstaut werden, so dass die Verhältnisse nicht auf diese übertragbar sind.

Die Profile im Ochsenmoor sind allgemein stark vererdet und stellen flaches bis sehr flachgründiges Erdniedermoor e(KV) dar. Im Falle der Rinderweide ist das ursprüngliche Profil des Bodentyps

Niedermoor (HNm) durch Tiefpfluganwendung stark verändert worden. Es handelt sich hierbei um eine Tiefpflug-Sanddeckkultur.

Eine Besonderheit im Boller Moor ist, dass Hochmoor im Wechsel mit Niedermoor vorhanden ist. Es handelt sich bei dem hier vorkommenden Hochmoor nicht um „wurzelechtes Hochmoor“, sondern Entstehung desselben auf vormaligem Niedermoor. Der Duwock findet sich hier aber lediglich in den Niedermoorbereichen wieder und kann offensichtlich im Hochmoor nicht dauerhaft Fuß fassen. Probegrabungen ergaben hier ähnlich flache Niedermoorauflagen wie im Ochsenmoor.

#### **4.1.2 Morphologie der Rhizome**

Der allgemeine Aufbau des SSH-Rhizoms lässt sich wie folgt beschreiben:

Von der Ebene des Hauptstammes ausgehend durchziehen Vertikalrhizome in abnehmender Dicke aber mit zunehmender Verzweigung den Boden nach oben hin. Kurz unter der Erdoberfläche 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 (siehe Abb. 11, rechts) unter der Oberfläche bereit. 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. Ebenso verändert sich die Farbe der Triebe von schwarz in den obersten 20 bis 30 cm (Abb. 11, Zweites von rechts) zu rötlich-braun in den darunter liegenden Schichten. Der Hauptstamm besteht aus horizontalen Rhizomen mit einem Durchmesser von 5 bis 10 mm. Die Farbe ist offensichtlich von dem Alter der Rhizome abhängig: Junge Rhizome mit Meristemspitze sind gelblich, es folgt ein rötlicher Bereich der später in auberginefarben übergeht (Abb. 5, 1-4 von links). Die Horizontalrhizome verzweigen sich an den Nodien und bilden somit ein Netz im Boden aus. Außerdem befinden sich dunkelbraune bis schwarze Speicherknollen (10-20 mm lang, ca. 5 mm Durchmesser) an manchen Nodien des Horizontalrhizomes. Weiterhin sind die Nodien des Horizontalrhizoms Ausgangspunkte für die Vertikalrhizome. An allen Nodien der vertikalen und horizontalen Rhizome befindet sich ein Wurzelkranz. Es werden keine korkenzieherartigen langen Wurzeln, wie sie KÖHLER (1971) beschreibt gefunden. Davon abgesehen stimmen die aktuellen Beobachtungen aber mit der älteren Quelle (ebenda) überein.



Abb.11: SSH-Rhizome, Alter und Tiefe nach links zunehmend

#### **4.1.3 Durchschneidungsversuch**

Das Verfahren der vertikalen Durchschneidung mit einem sogenannten Maulwurfsdrän (Abb. 2) in einer Tiefe bis 70 cm zeigte zunächst keine deutliche Wirkung gegen den etablierten Sumpfschachtelhalm. Lediglich in den direkt durchschnittenen Bereichen kam es aufgrund der direkten Schädigung der Duwocktriebe zu teilweise linienhaftem (Abb. 13) Absterben der Triebe. Zwischen den im Schachbrettmuster (Abb. 12) angelegten Durchschneidungsfurchen konnten über einen mehrwöchigen Zeitraum keine Spuren der Vergilbung oder anderweitigen Schwächung festgestellt werden. Die Tiefe der Durchschneidung (70 cm) hat mit Sicherheit mindestens einen Horizont Querrhizome durchschnitten; dennoch konnte der Sumpfschachtelhalm sich weiterhin entwickeln und an Masse zulegen. Trotz recht trockenem Frühsommer ermöglichten Bodenfeuchte und vorhandene Masse der auf 3 x 3 Meter zurückbleibenden Rhizome offenbar die weitere Entwicklung. Eine mittelfristige Wirkung gegen die weitere Ausbreitung ist nicht ausgeschlossen, konnte aber in diesem Bereich nicht nachgewiesen werden. Die Vermeidung einer weiteren Ausbreitung konnte allerdings ebenfalls nicht ausgeschlossen werden, nicht zuletzt wegen der geringen Vergleichsmöglichkeiten und der vergleichsweise kurzen Laufzeit dieses Projektes.



Im Anschluss an die Maßnahme wurden von dieser Versuchsfläche die Ernteproben für den Konservierungsversuch (vgl. 3.2.8) geerntet. Ende August wurde auf der Gesamtfläche eine Komplexmaßnahme zur Verbesserung der Bestandsqualität durchgeführt (vgl. 4.1.9.1)



Abb.12: Durschneidungsspuren im Kreuzverband



Abb. 13: abgestorbene Triebe in der Spur

#### 4.1.4 Unterschneidungsversuche

Die vermutete Wirkung der Unterschneidung gegen den Sumpfschachtelhalmbesatz wurde generell bestätigt. Die unmittelbare Wirkung war zwischen den Standorten und Jahren allerdings differenziert. An dem Standort Asseler Sand kam es im ersten Untersuchungsjahr (2009) bei ausgesprochener Frühjahrstrockenheit zu raschem Absterben der oberirdischen Triebe innerhalb von wenigen Tagen. An dem grundfeuchten Niedermoorstandort im Boller Moor variierte der Duwockaufwuchs zunächst nur farblich von frischem Grün zu bräunlichem Olivgrün und stellte das Wachstum ein bis er schließlich einige Wochen später vom Grasaufwuchs überwachsen wurde und einging.

2010 wurden allgemein deutlich weniger Duwocktriebe im ersten Aufwuchs bonitiert als im Vorjahr. Nach einem lang anhaltenden strengen Winter 2009 / 2010 setzte der Vegetationsbeginn 2010 sehr spät ein (deutlich nach dem 1 April), wahrscheinlich konnte sich der Sumpfschachtelhalm deshalb erst spät entwickeln.

## Asseler Sand (Parzellen A – E)

2009 war insbesondere auf Asseler Sand bereits eine sehr schnelle Wirkung des Unterschnitt-Verfahrens beim Einsatz im April festgestellt worden. Die Duwocktriebe starben binnen 4 Tagen völlig ab, zerbröselten und waren im Mähgut des ersten Aufwuchses nicht mehr vorhanden.

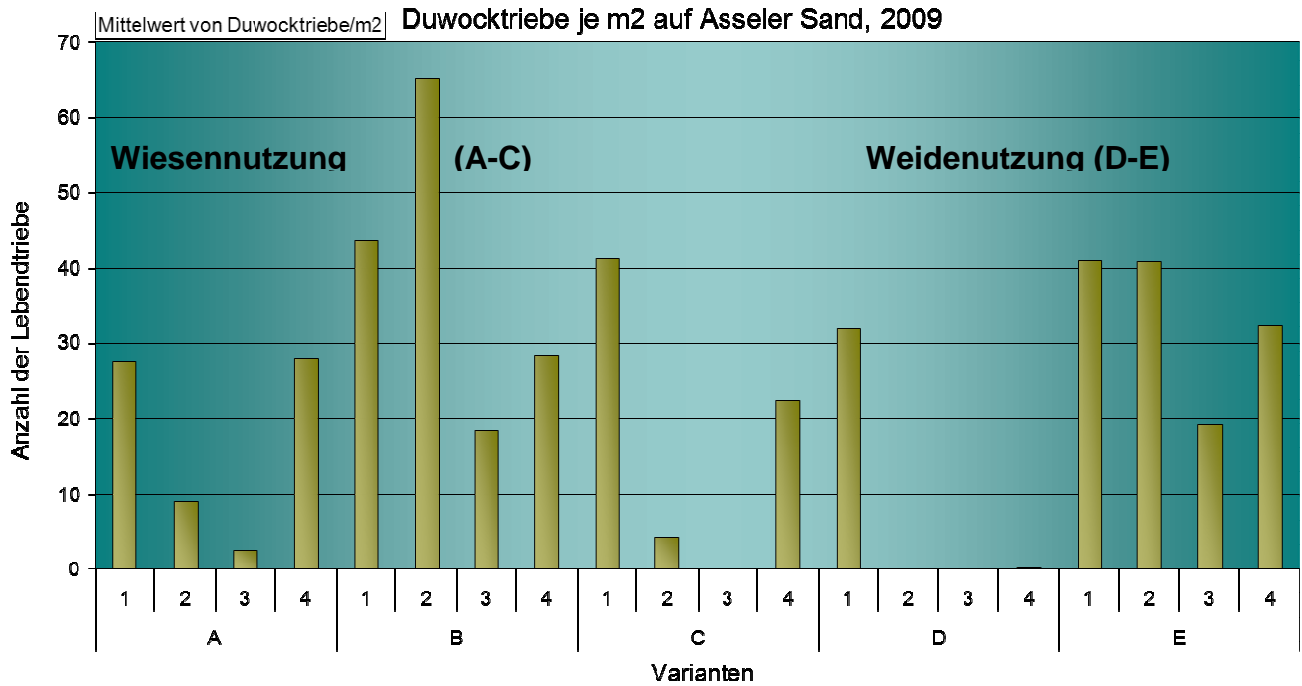


Abbildung 14: Einfluss der Unterschneidung auf dem Asseler Sand 2009, 1 - 4 Boniturtermine

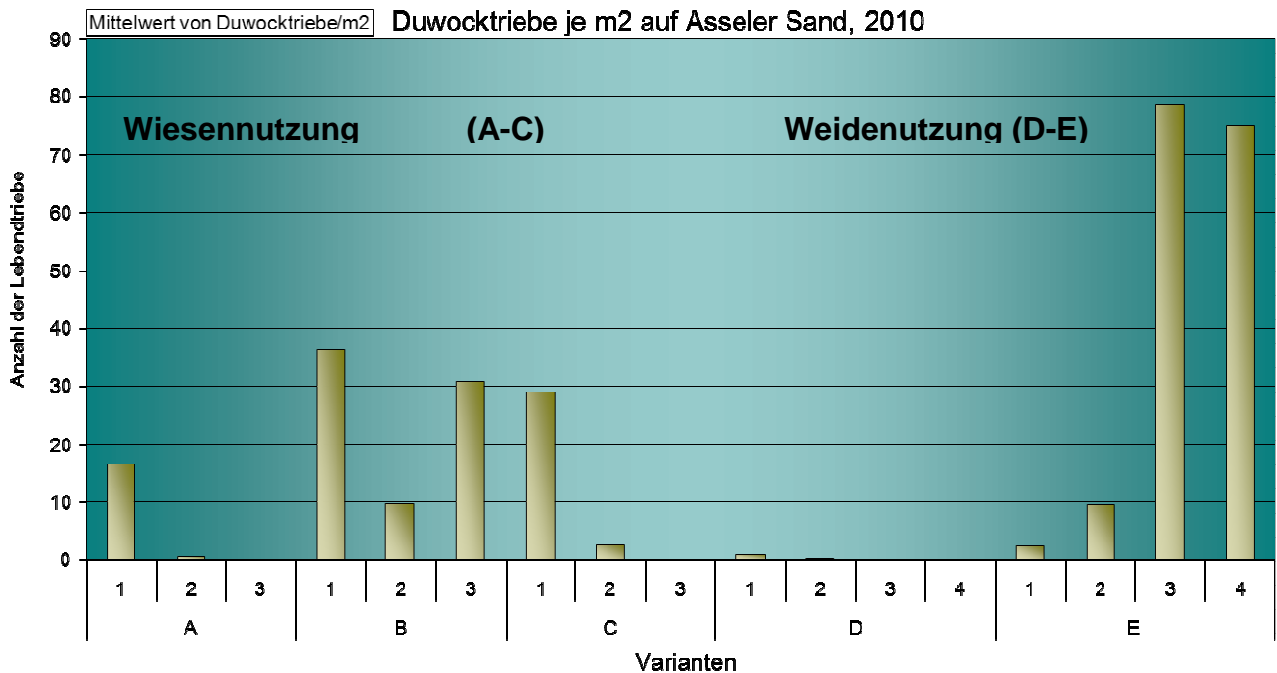


Abbildung 15: Einfluss der Unterschneidung auf Asseler Sand 2010, 1 – 4 Boniturtermine

Unbehandelte Referenz sind jeweils die Parzellen B sowie E

Der Wiederaustrieb des SSH auf der Schnittfläche war erst im Juli (etwa 3 Monate nach Einsatz der Methode) des Jahres zu beobachten.

2010 wurden die ersten Bonituren der Duwocktriebe zu den Unterschneideterminen auf Asseler Sand am 13. April bzw. 6. Mai durchgeführt. Die Parzellen A, C und D waren nach Unterschneidung bereits nach kurzer Zeit (18. Mai) frei von oberirdischem Sumpfschachtelhalm. Die Wirkung war auch nach einer ausgeprägten Sommertrockenheit anhaltend (Bonituren am 30. Juni sowie am 7. September). Die nicht behandelten Parzellen B und E waren schon zum dritten Boniturtermin am 30. Juni 2010 mit 30 (B) bzw. 80 (E) Duwocktrieben je m<sup>2</sup> sehr stark besetzt, während die Parzellen A, C und D bis zur letzten Bonitur im September 2010 nahezu frei von Duwock blieben.



Verlauf Querrhizome ohne Unterschneidung mäßige Wirkung und starke Wirkung nach Unterschneidung  
Abbildungen 16-19: Detailansichten zum Unterschneidungserfolg am Standort Boller Moor

### **Boller Moor (Parzellen F – G)**

2009 hatte sich im Vergleich zum Asseler Sand eine stark verzögert einsetzende Wirkung gezeigt, wahrscheinlich aufgrund der beseren Wasserversorgung auf dieser Niedermoorfläche. Die Wirkung trat aber zeitverzögert auch dort ein, so dass sich in zwei Ernteterminen ab Juni klare Differenzierungen ergaben (vgl. 4.1.4.1, Tabelle 5).

2010 wurden die ersten Bonituren der Duwocktriebe zu den Unterschneideterminen im Boller Moor am 4. Mai durchgeführt. Nachuntersuchungen fanden am 23. Juni, 14. Juli und 26. Oktober (Boller Moor) statt. Die Wirkung der Unterschneidung 2009 war im Anfangsbestand 2010 offensichtlich noch vorhanden: der Duwockbesatz lag hier mit 6 Trieben je m<sup>2</sup> deutlich unterhalb des Niveaus der nicht behandelten Parzellen (93 Triebe), obwohl im Vorjahr (vor Versuchsbeginn) in den Vergleichparzellen ein ähnliches Niveau bei über 250 Trieben je m<sup>2</sup> festgestellt worden war. Der direkte Jahresvergleich zeigt auch insgesamt wesentlich geringeren Besatz im Anfangsbestand und im Jahresverlauf 2010 gegenüber 2009. Der Wirkerfolg der Unterschneidung 2010 war ausserdem schneller und nachhaltiger, der Duwock-Besatz wurde bis zur letzten Bonitur im Oktober 2010 auf Null zurückgedrängt.



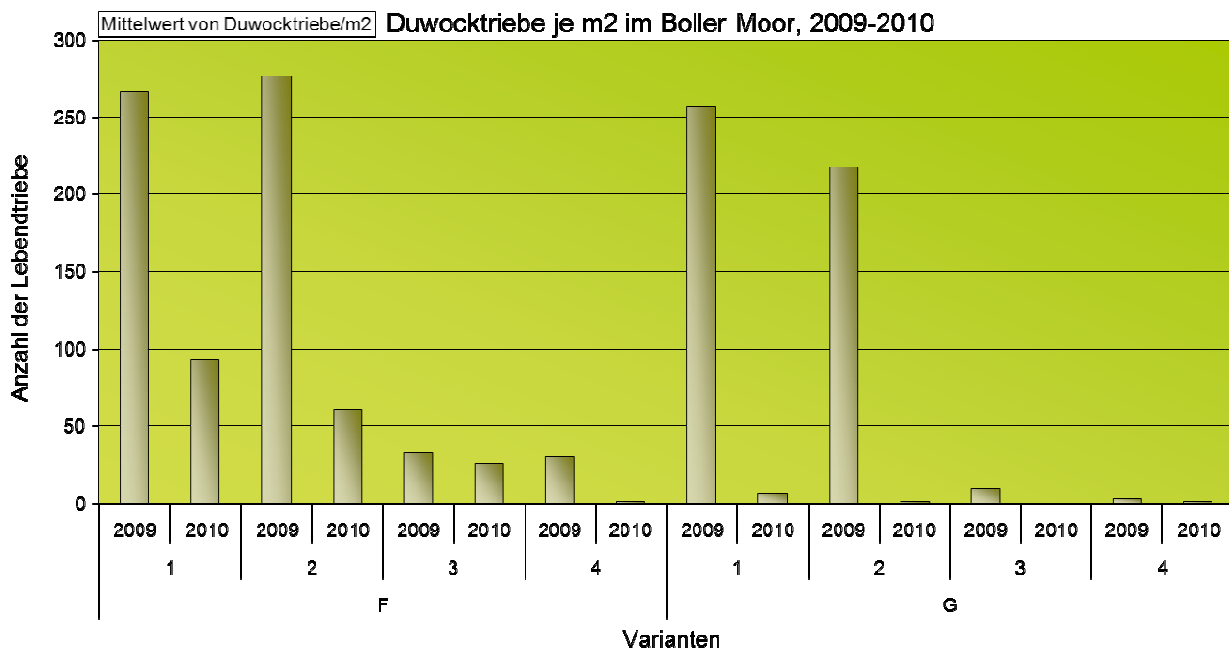


Abbildung 20: Einfluss der Unterschneidung im Boller Moor 2009 – 2010, 1- 4 Boniturtermine

Unbehandelte Referenz war jeweils die Parzelle F

#### 4.1.4.1 Erträge

Die Erträge der im Juni und Juli beernteten jeweils 6 Wiederholungen der beiden Varianten mit bzw. ohne Unterschneidung waren sehr unterschiedlich.

##### - Asseler Sand

Die Grünlandböden auf dem Asseler Sand (Marschboden) waren aufgrund geringer Niederschläge bereits im April, bei Anwendung des Verfahrens, relativ trocken. Trotz anhaltend geringer Niederschläge bis Mitte Juni konnten sich die Grasbestände in den Schnittparzellen bis zu Beerntung aber allgemein gut entwickeln.

Im Aufwuchs 2009 wurden Erträge im ersten Aufwuchs um 30 bis 55 dt/ha TM geerntet. Die unterschrittenen Parzellen waren gegenüber den unbehandelten deutlich ertragsschwächer, da die Wasserversorgung aus dem Kapillarsaum des Unterbodens unterbrochen worden war und die Grasbestände stärker unter der anhaltenden Trockenheit litten. Der Ertragsverlust durch Unterschneidung betrug im Mittel des ersten Aufwuchses 29,5 % der Trockenmasse (35,1 statt 49,8 dt/ha TM). Die Unterschneidung bewirkte gleichzeitig einen Totalausfall des Duwock im Aufwuchs der unterschrittenen Parzellen. Der Massenanteil Sumpfschachtelhalm in den nicht unterschrittenen Parzellen betrug im Mittel 5 % der Trockenmasse in einer Spanne von 4,1 bis 16,8 % Massenanteile SSH im Aufwuchs.

2010 erfolgte die Ertragsfeststellung im zweiten Aufwuchs, nachdem der Bestand am 5. Juni wegen Verkrautung mit Ackerkratzdistel durch einen Pflegeschnitt (Mulchverfahren) gereinigt worden war. Das Ertragsniveau lag deshalb bei nur 12,7 - 13,3 dt/ha TM, die Massenanteile SSH erreichten nur 0,7-2,0 % i. TM. Unterschnittene Parzellen blieben bis zum Erntetermin frei vom Duwock.

#### - **Boller Moor**

Die Parzellen im Boller Moor wurden 2009 zu verschiedenen Terminen beerntet. Da sich in räumlicher Nähe größere Vorkommen von breitblättrigem Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*) befinden (vgl. BLÜML, 2011) wird die untersuchte Fläche ausgesprochen extensiv bewirtschaftet und regulär nur einschürig im Zeitraum August-September gemäht.

Jeweils 3 Parzellen wurden hier am 3. Juni bzw. am 26. Juli beprobt.

Anfang Juni wurden, nachdem die SSH-Bestände langsam im Obergras untergingen, zwischen 25 dt/ha (behandelt) und 45 dt /ha (unbehandelt) Trockenmasse im ersten Aufwuchs erzielt. Der Ertragseinbruch nach Unterschneidung war auch an diesem Standort im trockenen Sommer 2009 hoch. Gegenüber der unbehandelten Variante waren es 37 % (28,2 gegenüber 44,9 dt/ha TM) Ertragsverlust im Mittel der Erntetermine. Auffällig war hierbei, dass am 3. Juni noch bis zu 10,6 dt/ha SSH in den behandelten Parzellen vorhanden waren, entsprechend betrug der Duwockanteil 23 bis 38 %. Die Duwockanteile in den nicht unterschnittenen Parzellen lagen bei 16-32 dt/ha TM bzw. 40-54 %.

Erst mit dem weiteren Graswachstum nach einsetzendem Niederschlag wurden die Duwockanteile unterdrückt und bis 26. Juli auf 0 bis 1,4 % in den unterschnittenen Bereichen reduziert.

Der Effekt der Unterschneidung war an diesem Niedermoorstandort hauptsächlich dadurch gegeben, dass der SSH das Wachstum einstellt und vom Gesamtbestand unterdrückt wird. Ein schnelles Absterben der Einzeltriebe war wohl teilweise zu beobachten, allerdings nicht flächendeckend wie auf dem Asseler Sand. Die meisten Duwocktriebe wurden zunächst nur olivbräunlich (Chlorophyllverlust) und stagnierten bzw. stellten das Wachstum ein.

Im Folgejahr 2010 war der SSH-Besatz auf diesen Flächen insgesamt deutlich geringer als 2009. Die im Vorjahr nicht behandelten Parzellen wiesen nur einen Anteil von 14,5 % SSH in der Trockenmasse auf (2009 = 33,8 %). Die unterschnittenen Bereiche waren dagegen frei von Duwock und zeigten keine Ertragseinbußen gegenüber den nicht unterschnittenen. Alle Parzellen an dem Niedermoorstandort Boller Moor wurden 2010 einheitlich am 23. Juni beerntet.

Tabelle 5: Ertragsanteile des ersten Folgeaufwuchs nach Unterschneidung 2009

Trockenmasseertrag dt / ha	Boller Moor (03.06. / 26.07.)			Asseler Sand (10.06.)		
	Gras	Duwock	% Duwock	Gras	Duwock	% Duwock
ohne Behandlung 1	53,7	7,8	14,5	46,4	5,0	10,8
ohne Behandlung 2	43,8	6,1	13,9	51,8	2,1	4,1
ohne Behandlung 3	47,0	4,5	9,6	49,2	6,6	13,4
ohne Behandlung 4	40,5	16,0	39,6	46,5	3,1	6,7
ohne Behandlung 5	45,9	32,7	71,2	50,1	8,4	16,8
ohne Behandlung 6	38,3	20,8	54,3	54,7	4,9	9,0
unterschnitten 1	25,7	6,8	26,5	31,7	0,0	0,0
unterschnitten 2	25,2	5,9	23,4	32,7	0,0	0,0
unterschnitten 3	27,9	10,6	38,0	36,5	0,0	0,0
unterschnitten 4	30,4	0,0	0,0	37,8	0,0	0,0
unterschnitten 5	30,5	0,3	1,0	31,6	0,0	0,0
unterschnitten 6	29,4	0,4	1,4	40,2	0,0	0,0
Mittelwert ohne Behandlung	44,9	14,7	33,8	49,8	5,0	10,1
Mittelwert mit Behandlung	28,2	4,0	15,0	35,1	0,0	0,0
<b>Schnitttermine:</b>	03.06.2009	10.06.2009	26.07.2009			

Tabelle 6: Ertragsanteile des ersten Folgeaufwuchs nach Unterschneidung 2010

Trockenmasseertrag dt / ha	Boller Moor (23.06.)			Asseler Sand (30.06.)		
	Gras	Duwock	% Duwock	Gras	Duwock	% Duwock
ohne Behandlung 1	12,0	3,6	30,3	12,7	1,7	13,6
ohne Behandlung 2	19,8	3,0	15,1	9,1	1,6	17,6
ohne Behandlung 3	19,8	1,2	5,9	18,2	2,0	11,1
ohne Behandlung 4	17,3	0,7	3,8	13,2	1,0	7,5
ohne Behandlung 5	11,9	2,5	21,1	13,5	0,7	5,3
ohne Behandlung 6	10,3	1,1	10,6	9,5	0,8	8,7
unterschnitten 1	19,7	0,0	0,0	12,8	0,0	0,0
unterschnitten 2	16,1	0,0	0,0	16,1	0,0	0,0
unterschnitten 3	16,3	0,0	0,0	17,7	0,0	0,0
unterschnitten 4	15,3	0,0	0,0	11,3	0,0	0,0
unterschnitten 5	13,8	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0
unterschnitten 6	17,1	0,0	0,0	10,3	0,0	0,0
Mittelwert ohne Behandlung	15,2	2,0	14,5	12,7	1,3	10,6
Mittelwert mit Behandlung	16,4	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0

#### 4.1.4.2 Alkaloidgehalte im Aufwuchs

Duwock-Anteile der Ernteproben wurden separiert und auf spezifischen Alkaloidgehalt (mg / kg TM) untersucht. Die Alkaloidgehalte 2010 waren an beiden Standorten auf deutlich erhöhtem Niveau gegenüber den in 2009 erhobenen Daten. Zwischen den Standorten gab es ebenfalls große Unterschiede im Niveau der Palustringehalte des Sumpfschachtelhalms.

##### - **Asseler Sand**

Die Variabilität der Palustringehalte in den Aufwüchsen der unbehandelten Parzellen war in Abhängigkeit vom Vegetationstermin sehr groß. 2009 waren die Alkaloidgehalte der Duwockaufwüchse mit weniger als 100 mg/kg TM zum Erntetermin 10. Juni auf niedrigem Niveau. In den aussortierten Duwocktrieben wurden zwischen 44 – 98 mg Palustrin je kg TM Duwock nachgewiesen. Nach dem Trockenmasseanteil im Gesamtbestand berechnet, ergab sich demnach 2009 ein Palustringehalt von 4 bis 12 mg/kg TM Grünfütter.

Die Ernte erfolgte 2010 zum 2. Aufwuchs am 30. Juni, nachdem der erste Aufwuchs bereits im Mai gemulcht worden war. Die Variabilität der Palustringehalte in den Aufwüchsen der unbehandelten Parzellen war in Abhängigkeit vom Vegetationstermin sehr groß. Im Erntegut wurden trotz ähnlicher Massenanteile Duwock (5-17 %) wie 2009 (6,8 – 17%) wesentlich höhere Alkaloidgehalte nachgewiesen, nämlich zwischen 964 bis 1870 mg Palustrin je kg TM Duwock und 99 mg bis 235 mg/kg TM im Grünfüttergemisch.

In den Aufwüchsen der unterschnittenen Parzellen wurde erwartungsgemäß kein Palustrin nachgewiesen, da Duwock im Erntegut offensichtlich nicht vorhanden war.

Zum Zeitpunkt der Ernte 2010 waren die Duwocktriebe, nachdem Sie gemulcht worden waren, bereits neu ausgetrieben. Der ermittelte Gesamtertrag war gegenüber dem ersten anstehenden Aufwuchs 2009 deshalb sehr gering. Auffallend viele Duwocktriebe waren zum Erntezeitpunkt Ende Juni bei geringem Massenwuchs bereits voll entwickelt (60-85 %) und einige mit Sporenträgern ausgestattet. Dies kann als ein Hinweis auf Zunahme des Alkaloidgehaltes mit fortschreitende physiologischen Alter des Sumpfschachtelhalms sein.

##### - **Bollermeer**

Die Palustringehalte im Aufwuchs der Versuchsflächen Bollermeer waren in beiden Untersuchungsjahren deutlich höher als diejenigen auf dem Asseler Sand. 219 mg/kg TM Palustrin wurden im Mittel der unbehandelten Duwock-Aufwüchse 2009 ermittelt, wobei die Ernteproben vom 26.07. mit 264 mg/kg TM deutlich höher belastet waren als diejenigen vom 03. Juni (120-200 mg Palustrin). Aber auch in den behandelten Aufwüchsen, welche deutlich im Wachstum stagnierten, konnten Unterschiede ermittelt werden. Während etwa nach 1 Monat (03. Juni) ein vergleichsweise geringer Gehalt zwischen 82 bis 124 mg Palustrin ermittelt wurde, wurden mit der Ernte vom 26.07. 200 mg/kg TM Palustrin im Duwock nachgewiesen. Sehr geringer Sumpfschachtelhalmbesatz begrenzte aber die Gesamtbelastung auf 0,2-3 mg/kg TM Grünfütter.

Das Vegetationsjahr 2010 erwies sich in Bezug auf die Alkaloidgehalte im Aufwuchs auch hier als relativ extrem. Es wurden zwischen 2865 bis 5289 mg/kg TM im Erntegut vom 23. Juni nachgewiesen. Trotz der mit 0,7 bis 3,6 % sehr geringen TM-Anteile des Duwock im Grünfutter 2010 waren die Gesamtgehalte mit 132 bis 232 mg Palustrin je kg TM Aufwuchs Grünfutter deshalb vergleichsweise hoch. Die Gründe für die große Variabilität zwischen den Ernteterminen und Standorten konnten in dieser Versuchsreihe nicht genauer geklärt werden. Es ergeben sich aber folgende Anhaltspunkte zur Abschätzung der Standort- und Jahreseinflüsse auf die Palustringehalte in den Versuchen: Palustringehalte im Sumpfschachtelhalm sind im Vegetationsjahr 2010 größer als 2009 und am Standort Boller Moor deutlich größer als auf dem Asseler Sand. Mit dem zunehmenden Entwicklungsstadium des Sumpfschachtelhalmanteils erhöhte sich auch im Boller Moor das Niveau der Palustringehalte deutlich.

Tabelle 7: Palustringehalte des ersten Folgeaufwuchses nach Unterschneidung 2009

Palustringehalt mg / kg TM	Boller Moor (03.06. / 26.07.)			Asseler Sand (10.06.)		
	Gesamt	Gras	Duwock	Gesamt	Gras	Duwock
ohne Behandlung 1	38	0	264	11	0	98
ohne Behandlung 2	37	0	264	2	0	38
ohne Behandlung 3	25	0	264	12	0	89
ohne Behandlung 4	48	0	120	2	0	33
ohne Behandlung 5	141	0	199	9	0	55
ohne Behandlung 6	109	0	200	4	0	44
<b>Mittelwert ohne Behandlung</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>219</b>	<b>0</b>		
unterschnitten 1	22	0	82	0	0	0
unterschnitten 2	21	0	92	0	0	0
unterschnitten 3	47	0	124	0	0	0
unterschnitten 4	0,2	0	200	0	0	0
unterschnitten 5	2	0	200	0	0	0
unterschnitten 6	3	0	200	0	0	0
<b>Schnitttermine:</b>	03.06.2009	10.06.2009	26.07.2009			

Tabelle 8: Palustringehalte des ersten Folgeaufwuchses nach Unterschneidung 2010

Palustringehalt mg / kg TM	Boller Moor (23.06.)			Asseler Sand (30.06.)		
	Gesamt	Gras	Duwock	Gesamt	Gras	Duwock*
ohne Behandlung 1	152	0,0	2201	235	0,0	1732
ohne Behandlung 2	139	0,0	3284	170	0,0	964
ohne Behandlung 3	132	0,0	3666	163	0,0	1472
ohne Behandlung 4	232	0,0	2865	127	0,0	1695
ohne Behandlung 5	217	0,0	3743	99	0,0	1870
ohne Behandlung 6	182	0,0	5289	145	0,0	1666
<b>Mittelwert ohne Behandlung</b>	<b>176</b>	<b>0,0</b>	<b>3508</b>	<b>157</b>	<b>0,0</b>	<b>1566</b>
unterschnitten 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
unterschnitten 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
unterschnitten 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
unterschnitten 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
unterschnitten 5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
unterschnitten 6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

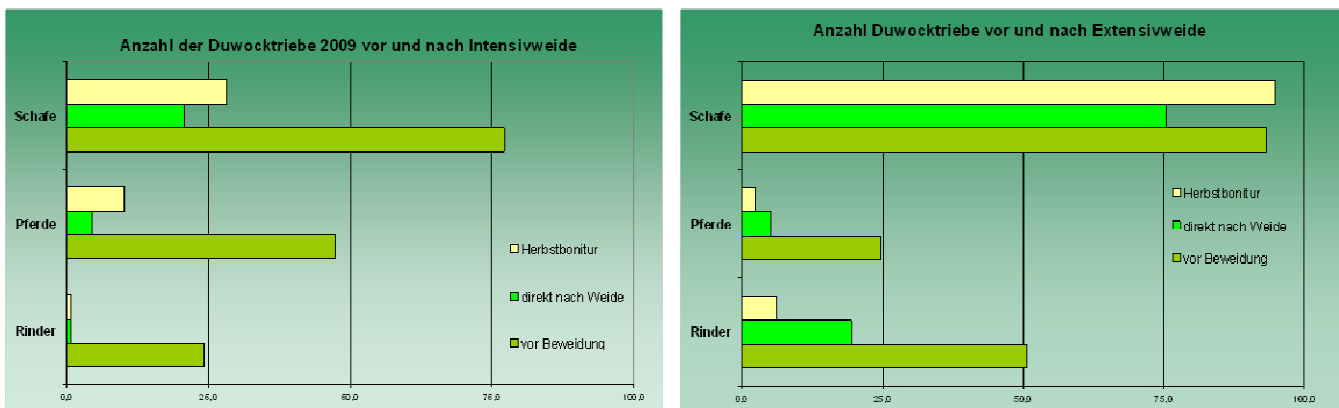
\*alle Palustrinwerte direkt im Duwock gemessen (HPLC/MS), ausser Duwock\* Asseler Sand errechnet.

#### 4.1.5 Einfluss der Beweidungsintensität auf den Duwockbesatz

Vorgestellt werden hier zunächst die Ergebnisse der Versuche mit Variation der Besatzdichte in jeweils zwei (Rinderweide) bzw. drei (Pferde / Schafe) Varianten. Vor Einrichtung der Versuche im 2. Jahr der Untersuchung wurden jeweils etwa 30 % jeder Variante lagegenau durch Kainitdüngung (6,5 dt / ha) im Herbst 2009 sowie Unterschneidung im Frühjahr 2010 behandelt. Die Auswirkungen auf den Duwockbesatz stehen z.T. in Beziehung zur daraus sich ergebenden Weideakzeptanz der Tiere. Die Auswirkung der Maßnahmen auf die Beweidungsintensität sind in dem nachfolgenden Bericht (vgl. Kapitel 4.1.6) dokumentiert.

##### 4.1.5.1 Rinderweide

Die Rinderweide wurde auf einem mineralisch geprägten anmoorigen Sandboden im Randbereich des Ochsenmoores eingerichtet. Die Vegetation in diesem Dauergrünland ist durch ein hohes Seggenaufkommen geprägt. Es wurden drei Weideparzellen untersucht, weil zunächst eine Beweidung mit drei Varianten vorgesehen war. Da sich 2009 bereits eine Beweidung in zwei Varianten ergeben hatte (die Tiere akzeptierten die Einzäunung in drei Parzellen nicht, da der Herdentrieb zu groß war) wurden in 2010 von Beginn an nur zwei Besatzdichten geweidet.



Abbildungen 21-22: Einfluss von Intensivweide und Extensivweide auf den Duwockbesatz im Ochsenmoor 2009

Durch die Rinder-Intensivbeweidung wurden während der Beweidungssaison 2009 Teilbereiche besonders stark und andere, vornehmlich seggenreiche weniger stark befallen, allerdings wurde auch der Sumpfschachtelhalm durch den Tritt der Weidetiere deutlich dezimiert. Während zu Beginn der Weidesaison 35 bis 80 Lebendtriebe gezählt wurden, lag der Besatz am Ende der Beweidung bei nur noch 2 (Intensivweide) bis 20 (Extensivweide) Lebendtrieben. Bei extensiver Weidenutzung konnten die Rinder nach Belieben selektieren. Auch hier wurden Seggen und Sumpfschachtelhalm weitgehend gemieden, teilweise aber auch angefressen. Die Anzahl der Schachtelhalmtriebe verringerte sich bei extensiver Rinderweide weniger deutlich als bei intensivem Besatz, was auf die geringere Trittwirkung in der Gesamtparzelle zurückgeführt werden kann. Auch die Anzahl noch erhaltener und verwurzelter, jedoch abgestorbener (Tottriebe) war in den Extensivparzellen höher.

Am 2. Juni 2010, vor Weideauftrieb, lag der Duwockbesatz im Mittel aller 6 Wiederholungen je Variante mit 4 bis 19 Trieben je m<sup>2</sup> gegenüber dem Vorjahr auf einem deutlich niedrigerem Niveau als 2009. Auf den Parzellen S - T weideten ab 10. Juni bis 21. Juni (11 Tage) 8 Rinder auf 0,5 ha Fläche, das Auftriebsgewicht lag bei 3,5 Tonnen. Die Parzelle R (0,25 ha) wurde in der Zeit vom 21. Juni bis 3. Juli intensiv mit derselben Rindergruppe 13 Tage lang beweidet. Aus den Rahmendaten ergibt sich eine Besatzdichte von 7 Tonnen je Hektar extensiv (154 GV-Weidetage) bzw. 14 Tonnen intensiv (364 GV Weidetage).

In der Weideparzelle S ging der Besatz deutlicher zurück, während in Parzelle T, welche weniger frequentiert wurde, keine Veränderung zwischen 2. Juni und 12. Juli festzustellen war. Das bedeutet einerseits, dass die Tiere den Duwock zurückgedrängt haben und auch, dass zu Beginn der Weide bereits die meisten Duwocktriebe ausgetrieben waren. Auch sind die Rückgänge auf 50 % der Testflächen (3 Wiederholungen in Parzelle S) auf das vorherige Unterschneiden zurückzuführen.

In der Intensivparzelle R war der Rückgang der Triebe nochmals stärker als in den extensiver beweideten Varianten, aber auch hier waren 50 % zuvor unterschritten worden, ebenso wie die Kontrollflächen ohne Beweidung (U). Es zeigte sich eine deutlich höhere Weideakzeptanz in den unterschrittenen Teilbereichen der Weideparzelle mit intensiver Besatzdichte (vgl. 4.1.6., Abb. 28).

Ort|Alle|Serie|Rind

### Anzahl der Duwocktriebe vor und nach Beweidung (Ernteparzellen mit und ohne Unterschneidung)

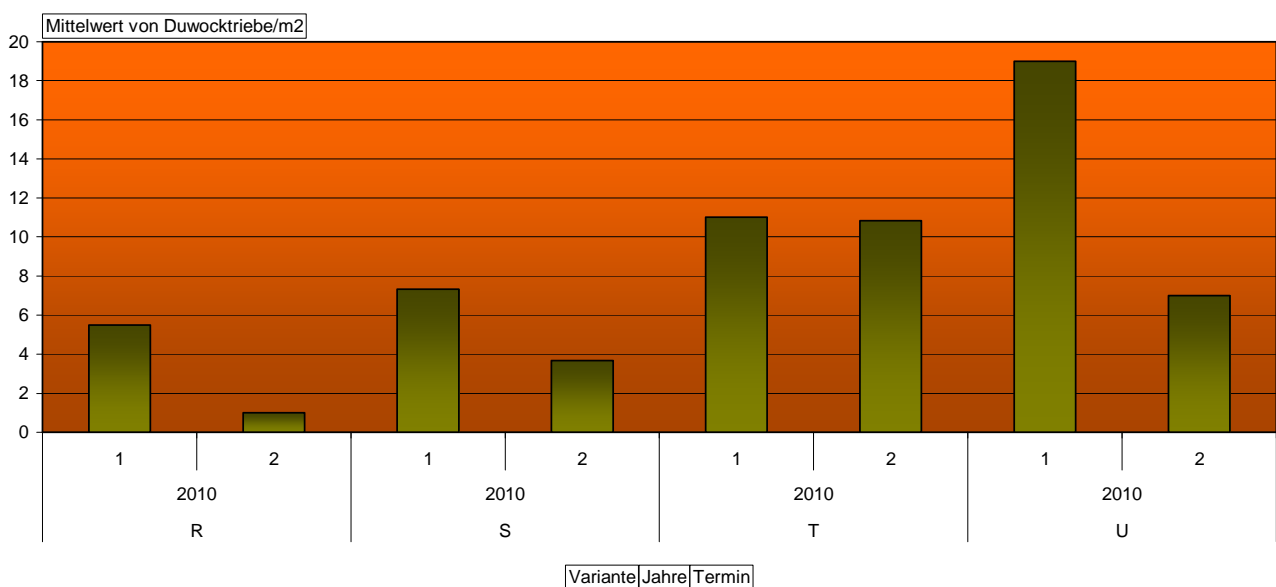


Abbildung 23: Entwicklung des Duwockbesatzes in Rinderweide (R = intensiv; U = Kontrolle), 1 – 2 Termine



#### 4.1.5.2 Schafweide

Die Schafweideparzellen wurden auf stark degeneriertem Niedermoor mit erheblichem Sumpfschachtelhalm- und Rasenschmielenbewuchs aber geringstem Graswachstum eingerichtet. In manchen Bereichen war mosaikartig Rohrglanzgras dominant vertreten. Intensive Schafbeweidung (N) führte 2009 zu sehr kurzem Verbiß aller schmackhaften Gräser und Kräuter. Sumpfschachtelhalm wurde weitgehend gemieden, ebenso die Rasenschmiele und das Rohrglanzgras. Durch den intensiven Tritt der Tiere konnte der Duwockbesatz aber wirksam zurückgedrängt werden. In der extensiven Variante (P) wurden während der Vegetationsperiode 2009 deutlich höhere Duwockanteile bonitiert, da diese weniger Tritt ausgesetzt waren und dadurch geschont wurden (Abb. 21-22). Der Auftrieb der Schafe verzögerte sich im Folgejahr 2010 bis Mitte Juni. Auch die sehr heißen Temperaturen Anfang Juli beeinflussten das Weideverhalten stark, da die Tiere zeitweise unter Hitzestress litten. Die Vegetation der untersuchten Fläche eignete sich außerdem nicht besonders, da die Weideakzeptanz weiterhin durch Rasenschmiele und Rohrglanzgras stark beeinträchtigt war. Der Duwockbesatz war 2010 in allen Weideparzellen sehr hoch. Er reduzierte sich dann kontinuierlich zwischen dem 4. Mai und dem 2. Juni (vor Auftrieb) sowie bis 20. August (nach Abtrieb). Die mit 12 Schafen intensiv beweidete Variante P war zu Beginn der Saison mit fast 100 Duwocktrieben je m<sup>2</sup> besetzt. Der Besatz reduzierte sich bereits auf 30 zu Beginn der Beweidung und bis Mitte August weiter auf unter 20 Duwocktriebe je m<sup>2</sup>. Die weniger intensiv beweideten Parzellen verzeichneten ebenfalls starke Abnahme bis auf unter 10 Schachtelhalmtriebe je m<sup>2</sup>, ein Effekt der Beweidung auf den Schachtelhalm konnte 2010 nicht sicher erkannt werden.

Ort (Alle) Serie (Schaf)

#### Anzahl der Duwocktriebe vor und nach Beweidung (Ernteparzellen mit und ohne Unterschneidung)

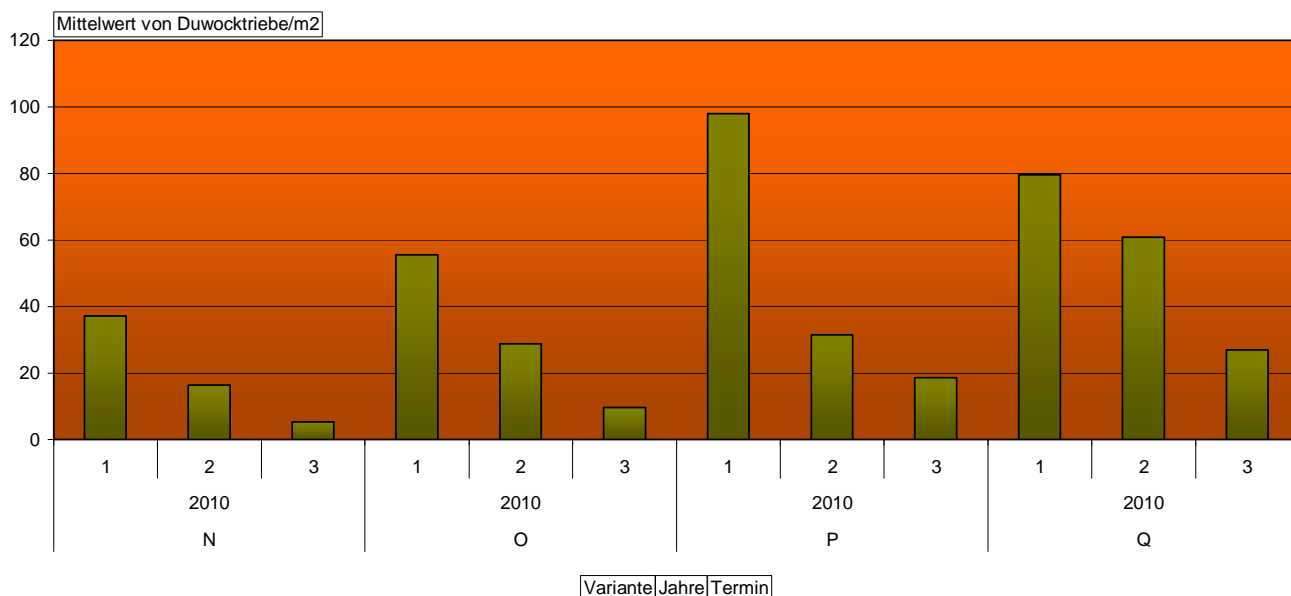


Abbildung 24: Entwicklung des Duwockbesatzes in Schafweide (N = intensiv; Q = Kontrolle), 1 – 3 Termine

### 4.1.5.3 Pferdeweide

Die für unsere Beweidungsversuche genutzte Pferdeweide liegt wie die Rinderweide ebenfalls im Randbereich des Ochesenmoores, weist aber deutlich höhere organische Masseanteile im Oberboden auf als diese und ist vegetationskundlich als Wiesenfuchsschwanz-Glatthaferwiese anzusprechen. Durch die einseitige Bewirtschaftung als Mähweide für Pferde hat sich hier ein stark differenziertes Vegetationsmosaik mit Rasenschmiele und wolligem Honiggras herausgebildet. Die Pferdebeweidung in drei Intensitätsstufen wurde mit jeweils 3 Großpferden bei unterschiedlicher Beweidungsdauer nacheinander durchgeführt.

2009 zeigte sich bereits, dass die Pferde den Bestand gleichmäßig kurz befraßen und dadurch eine starke Dezimierung des Duwockbesatzes in allen Parzellen bewirkten. Krankheitsymptome wurden während dreiwöchiger Beweidung nicht beobachtet. Der Duwockanteil war im Herbst beim Vergleich mit den Kontrollstreifen ohne Beweidung (Mahd und Abfuhr) deutlich geringer.

Die Beweidung erfolgte in der Zeit vom 13. Juni bis 6. Juli. Die 3 Pferde wurden jeweils 10 Tage, 8 Tage und 5 Tage auf den drei Parzellen a 0,2 ha belassen. Die Weideintensität entsprach demnach 150 Weidetagen in der Intensivparzelle `J`, 120 Weidetagen in der Parzelle `K` und 75 Weidetagen in der extensiven Weideparzelle `L`. Bonituren wurden am 5. Mai, 11. Juni und 12. Juli 2010 durchgeführt. Zwischen dem 5. Mai und dem 11. Juni konnten die Duwocktriebe leicht zunehmen, obwohl auch hier ein Teil der Fläche Anfang Mai (3 von 6 Wiederholungen) unterschritten worden waren. Nach Beweidung bestätigte ein sehr starker Rückgang auf 0 bis 5 Triebe je m<sup>2</sup> in Abhängigkeit von der Beweidungsintensität das Ergebnis des Vorjahres. Die Pferde sind nicht wählerisch und grasen den Sumpfschachtelhalm, sofern er nicht niedergetreten wird, vollständig ab. Zum dritten Boniturtermin am 12. Juli waren keine Duwocktriebe in der intensiv beweideten Parzelle und nur ein bis fünf (Mittelwerte) in den extensiver beweideten Varianten erhalten. Der Einfluss der Unterschneidung kann in der Pferdeweide vernachlässigt werden, da keine Beobachtungen des Selektionsverhaltens festgestellt wurden.

In den Kontrollparzellen `M` stagnierte der Duwockbesatz im Gegensatz zu den beweideten Parzellen deutlich. Ein leichter Rückgang zum 12. Juni geht hier auf das Unterschneiden der Hälfte aller untersuchten Parzellen zurück. Am 12. Juli wurden bereits wieder über 30 Triebe in der nicht beweideten Variante bonitiert.

In der Kontrollparzelle der Pferdeweiden wurden Aufwuchsproben der unterschrittenen und der nicht unterschrittenen Bereiche auf ihren Alkaloidgehalt untersucht. Dabei ergaben sich in Abhängigkeit von der Unterschneidung unterschiedliche Palustringehalte im Aufwuchs. In den nicht unterschrittenen Wiederholungen sind entsprechend der hohen Erntegutanteile (18 - 40 % der Trockenmasse) vergleichbare Palustringehalte bei 500 mg / kg TM Grünfutter festgestellt worden, während in den unterschrittenen nur in einer von drei Wiederholungen ein sehr geringer Anteil um 15 mg je kg TM Grünfutter gemessen wurde. Die Analyse der Palustringehalte im Erntegut (vgl. 4.1.6 J, K, L, M) liefert sehr plausible Werte, denn entsprechend der geringen Anteile bzw. des fehlenden

Duwock in den unterschrittenen Kontrollparzellen sind die dargestellten Palustringehalte mit 0 bis 15 mg /kg TM absolut plausibel. Grafische Darstellungen (Anlage B4) wurde vom Julius Kühn Institut erstellt.

Ort (Alle) Serie Pferd

### Anzahl der Duwocktriebe vor und nach Beweidung (Ernteparzellen mit und ohne Unterschneidung)

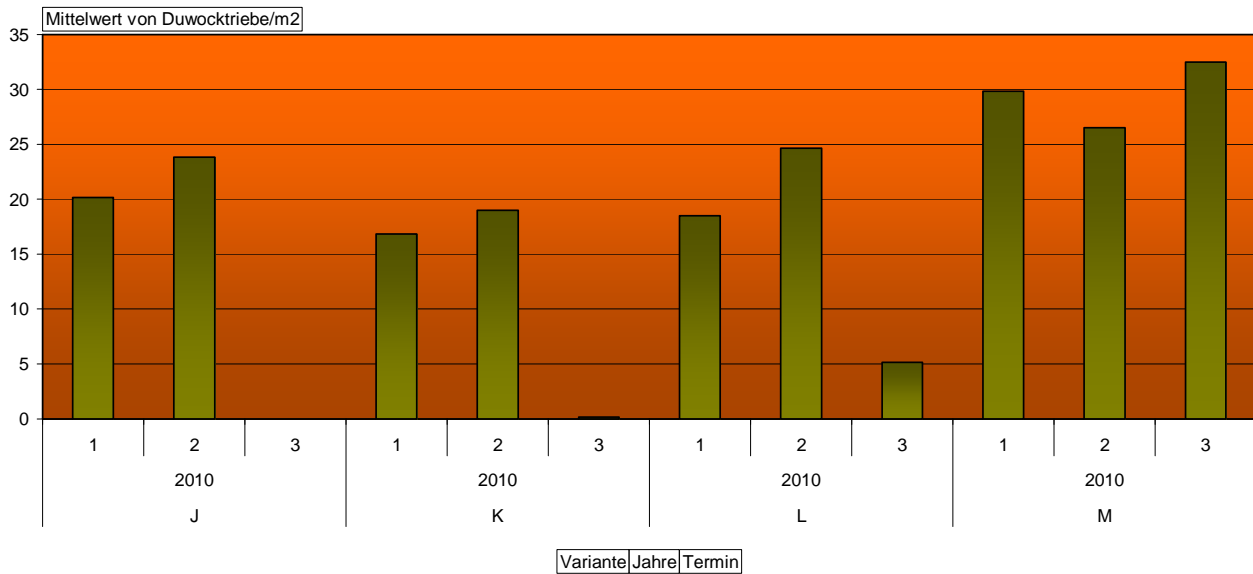


Abbildung 25: Entwicklung des Duwockbesatzes in der Pferdeweide (J = intensiv; M = Kontrolle)

#### **4.1.6 Einfluss des Duwock auf das Weideverhalten verschiedener Nutztiere**

In dieser Untersuchung zum Weideverhalten von Nutztieren auf SSH-bewachsenen Flächen wurde die Eignung verschiedener Tierarten zur Beweidung entsprechender Standorte abgeschätzt. Das Verhalten der Tiere wird auf Folgende Annahmen überprüft:

3. Bei ausreichendem Futterangebot meiden die Tiere den SSH durch selektives Weiden

4. Stark begrenztes Futterangebot führt zur Aufnahme der SSH-Triebe

Abschließend werden Möglichkeiten zum Umgang mit SSH-Problemflächen für Pferde-, Rinder- und Schafhalter aufgezeigt.

##### **4.1.6.1 Pferdeweide**

Großen Teil der Fläche bildete eine Flutrasenvegetation aus Flechtstraußgras, Knickfuchsschwanz, Wolligem Honiggras und Weicher Trespe (Abb. 26). Ein breiter Gürtel wurde von Rasenschmiele dominiert. Nördlich schloss sich ein schmaler Streifen an, in dem Obergräser, wie Wiesenfuchsschwanz und Rohrglanzgras, eine hohe Deckung erreichten.

Sumpfschachtelhalm kam auf der gesamten Weide allerdings überwiegend in einer Besatzstärke von unter 16 Trieben je m<sup>2</sup> vor. Nur etwa ein Drittel der Fläche wird in die Klasse mit 16 – 50 Trieben SSH / m<sup>2</sup> eingeordnet.

Am dritten Weidetag war die westliche Längsseite bereits stark niedergetreten, die unterschrittene Ostseite allerdings weitgehend unberührt. Die Seitenwahl war vor allen Dingen auf eine weitere Pferdegruppe auf der östlich angrenzenden Parzelle zurückzuführen.

Nahezu unberührt blieb der Bereich in dem die Rasenschmiele dominiert. Der Flutrasen war am stärksten befressen. Die Fraßspuren ließen keine Selektivität gegenüber dem Sumpfschachtelhalm erkennen. Die Kartierung des Weiderestes bestätigt die früheren Beobachtungen. Die Tiere meiden die Rasenschmiele und fressen hier nur sehr junge Teile der Pflanzen. Insgesamt richtet sich das Weideverhalten vor allem nach der Schmackhaftigkeit der Gräser (vgl. Abb. 27). Es wurde keine Präferenz des unterschrittenen Bereiches beobachtet.

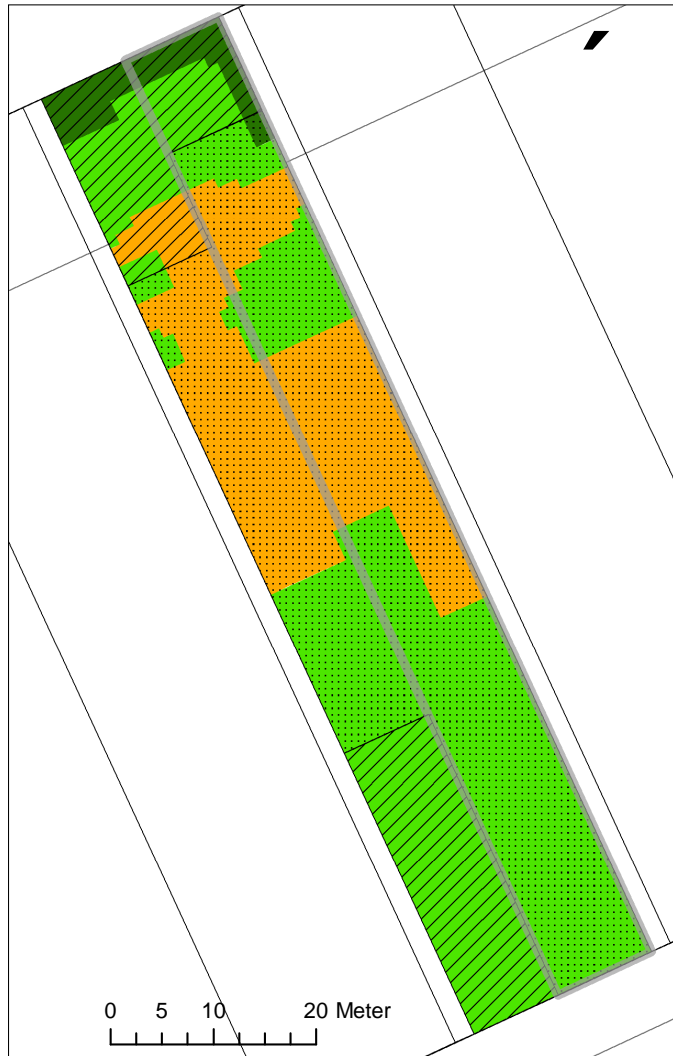


Abb. 26: SSH-Besatz und Vegetationseinheiten (J)

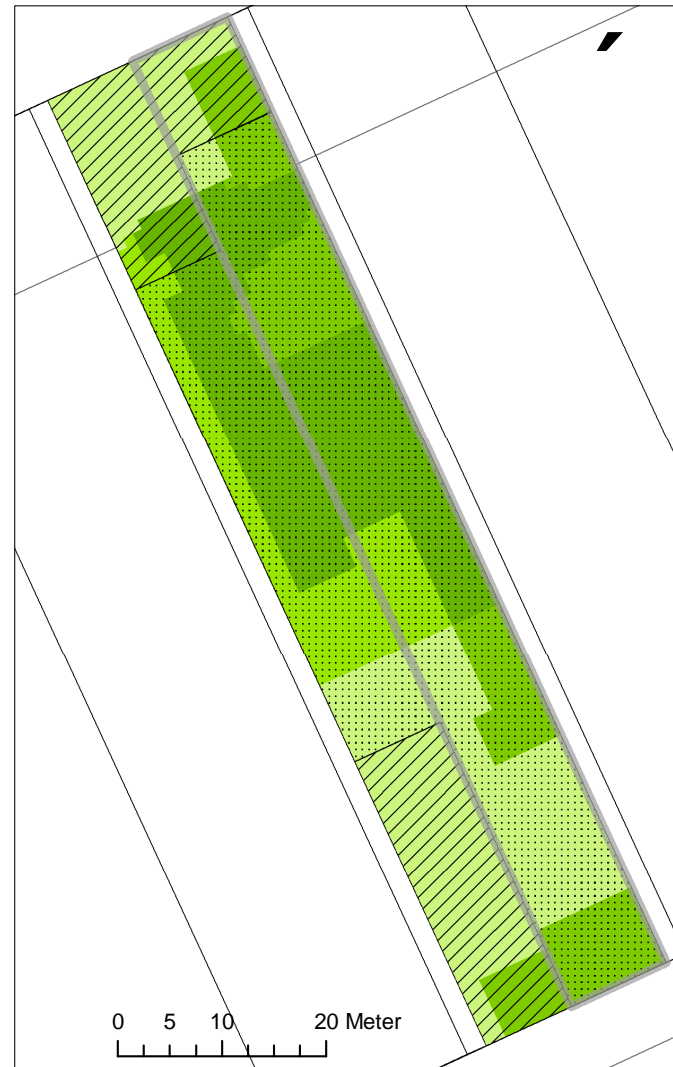
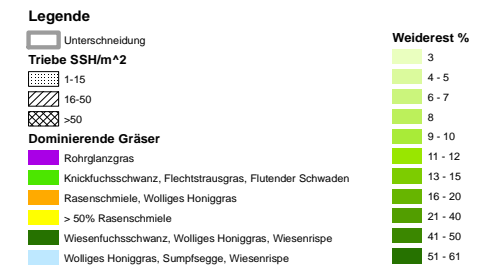


Abbildung 27: Weiderest nach Pferdeweide (J)



#### 4.1.6.2 Rinderweide

Das artenreiche Feuchtgrünland der Rinderweide wurde geprägt durch die Gräser Wolliges Honiggras, Wiesenrispe und die Sumpfsegge. Hier ließen sich keine kleinräumigen Vegetationseinheiten abgrenzen. Das Mikorelief ist jedoch leicht wellig, wodurch ein etwa fünf Meter breiter, abgesenkter Streifen an der nördlichen Längsseite einen höheren Anteil an Seggen zeigte.

Über die gesamte Weide hinweg war SSH in unterschiedlichen Besatzstärken vorhanden (siehe Abb. 29). Der unterschnittene Bereiche zeigt allerdings nur einen geringen Besatz von maximal 15 Trieben SSH/m<sup>2</sup>. Am dritten Tag der Beweidung zeigte sich ein sehr deutliches Bild: Der unterschnittene Bereich wurde mit Ausnahme eines vier Meter breiten Streifens an der Westseite mittel bis stark befressen. Stark beweidet wurde auch ein fünf Meter breiter Streifen entlang der Ostseite der Fläche. Die Tiere suchten also zum Fressen zuerst gezielt die weniger SSH bestandenen Flächen auf. Andere Bereiche waren zum Teil unberührt, zum Teil leicht niedertreten oder verstärkt mit Kuhfladen bedeckt. Zum Ende der Weidezeit betrug der maximale Weiderest, im Flächenbereich mit dem höchsten Seggenanteil, 15% (siehe Abb. 30). Große Teile des nicht unterschnitten Bereichs zeigten 8 bis 10 % Weiderest. Seggen wurden gemieden oder nur die jungen Pflanzenteile aufgenommen. An oder in den gemiedenen Seggenbüscheln waren oft auch Sumpfschachtelhalme. Es war jedoch nicht zu erkennen ob die Tiere speziell den SSH selektiv umfressen hatten. Der Weiderest im unterschnittenen Bereich wurde auf 3 % geschätzt, hier war der Fraß besonders gleichmäßig und es fanden sich kaum Kuhfladen an. Die Präferenz des unterschnittenen Bereiches könnte durch die Kalidüngung und das etwas jüngere Pflanzenmaterial verstärkt worden sein. Ein ähnliches Vorgehen der Rinder wurde aber auch auf anderen Weiden beobachtet die natürlicher Weise Bereiche mit hohem und niedrigem SSH-Anteil aufweisen.



Abb.: 28: Weideakzeptanz ohne (links) und mit (rechts) Unterscheidung



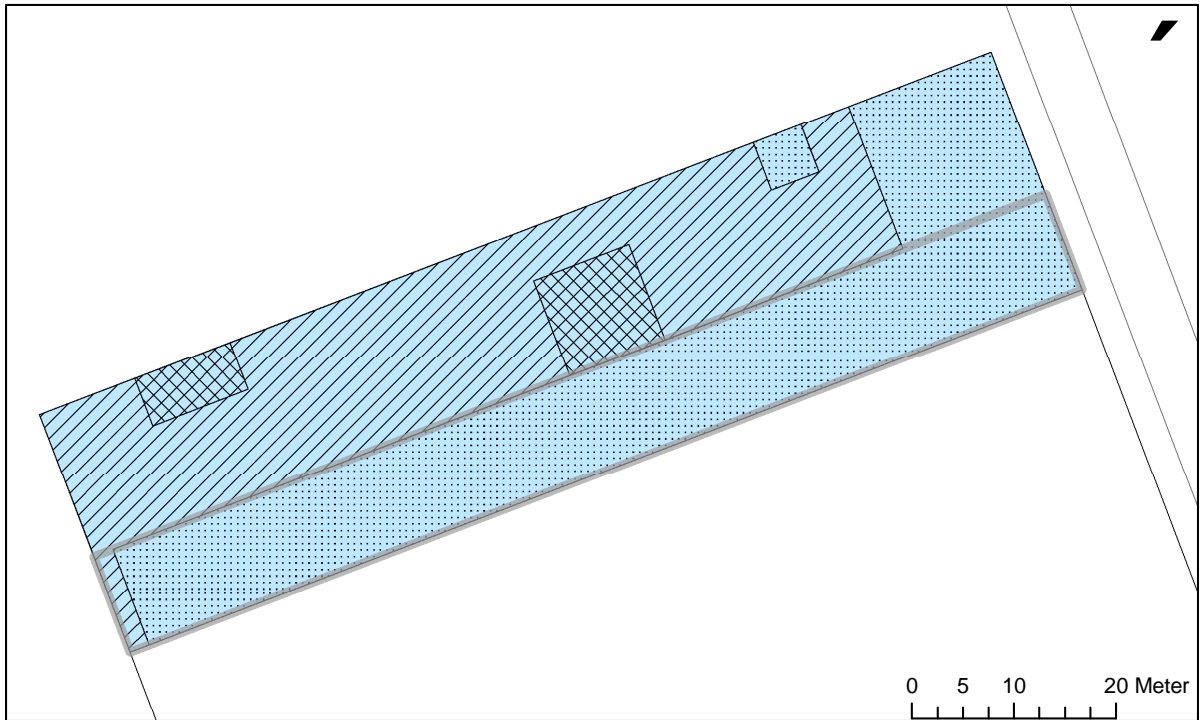


Abb. 29: SSH-Besatz und Vegetation der Rinderweide, gemischter Grünlandbestand

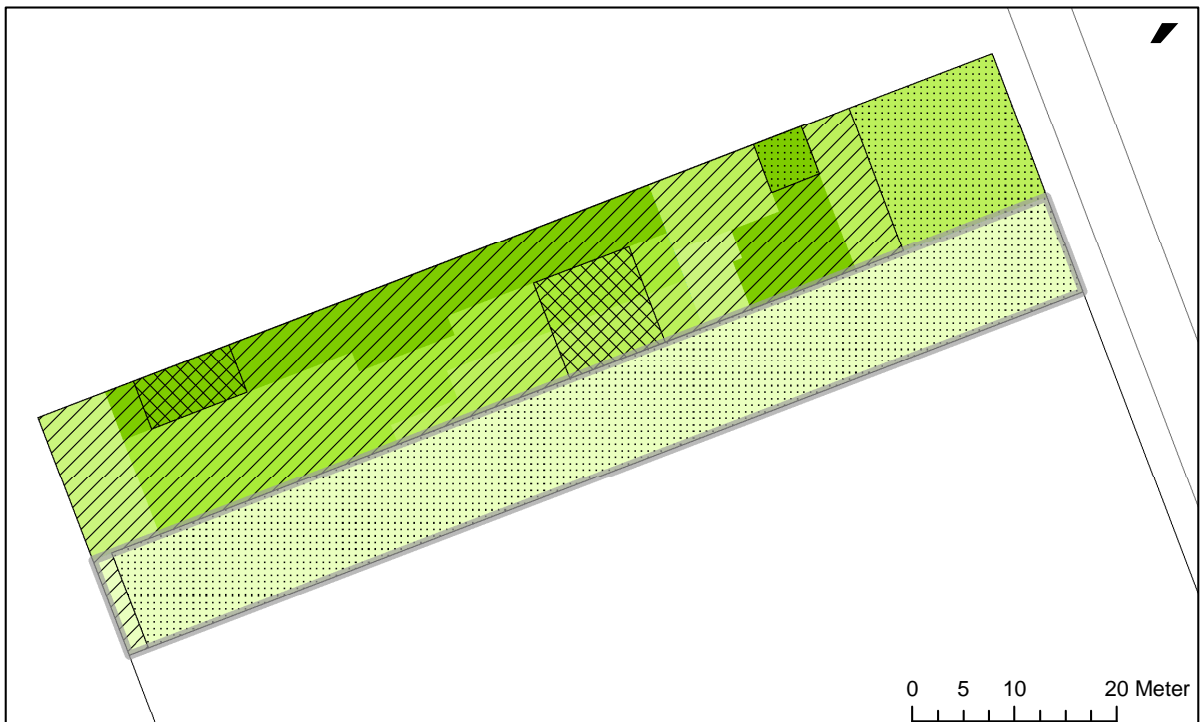


Abb. 30: Weiderest Rinderweide, deutliche Präferenz des unterschrittenen Bereiches









### 4.1.6.3 Schafe

Die Weidefläche der Schafe war durch ein sehr klein strukturiertes Mosaik verschiedener Vegetationseinheiten geprägt (siehe Abb. 31). Rasenschmiele dominierte einen Teil der Weide fast vollständig und wechselte sich in anderen Bereichen mit Wolligem Honiggras und jähriger Rispe ab. Punktuell erreichte auch das Rohrglanzgras hohe Deckung. Eine typische Flutmuldenvegetation mit Knickfuchsschwanz, flutendem Schwaden und Flechtstraußgras war ebenso vorhanden. Sumpfschachtelhalm war auf über 50 Prozent der Fläche in einer hohen Dichte von 51-200 Trieben SSH / m<sup>2</sup> vertreten.

Drei Tage nach Weidebeginn waren große Teile der Fläche noch nahezu unberührt. Hierzu zählen besonders die Bereiche in welchen Rasenschmiele oder Rohrglanzgras dominiert. Eine Ausnahme bilden die Spitzen der Gräser oder junge Pflanzen die zum Teil befressen wurden. Stärker beweidet wurden zum Teil die Flutmulden und die Bereiche, welche neben der Rasenschmiele auch viel Wolliges Honiggras und Jährige Rispe enthielten. Der Fraß war stark selektiv, das heißt SSH-Triebe wurden gezielt stehengelassen.

Zu Ende der Weidezeit war insgesamt noch ein großer Weiderest vorhanden der in Teilflächen 60 Prozent erreichte (Abb. 32). Dies hängt mit dem zu hohen Alter und der schlechten Qualität des Aufwuchses zusammen. Das oben beschriebene Weideverhalten lässt sich auch in der Kartierung des Weiserestes erkennen. Die Tiere fressen selektiv, konzentrieren sich aber nicht auf Bereiche mit geringerem SSH-Besatz.

#### Legende

	Unterschneidung		
<b>Triebe SSH/m<sup>2</sup></b>		<b>Weiderest %</b>	
	1-15		3
	16-50		4 - 5
	>50		6 - 7
<b>Dominierende Gräser</b>			8
	Rohrglanzgras		9 - 10
	Knickfuchsschwanz, Flechtstrausgras, Flutender Schwaden		11 - 12
	Rasenschmiele, Wolliges Honiggras		13 - 15
	> 50% Rasenschmiele		16 - 20
	Wiesenfuchsschwanz, Wolliges Honiggras, Wiesenrispe		21 - 40
	Wolliges Honiggras, Sumpfssegge, Wiesenrispe		41 - 50
			51 - 61

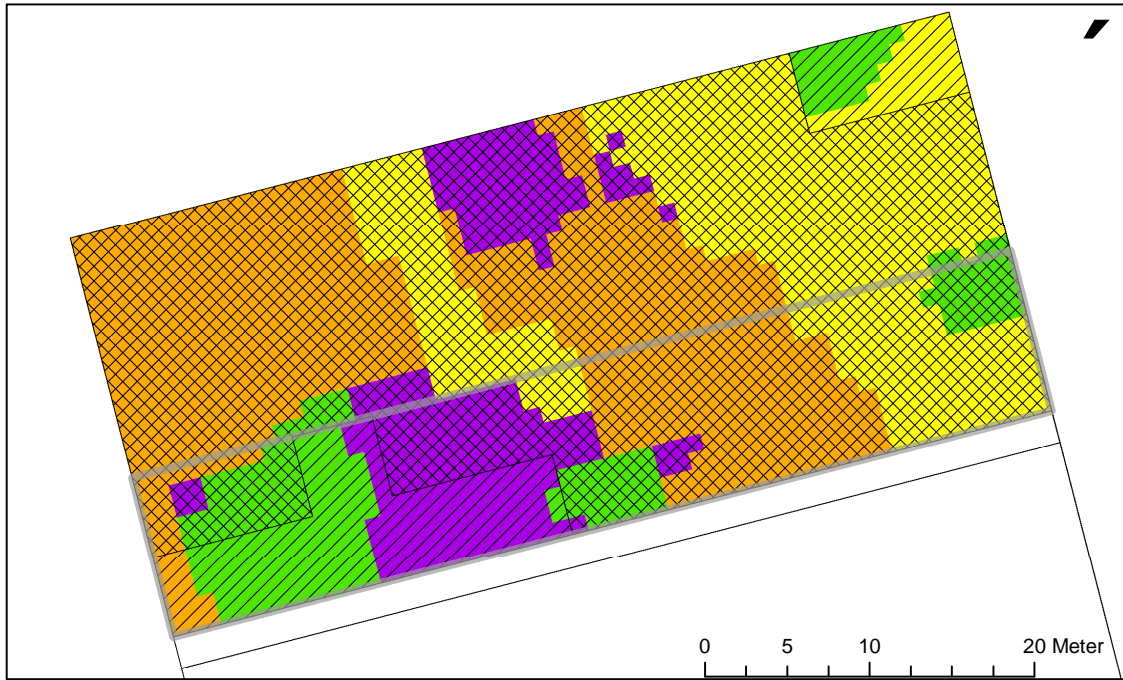


Abb. 31: SSH-Besatz und Vegetation der Schafweide, kleinräumiges Mosaik verschiedener Vegetationseinheiten, starker SSH-Besatz

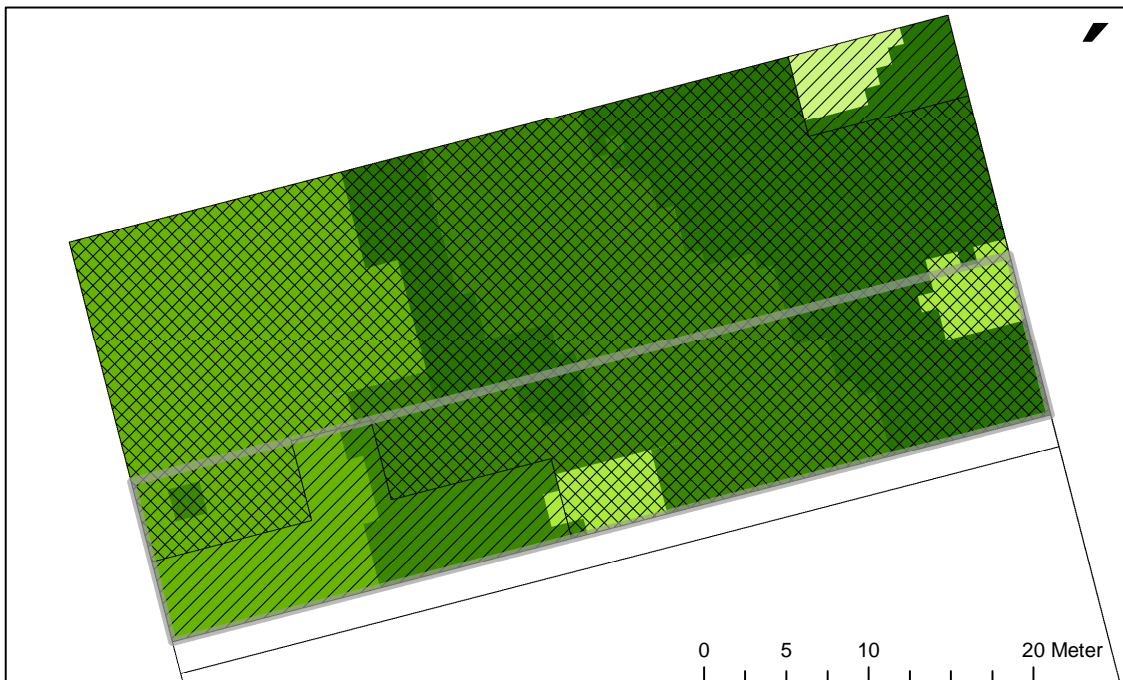


Abb. 32: Weiderest Schafweide, Weideverhalten orientiert sich an Vegetationseinheiten

#### 4.1.7 Palustringehalte in Grünlandaufwüchsen mit Sumpfschachtelhalm

Die Alkaloidgehalte der Ernteproben wurden beim JKI in Quedlinburg ermittelt und den Varianten und Wiederholungen zugeordnet. Die Daten des Jahres 2010 werden dokumentiert, nicht gewertet. Um die Werte und Buchstabenkennungen besser zu ordnen, wird eine Variantenbeschreibung (Herkunft der Proben) erstellt.

Tabelle 9: Palustringehalte in Varianten unter Weidenutzung 2010

Datum	Variante / Wdh.	Herkunft	Duwockanteil	Palustrin mg / kg TM
12.07.2010	M1	Pferdeweide Kontrollparzellen ohne Behandlung	18,1 %	<b>478,3</b>
12.07.2010	M2		27,1 %	<b>484,7</b>
12.07.2010	M3		39,7 %	<b>543,4</b>
12.07.2010	M4	Pferdeweide Kontrollparzellen unterschnitten	0,0 %	<b>0,0</b>
12.07.2010	M5		0,0 %	<b>0,0</b>
12.07.2010	M6		0,5 %	<b>15,7</b>
12.07.2010	Q1	Schafweide Kontrollparzellen ohne Behandlung	5,9 %	<b>69,1</b>
12.07.2010	Q2		8,5 %	<b>72,0</b>
12.07.2010	Q3		39,1 %	<b>158,2</b>
12.07.2010	Q4	Schafweide Kontrollparzellen unterschnitten	0,9 %	<b>13,2</b>
12.07.2010	Q5		0,5 %	<b>29,4</b>
12.07.2010	Q6		1,3 %	<b>44,6</b>
12.07.2010	Q4-5-D	Duwockanteile	100 %	<b>604,7</b>
12.07.2010	Q1-3-D	Schafweide	100 %	<b>372,1</b>
12.07.2010	M1-D	Duwockanteile Kontrollparzelle Pferdeweide	100 %	<b>1471,0</b>
12.07.2010	M2-D		100 %	<b>1203,1</b>
12.07.2010	M3-D		100 %	<b>1471,1</b>
01.09.2010	R1	Rinderweide Aufwuchsproben ohne Behandlung	8,0 %	<b>94,4</b>
01.09.2010	R2		10,0 %	<b>185,5</b>
01.09.2010	R3		5,0 %	<b>81,9</b>
01.09.2010	R4	Rinderweide Aufwuchsproben unterschnitten	2,0 %	<b>27,8</b>
01.09.2010	R5		0,5 %	<b>0,0</b>
01.09.2010	R6		0,0 %	<b>30,2</b>
01.09.2010	U2	Rinderweide Kontrollparzellen unterschnitten	0,1 %	<b>0,0</b>
01.09.2010	U3		0,0 %	<b>0,0</b>
01.09.2010	U4		0,1 %	<b>0,0</b>
01.09.2010	U1	Rinderweide Kontrollparzellen ohne Behandlung	0,1 %	<b>91,2</b>
01.09.2010	U5		10,0 %	<b>274,2</b>
01.09.2010	U6		5,0 %	<b>123,9</b>
<b>Zusatzuntersuchungen in Monitoringflächen</b>				
30.06.2010	Monitoring Rusch	Duwock voll entwickelt und frisch	100 %	<b>1612,2</b>
30.06.2010	Monitoring Rusch	Duwock abgespritzt und abgestorben	100 %	<b>981,7</b>
13.09.2010	Harriersand	Duwock voll entwickelt und frisch	100 %	<b>2620,0</b>
13.09.2010	Harriersand		100 %	<b>2627,0</b>

Die Palustringehalte der Einzelproben sind gut nachvollziehbar. Sumpfschachtelhalm enthielt zwischen 981 (abgespritzt) bis > 5000 ppm Palustrin (Boller Moor) in der Trockenmasse.

Im Gemenge mit Gras wurden in Abhängigkeit der SSH-Anteile sehr niedrige Gehalte (bis < 20 ppm) und bis >500 ppm (bei 40 % Sumpfschachtelhalm) ermittelt.

Tabelle 10: Palustringehalte in Varainten mit Unterschneidung sowie ohne Unterschneidung

<b>Datum</b>	<b>Variante / Wdh.</b>	<b>Herkunft</b>	<b>Duwockanteil</b>	<b>Palustrin mg / kg TM</b>
23.06.2010	F1	Boller Moor Aufwuchsproben nicht unterschnittener Wiederholungen Asseler Sand	30,3 %	<b>151,6</b>
23.06.2010	F2		15,1 %	<b>139,0</b>
23.06.2010	F3		5,9 %	<b>132,3</b>
23.06.2010	F4		3,8 %	<b>232,5</b>
23.06.2010	F5		21,1 %	<b>216,6</b>
23.06.2010	F6		10,6 %	<b>182,2</b>
23.06.2010	G1	Boller Moor Aufwuchsproben von unterschnittenen Wiederholungen Asseler Sand	-	<b>0,0</b>
23.06.2010	G2		-	<b>0,0</b>
23.06.2010	G3		-	<b>0,0</b>
23.06.2010	G4		-	<b>0,0</b>
23.06.2010	G5		-	<b>0,0</b>
23.06.2010	G6		-	<b>0,0</b>
23.06.2010	F1	Boller Moor Duwockanteil von Aufwuchsproben nicht unterschnittener Wiederholungen Asseler Sand	100 %	<b>2201,5</b>
23.06.2010	F2		100 %	<b>3284,2</b>
23.06.2010	F3		100 %	<b>3665,9</b>
23.06.2010	F4		100 %	<b>2865,2</b>
23.06.2010	F5		100 %	<b>3743,0</b>
23.06.2010	F6		100 %	<b>5289,0</b>
30.06.2010	D1	Asseler Sand Aufwuchsproben aus unterschnittenen Wiederholungen Asseler Sand	-	<b>0,0</b>
30.06.2010	D2		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	D3		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	D4		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	D5		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	D6		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	E1	Asseler Sand Aufwuchsproben nicht unterschnittener Wiederholungen Asseler Sand	12,0 %	<b>235,5</b>
30.06.2010	E2		15,0 %	<b>169,6</b>
30.06.2010	E3		10,0 %	<b>163,4</b>
30.06.2010	E4		7,0 %	<b>127,1</b>
30.06.2010	E5		5,0 %	<b>99,1</b>
30.06.2010	E6		8,0 %	<b>144,9</b>
30.06.2010	DII1	Asseler Sand Aufwuchsproben von unterschnittenen Wiederholungen Asseler Sand	-	<b>0,0</b>
30.06.2010	DII2		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	DII3		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	DII4		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	DII5		-	<b>0,0</b>
30.06.2010	DII6		-	<b>0,0</b>
07.09.2010	E1	Asseler Sand Aufwuchsproben nicht unterschnittener Wiederholungen Asseler Sand	8,9 %	<b>229,6</b>
07.09.2010	E2		4,9 %	<b>135,2</b>
07.09.2010	E3		8,4 %	<b>259,5</b>
07.09.2010	E4		>5 %	<b>212,7</b>
07.09.2010	E5		>5 %	<b>172,5</b>
07.09.2010	E6		>5 %	<b>140,9</b>

#### 4.1.8 Einfluss der Konservierungsmethode

Im Konservierungsversuch wurden sehr hochwertig Silagen mit futterbaulich wertvoller Zusammensetzung der Inhaltsstoffe erzielt. Das Frischgras und Ausgangsmaterial wurde durch AG FUKO untersucht. Mit Trockenmasseanteilen von rund 23 % Rohfaseranteil bei 9 % Zucker und 19 % Roheiweiß lagen ideale Konservierungsbedingungen für die qualitätsorientierte Einsilierung vor. Durch den Einsatz der Silierzusätze wurden inhaltlich wertvolle Silagen erzeugt, diese unterschieden sich aber nicht wesentlich in ihrer stofflichen Zusammensetzung.

Tabelle 11: Inhaltstoffe von Futterkonserven des 2. Aufwuchses mit Sumpfschachtelhalm (% von TM)

Futterart	TM %	XA %	XP %	XF %	XL %	XZ %	oNDF %	oADF %	GB ml	MJ NEL je kg T.
Frischgras	90,61	7,24	19,11	23,76	2,94	8,81	44,28	27,45	45,23	
Ausgangsmaterial unbehandelt	93,43	8,16	19,35	22,80	2,88	9,15	47,08	28,89	43,06	
Milchsäurebakterien	37,20	9,33	18,60	20,53	3,83	4,47	39,93	27,13	47,47	6,40
Neutralsalz	37,20	8,70	19,33	20,03	3,60	6,37	39,53	27,03	47,37	6,40
Säuren	36,47	8,43	18,73	20,57	3,87	4,13	39,57	27,27	47,60	6,40
Bakterien und Neutralsalz	38,23	9,23	18,73	20,17	3,83	6,10	39,63	26,80	48,83	6,47

Das Gär säurenmuster zeigte durchweg sehr gute Silagequalitäten (100 = maximale Punktzahl) an. Die grundsätzlich unerwünschte Buttersäure war praktisch nicht vorhanden. Die anaerobe Milchsäurevergärung dominierte in allen Silagen und ermöglichte hohe Konservierungsqualitäten bei sehr guter Schmackhaftigkeit. Durch den direkten Einsatz von Milchsäurebakterien konnte dieser Effekt in der entsprechenden Variante sogar noch gesteigert werden. Durch den Einsatz von Säuren und Salzen wurde die Milchsäurevergärung eher gehemmt und durch vermehrte Essigsäurebildung ersetzt. Der Essigsäureanteil lag in allen Silagen deutlich unter 1 % und beeinflusste die Konservierungsqualität in keiner Variante negativ.

Tabelle 12: Gär säuren und pH-Wert von Futterkonserven mit Sumpfschachtelhalm (% von TM)

wertgebende Merkmale:	Essigsäure	Buttersäure	Milchsäure	pH-Wert	DLG-Punkte	MJ NEL
Futterart	Zielwerte: < 3,0 %	< 0,3 %	> 5,0 %	4 bis 5	90 bis 100	> 6,2
Frischgras	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
unbehandelt	0,52	0,01	2,62	4,07	100,00	6,40
Milchsäurebakterien	0,21	0,01	3,23	3,80	100,00	6,47
Neutralsalz	0,46	0,01	2,22	4,23	100,00	6,40
Säuren	0,44	0,01	2,51	4,07	100,00	6,40
Bakterien und Neutralsalz	0,15	0,01	3,14	3,80	100,00	6,47
Heu	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.

Nach den allgemein anerkannten Regeln der Futterwertbestimmung läge hier ein für die Milchviehfütterung grundsätzlich sehr gut geeignetes Grundfutter vor, wenn die schädliche Wirkung des Sumpfschachtelhalm, respektive des Palustringehaltes aufgehoben würde.

Zur Hauptfrage der Wirkung des Silierprozesses auf den Palustringehalt wurden drei Proben jeder Variante in zweifacher Wiederholung auf die Palustringehalte analysiert (JKI).



Die Ergebnisse zeigen, dass durch den Silierprozess kein Palustrinabbau stattfand, vielmehr wurde im Ausgangsmaterial vor Einsilierung deutlich weniger des Alkaloids festgestellt als in den fertigen Silagen. Der höchste Gehalt lag allerdings in der Frischmasse der beernteten Dauerquadrate vor. Durch die Heunutzung wurde der Palustringehalt in der Futterkonserve deutlich reduziert und lag gegenüber der Frischmasse sowie dem Ausgangsmaterial und den einsilerten Proben auf dem niedrigsten Niveau (12,6 bis 17,5 mg / kg TM).

Tabelle 13:

Palustringehalte in Grobfutterkonserven mit Sumpfschachtelhalm

### 24 Proben Silierversuch - 2. Aufwuchs, Schnitt am 14. August 2009

Dauerquadraternte	Frischmasse g / m <sup>2</sup>	Einwaage	Auswaage	TS %	dt TM / ha	Palustrin mg / kg TM
<b>Erntemasse - 1</b>	1400,00	430,00	75,30	17,51	24,52	<b>54,4</b>
<b>Erntemasse - 2</b>	1362,00	305,00	53,50	17,54	23,89	<b>64,9</b>
<b>Erntemasse - 3</b>	1184,00	375,00	74,50	19,87	23,52	<b>43,7</b>
Ausgangsmaterial	prouktypische Pilze (kbE)	Hefen (Verderbanzeiger)	Mucoraceen	Palustrin		
<b>Siliermasse - 1</b>	6 Log (stark überhöht)	6,1 Log (deutlich erhöht)	n. nachgew.	<b>28,1</b>		
<b>Siliermasse - 2</b>	6 Log (stark überhöht)	6,1 Log (deutlich erhöht)	n. nachgew.	<b>35,5</b>		
<b>Siliermasse - 3</b>	6 Log (stark überhöht)	6,1 Log (deutlich erhöht)	n. nachgew.	<b>34,6</b>		
Silivarianten	Essigsäure	Buttersäure	Milchsäure	pH-Wert	DLG-Punkte	Palustrin
<b>V1 (ohne Zusatz)</b>	0,52	0,01	2,59	4,10	100,00	<b>47,8</b>
<b>V2</b>	0,54	0,01	2,62	4,10	100,00	<b>40,9</b>
<b>V3</b>	0,50	0,01	2,66	4,00	100,00	<b>46,4</b>
	Essigsäure	Buttersäure	Milchsäure	pH-Wert	DLG-Punkte	Palustrin
<b>W1 (Milchsäure)</b>	0,21	0,01	3,20	3,80	100,00	<b>46,0</b>
<b>W2</b>	0,20	0,01	3,22	3,80	100,00	<b>49,8</b>
<b>W3</b>	0,21	0,01	3,27	3,80	100,00	<b>55,5</b>
	Essigsäure	Buttersäure	Milchsäure	pH-Wert	DLG-Punkte	Palustrin
<b>X1 (Neutralsalz)</b>	0,46	0,01	2,28	4,20	100,00	<b>42,4</b>
<b>X2</b>	0,46	0,01	2,23	4,20	100,00	<b>42,0</b>
<b>X3</b>	0,45	0,01	2,16	4,30	100,00	<b>43,3</b>
	Essigsäure	Buttersäure	Milchsäure	pH-Wert	DLG-Punkte	Palustrin
<b>Y1 (Säuren)</b>	0,43	0,01	2,52	4,10	100,00	<b>49,6</b>
<b>Y2</b>	0,43	0,01	2,50	4,10	100,00	<b>44,2</b>
<b>Y3</b>	0,45	0,01	2,52	4,00	100,00	<b>38,1</b>
	Essigsäure	Buttersäure	Milchsäure	pH-Wert	DLG-Punkte	Palustrin
<b>Z1 (MSB + Salz)</b>	0,15	0,01	3,12	3,80	100,00	<b>46,3</b>
<b>Z2</b>	0,16	0,01	3,16	3,80	100,00	<b>47,0</b>
<b>Z3</b>	0,15	0,01	3,15	3,80	100,00	<b>51,8</b>
						Palustrin
<b>HEU1 (Feldtrocken)</b>						<b>16,6</b>
<b>HEU2</b>						<b>17,5</b>
<b>HEU3</b>						<b>12,6</b>

Alle Ergebnisse sind Mittelwerte aus einer Doppelbestimmung (2 getrennte Einwaagen)

Ein Effekt der Bodentrocknung mit Bröckelverlusten des Duwock bei der Bearbeitung mit Schwader und Heupresse könnte ursächlich für die geringeren Palustringehalte im Heu sein.

## **4.1.9 Erfahrungen aus dem Praxismonitoring**

### **4.1.9.1 Boller Moor 2009-2010 (Komplexmaßnahme)**

#### **- Variante 0**

In diesem Bereich ist keine deutlich geringere Dichte der Narbe zu beobachten als in den nachgesäten Varianten. Das Unterschneiden verursachte hier vergleichsweise wenige Narbenschäden, diese waren weniger geschädigt und bilden nun eine dichte Grasnarbe aus.

#### **- Variante I, Nachsaat Deutsches Weidelgras**

Deutsches Weidelgras ist durchgehend in der Fläche vorhanden und weist im Frühjahr eine durchschnittliche Deckung von etwa 8 %, zum 20. August eine Zunahme auf 10-15 % Deckungsanteil auf. Besonders stark besiedelt es Lücken in der Narbe, die durch die Unterschneidung entstanden sind. Hier erreicht es Deckungen von bis zu 90 %. In hochwüchsigen, gut etablierten Grasbeständen ist es dagegen mit nur 2 % Deckung zu finden. Der Ertragsanteil wird zum 20. August mit etwa 50 % eingeschätzt, so dass eine Verdrängungswirkung gegenüber dem SSH wahrscheinlich gegeben ist.

#### **- Variante II, Nachsaat mit Rohrschwingel**

Rohrschwingel kommt über die gesamte Fläche, allerdings zunächst nur stark vereinzelt vor. Seine Deckung kann im Mai mit etwa 1 % beschrieben werden. Am 20 August des Jahres ist der Rohrschwingel dann sehr gut erkennbar, im Einzelsaatbereich mit 20 % Ertragsanteil wie auch in der gesamten Fläche verteilt.

#### **- Variante III, Nachsaat mit Wiesenschwingel**

Wiesenschwingel kommt mit durchschnittlich 3% Deckung im direkten Nachsaatbereich der Einzelgräser vor, insgesamt auf der Fläche vereinzelt. Lücken werden mit maximal 20 % Deckung etwas besser besiedelt als durch Rohrschwingel. In der Vegetationsaufnahme der Variante III wurden 20 % Ertragsanteil notiert.

#### **- Variante IV , Nachsaat mit Wiesenlieschgras**

Wiesenlieschgras kommt auf der Fläche sehr fleckig mit durchschnittlich 12 % Deckung vor. In der Einzelnachsaatparzelle waren besonders viele Lücken entstanden, auf die sich der Nachsaaterfolg konzentriert (Abb.2). Es werden bis zu 50 % in Bereichen offenen Bodens bedeckt. Auch im August hat das Wiesenlieschgras eine hohe Dominanz in den ehemaligen Lücken, aber auch regelmäßiges Vorkommen innerhalb des Bestandes mit bis zu 20 % Ertragsanteil.

#### **- Variante I-IV<sub>u</sub>, Nachsaat einer Mischung aus I bis IV nach Unterschneidung**

Aus der Mischung sind besonders Wiesenlieschgras und Deutsches Weidelgras erfolgreich. Sie sind gemeinsam in einer Stärke von 5 bis 10 % Deckung vorhanden und besiedeln besonders die durch Unterschneidung und Nachsaat entstandenen Lücken. Auch im August fällt das Wiesenlieschgras besonders durch seine hohe Dominanz in den ehemaligen Lücken, aber auch regelmäßiges Vorkommen innerhalb des Bestandes mit bis zu 20 %

Ertragsanteil auf, das Deutsche Weidelgras hat hier nur 5-10 % Anteil. Wiesen- und Rohrschwingel sind nur sehr vereinzelt zu finden; insgesamt machen die anderen Partner etwa 5-10 % der Gesamtfläche aus.

Variante I-IV<sub>ku</sub>, Nachsaat einer Mischung I bis IV ohne Unterscheidung

Aus der Mischung treten Deutsches Weidelgras und Wiesenlieschgras gemeinsam mit 2 bis 4% Deckung auf. Der Bereich einer Flutmulde ist darin nicht berücksichtigt. Ein anhaltender Erfolg der Nachsaat konnte in der Gesamtfläche am 20. August 2010 nur für Wiesenlieschgras (5-10%) und Deutsches Weidelgras beobachtet werden.

Tabelle 14: Vegetationszusammensetzung der Monitoringfläche, Boller Moor

Ertragsanteilschätzung in Nachsaatparzellen am 20. August 2010					
Variante (Nachsaat)	0 Keine	I (WD)	II (FES)	III (WSC)	IV (WL)
Trockenmasse- Ertragsanteile der nachfolgenden Arten	%	%	%	%	%
<b>Sumpfschachtel- alm</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
Wolliges Honiggras	30	10	10	24	25
Wiesenrispe	26	10	16	12	5
Gemeine Rispe			6	5	
Großer Sauerampfer	20	25	18	20	25
Kriechender Hahnenfuß				3	10
Wiesenschaumkraut	2				
Land-Wasser Knöterich	2				
Gänsefingerkraut			20		
Flatterbinse	2				
Rotschwingel				1	
Rasenschmiele		+	+	5	+
Weißklee	3			+	
<b>Deutsch Weidelgras</b>		<b>50</b>			
<b>Rohrschwingel</b>			<b>20</b>		
<b>Wiesenschwingel</b>				<b>20</b>	
<b>Wiesenlieschgras</b>					<b>30</b>
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

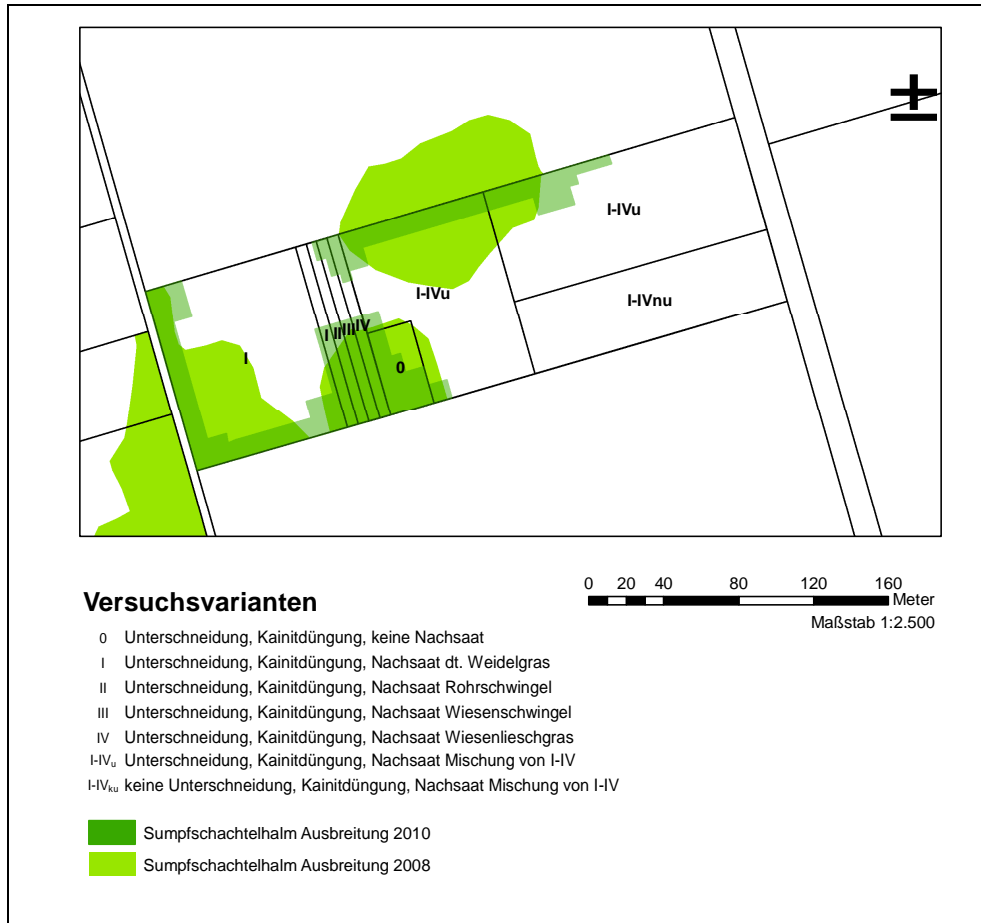


Abbildung 33: Darstellung der Varianten im Monitoring 2009/2010  
Ausbreitung des Sumpfschachtelhalmes 2008 und 2010

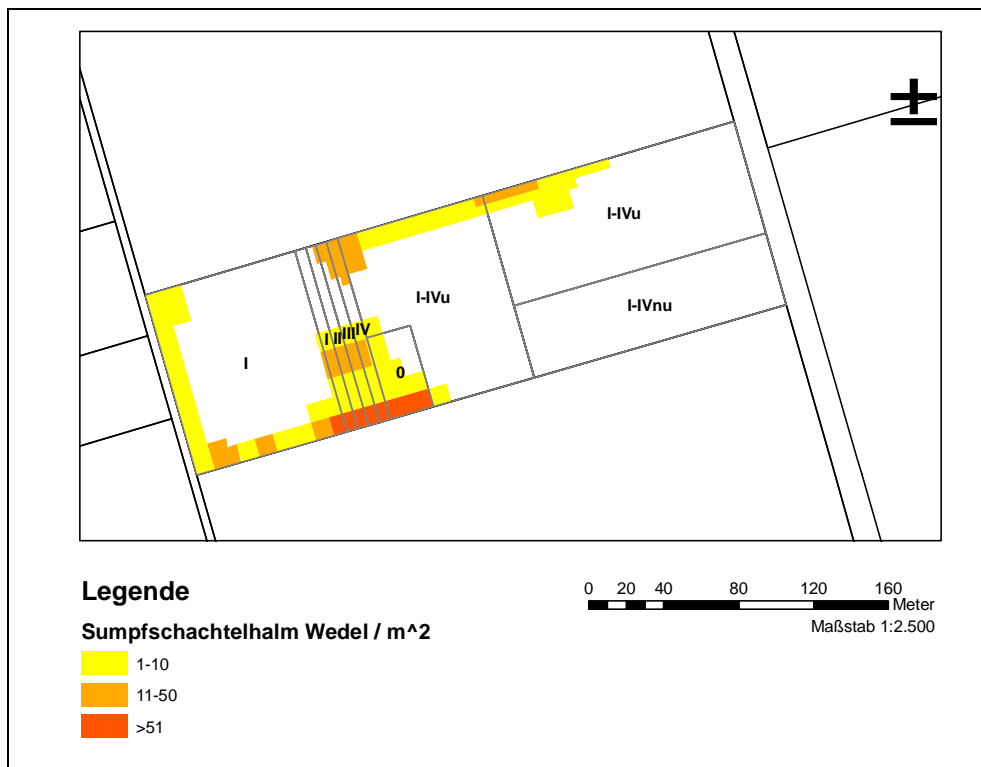


Abbildung 34: Aufgliederung des Auftretens von Sumpfschachtelhalm  
nach der Dichte der Wedel 05/2010

#### 4.1.9.2 Asseler Sand 2011

Ab April 2011 wurden landwirtschaftliche Betriebe im Projektgebiet gezielt in das Projekt einbezogen. Ziel war es, den im Projektgebiet ansässigen Landwirten die Möglichkeiten der Grünlandverbesserung durch Unterschneidung des Duwock näherzubringen, damit der Einsatz der in den Gebieten angeschafften Geräte weiterhin gewährleistet ist.

Zunächst wurde eine Auswahl der Flächen anhand vorhandener Duwock-Kartierungen (NLWKN) vorgenommen. Diese Karte wurde mit Hilfe der Domänenverwaltung (GLL-Stade) mit den betreffenden Bewirtschaftern (Pächtern) abgeglichen. Es wurden nur solche Flächen großflächig unterschritten, die auch beweidet werden sollten, da sich ein nachhaltiger Erfolg in unseren Versuchen auf dem Asseler Sand nur auf beweideten Flächen eingestellt hatte. Insgesamt wurden 6 Unterschneidungsflächen von 4 Bewirtschaftern ausgewählt (vgl. Karte, Abbildung 35). In Abbildung 36 ist die Wuchsdichte des Sumpfschachtelhalms auf diesen Flächen dokumentiert: es handelt sich um stark bis sehr stark betroffene Grünlandflächen. Die nachfolgende Nutzung der Flächen erfolgte durch Mutterkühe oder Färsen.



Abbildung 35: ausgewählte Monitoringflächen 2011-2012, Asseler Sand (Elbe)

#### **Bewirtschaftungsdaten**

Fläche 3,5 ha	11 Färsen
Fläche 6 ha	18 Mutterkühe
Fläche 5 ha	13 Mutterkühe
Fläche 4 ha	10 Mutterkühe
Fläche 8 ha	20 Mutterkühe

#### **Besatzdichte**

3,0 Tiere / ha
3,0 Tier / ha
2,6 Tiere / ha
2,5 Tiere / ha
2,5 Tiere / ha

#### **sonstiges**

ohne Düngung (Tidewasser)
N-Düngung
keine Düngung
Düngung
Düngung



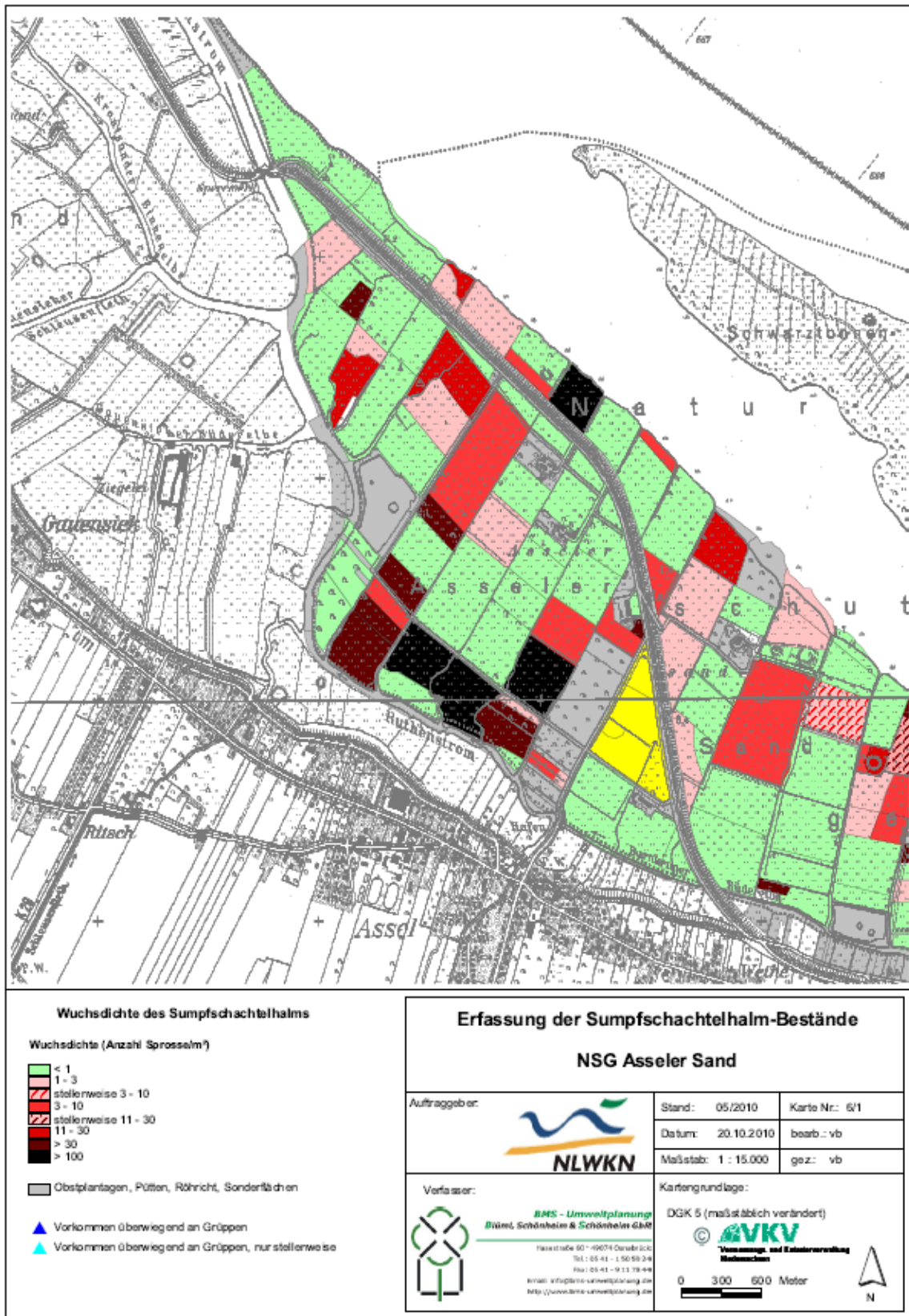


Abbildung 36: Wuchsdichte in ausgewählten Monitoringflächen 2011-2012, Asseler Sand



Tabelle 15: Auswertung einer Praktikerbefragung (Asseler Sand 2011/2012)

Welche der folgenden Effekte haben Sie nach der Unterschneidungsmaßnahme auf Ihrer Fläche beobachtet? Vergleichen Sie zu nicht unterschrittenen Teilen der Fläche oder der Situation vor der Behandlung.

<b>Bewirtschafter 3,5 ha + 2 ha</b>	<i>starke Zunahme</i>	<i>Zunahme</i>	<i>Neutral</i>	<i>Abnahme</i>	<i>starke Abnahme</i>	<i>Gesamt ++ bis --</i>
DUWOCK					<b>++</b>	<b>++</b>
ERTRAG			o			o
QUALITÄT	<b>++</b>					<b>++</b>
GRASNARBE		+				+
LÜCKIGKEIT			o			o
VERKRAUTUNG			o			o
<b>Gesamtbewertung</b>						<b>+ 5</b>

*Kommentare: ohne Unterschneidung wurde stärker selektiert, daher auch keine kranken Tiere im Sommer. Nach Unterschneidung konnten mehr Tiere je Hekar geweidet werden.*

<b>Bewirtschafter 6 ha</b>	<i>starke Zunahme</i>	<i>Zunahme</i>	<i>Neutral</i>	<i>Abnahme</i>	<i>starke Abnahme</i>	<i>Gesamt ++ bis --</i>
DUWOCK					<b>++</b>	<b>++</b>
ERTRAG			o			o
QUALITÄT	<b>++</b>					<b>++</b>
GRASNARBE		+				+
LÜCKIGKEIT				+		+
VERKRAUTUNG			o			o
<b>Gesamtbewertung</b>						<b>+ 6</b>

*Kommentare: Die Tiere weiden sehr intensiv und sind auch im Fell viel gesünder als in den Vorjahren; Trockenrisse der Rahmenträger werden ab Juni von Duwocktrieben neu besiedelt.*

<b>Bewirtschafter 5 ha</b>	<i>starke Zunahme</i>	<i>Zunahme</i>	<i>Neutral</i>	<i>Abnahme</i>	<i>starke Abnahme</i>	<i>Gesamt ++ bis --</i>
DUWOCK					<b>++</b>	<b>++</b>
ERTRAG				-		-
QUALITÄT		+				+
GRASNARBE			o			o
LÜCKIGKEIT				+		+
VERKRAUTUNG			o			o
<b>Gesamtbewertung</b>						<b>+ 3</b>

*Kommentare: etwas Trockenschäden in den Rahmenträgerspuren, ansonsten auch etwas weniger wüchsig wo unterschritten wurde, da Kapillarsaum unterbrochen.*

<b>Bewirtschafter 4 ha + 8 ha</b>	<i>starke Zunahme</i>	<i>Zunahme</i>	<i>Neutral</i>	<i>Abnahme</i>	<i>starke Abnahme</i>	<i>Gesamt ++ bis --</i>
DUWOCK					<b>++</b>	<b>++</b>
ERTRAG		+				+
QUALITÄT	<b>++</b>					<b>++</b>
GRASNARBE	<b>++</b>					<b>++</b>
LÜCKIGKEIT					<b>++</b>	<b>++</b>
VERKRAUTUNG			o			o
<b>Gesamtbewertung</b>						<b>+ 9</b>

*Kommentare: Insgesamt geringer Weiderest und bessere Grasnarben, gesündere Tiere.*

## Auswertung der Fragebögen

Die Befragung der Praktiker ergab eine insgesamt sehr positive Resonanz.

- Die wichtigste Frage nach dem Auftreten des Sumpfschachtelhalm in den unterschrittenen Parzellen wurde durchweg sehr positiv beurteilt (++).
- Das Ertragsverhalten der unterschrittenen Parzellen wurde in zwei Fällen neutral (o) bewertet und in je einem Fall als eher abnehmend (-) bzw. sogar zunehmend (+) gegenüber den nicht unterschrittenen Bereichen.
- Die Qualität des Grünlandaufwuchses wurde von 75 % der befragten Bewirtschafter als deutlich verbessert (++) wahrgenommen.
- Die Qualität der Grasnarbe (Narbendichte, Lückigkeit) wurde tendenziell ebenfalls deutlich verbessert, während Auswirkungen auf die allgemeine Verkrautung (ausgenommen Sumpfschachtelhalm) nicht beobachtet wurden.

Die maximal erreichte Positivbewertung erreichte **9 +** (von 12 möglichen) auf zwei größeren Flächen mit einer Besatzdichte von 2,5 Tieren je Hektar Mutterkuhweide und Düngung zum ersten Aufwuchs. Die Flächen der Bewirtschafter 3,5 ha und 6 ha wurden mit **5 +** bzw. **6 +** ebenfalls sehr günstig beurteilt. Negative Effekte wurden nicht vermerkt, sondern lediglich neutrale. Die Bewirtschaftungs- und Pflegeintensität dieser beiden Flächen ist vergleichbar. Etwas weniger gut bewertet wurde die Fläche des Bewirtschafters 5 ha mit **3 +**. Mangelnde Pflege und Düngung waren mit entscheidend für die Bewertung des Ertragsgeschehens und der neutralen bis negativen Effekte auf die Grasnarbe.

## Zusammenfassung von Kommentaren der Anwender (textlich modifiziert)

Technische Anforderungen:

- Der längere Einsatz führte zu Materialverschleiß an Tasträdern und am Scheibensech.
- Bei unebener Geländegestaltung (Mikrorelief) ist der Bearbeitungserfolg ungleichmäßig.
- Zeitaufwand aufgrund geringer Geschwindigkeit und Arbeitsbreite sehr hoch – Kosten des Verfahrens können kurzfristig nicht mit der Flächenspritzung konkurrieren.
- Einsatz wird durch Wurzelstubben (ehem. Obstbau; ehem. Erlenbruch) unmöglich.
- Messerführung und Fahrgeschwindigkeit sind schwierig, besonders auf schwerer Marsch
- Im Niedermoor kann es zu starker Narbenschädigung infolge Unterschneidung kommen wenn die Grasnarbe z.B. bei Trockenheit teilweise verschoben wird (mullige Böden).
- Schlepper sollte nicht zu stark sein, da ansonsten leicht zu hohe Scherkräfte wirken, wodurch der Gänsefuß schon bei geringer Geschwindigkeit (4-5 km/h) stark geschädigt werden kann (vgl. Vermerke I und II).

Pflanzenbauliche Anforderungen:

- In der Trockenphase sind Wachstumsschwächen in den unterschrittenen Flächen gegenüber nicht unterschrittenen Bereichen erkennbar (hellere Grasnarbe).
- Die Unterschneidung hat zu Wassermangel in der Grasnarbe geführt, so dass der Ertrag deutlich geringer war.
- Trockenschäden an der jeweiligen Einsatz-/Aushebestelle und streifenweises Austreiben in den Führungsschlitzen der Rahmenträger sind problematisch.

Allgemeines zur Eignung des Verfahrens:

- Das Verfahren ist gut geeignet für die Anwendung gegen Sumpfschachtelhalm, allerdings nur in Kombination mit grasenden Rindern!
- Eine begleitende Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung zur Duockverdrängung (maßvolle Düngung, Nachsaaten und angepasste Besatzdichte) kann durch das Unterschneideverfahren effektiv unterstützt werden.
- Die effektive durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit ist entscheidend für die Kostenkalkulation und in Abhängigkeit von Standorteigenschaften und Erfahrungen des Schlepperfahrers anzupassen.

#### 4.1.9.3 Wesermarsch 2012

Im Frühjahr 2012 wurden wir durch den Beratungsring Wesermarsch auf häufiges Vorkommen von Sumpfschachtelhalme in intensiv bewirtschaftetem Grünland in der Region hingewiesen. Auf Einladung des landwirtschaftlichen Beratungsrings wurde deshalb am 06.03.2012 eine Vortragsveranstaltung zum Thema „Duwockbekämpfung auf dem Grünland“ durchgeführt. Die Veranstaltung wurde von 21 Interessierten aus der Region wahrgenommen. Im Anschluss an die Veranstaltung wurden bei einem Kontaktgespräch mit dem landwirtschaftlichen Lohnbetrieb G.v.Eijden erste Planungen für den Einsatz eines Unterschneidegerätes zur Duwockbekämpfung in der Wesermarsch angegangen.

Zu Dokumentationszwecken des Monitorings in der Wesermarsch wurden Vermerke angefertigt:

Vermerk I:

Einsatz eines Unterschneidegerätes auf landwirtschaftlichen Flächen im Privatbesitz.  
Einsatz des Unterschneidegerätes (Duwock EXV3000, Hersteller: Dröppelmann Agrartechnik

Das Duwock-Unterschneidegerät wurde vom Lohnbetrieb van Eijden beim Betriebshof in Haverbeck abgeholt und auf dem eigenen Betriebshof in Großenmeer ordnungsgemäß abgestellt. Am Freitag, 4. Mai mit dem Landwirt, Godfried van Eijden und Gerd Lange gemeinsamer Flächenbegang, morgens um 8:30 auf der Privateigenen Grünlandfläche von Landwirt.

Beschluss, das Schneidgerät am selben Tag ab 14:00 Uhr zum Einsatz zu bringen.

Betrieb van Eijden beginnt, das wg. Transport abgebaute Unterschnittmesser anzumontieren und die Maschine für den Einsatz am großen MF-Schlepper (>250 PS) vorzubereiten.

Treffen auf der Fläche ist um 14:15 Uhr, Einsatzbeginn um 14:30 Uhr mittig auf der Fläche.

Anwesend bei Einsatzbeginn: Beratungsring Wesermarsch, G. van Eijden, Landwirt, Gerd Lange.

Vorsichtiges Einsetzen im Bereich der kleinen Gruppe, 10 Meter vom Graben entfernt ohne größere Schäden an der Narbe. Langsames Anfahren und leichte Erhöhung der Geschwindigkeit auf etwa 5 km/h bis zum Ende der Gruppe; dort vorsichtiges Ausheben mit etwas stärkerem Schaden an der Grasnarbe.

Parallel im Anschluss an die erste, sehr gut unterschchnittene Spur wird in der entgegengesetzten Richtung wieder eingesetzt. Die Geschwindigkeit wird aufgrund der sehr guten Bodeneigenschaften (plastisch, gut formbar) und des Leichtlaufs nach 20 Metern etwas erhöht. Nach weiteren 20 Metern kommt es zum Sollbruch aller 4 Scherbolzen, die Maschine wird sofort gestoppt (lautes Knacken der Bolzen) und vorsichtig rückwärts ausgesetzt. Es zeigt sich, dass der rechte Rahmenträger soweit nach hinten verzogen ist, dass ohne mechanische Hilfe keine Wiederherstellung des Originalzustands mit Fixierung durch die Scherbolzen möglich ist. Das wiederholte tiefe Einstechen einer Meterlanze durch den Ringleiter ergibt keine Anhaltspunkte für evt. Störstellen unter der Oberfläche. Es wird daher von einem Bruch infolge Materialschwäche ausgegangen – evt. ist vorübergehend ungenügender Parallellauf bei erhöhter Geschwindigkeit eine damit zusammenhängende Ursache. Nach Angabe von Herrn van Eijden war die Geschwindigkeit gegenüber den letzten Abschnitten der ersten Spur aber nicht erhöht.

Durch das Frontgewicht des Schleppers vom Landwirt konnten unter Spannung auch die Scherbolzen des rechten Rahmenträgers fixiert werden.

Gerd Lange weist die Anwesenden darauf hin, dass der Eigentümer der Maschine jegliche Haftungsansprüche beim Einsatz der Maschine von sich weist – ein Vertragsmuster wird vorgelesen, welches aber keine Zustimmung findet. Für den weiteren Einsatz wird beschlossen, dass alle auf der Fläche Anwesenden am selben Tag für weitere Schäden am Gerät gemeinsam haften. Herr van Eijden besorgt möglicherweise Karten mit den erforderlichen Angaben zu möglichen Leitungstrassen, welche in einer Tiefe von >40 cm unter Flur anzutreffen wären. Da es hier aber teilweise zu 20 cm Bodenabtrag bei Melioration gekommen ist, könnte eine Beschädigung bei dieser Arbeit nicht ausgeschlossen werden. Beim erneuten Einsetzen neben der ersten Spur brechen die neuen Scherbolzen bereits vor Erreichen der Schnitttiefe bzw. dem Parallellauf des Unterschnittmessers (Parallelität zur Lauffläche des Schleppers, also zum Oberboden zwingend erforderlich für Dauerbetrieb).

Der Versuch wird abgebrochen und die Reparatur der Maschine auf dem Lohnbetrieb vereinbart.

## Vermerk II:

### Einsatz eines Unterschneidegerätes auf landwirtschaftlichen Flächen im Privatbesitz. Einsatz des Unterschneidegerätes (Duwock EXV3000, Hersteller: Dröppelmann Agrartechnik

Das Duwock-Unterschneidegerät wurde vom Lohnbetrieb van Eijden auf einer stark von Duwock durchsetzten Fläche im Bereich Neustädter Straße eingesetzt, FLIK-Nr. lautet DENILI0490271813..

Grund für die Unterschneidung: Der Gesamtschlag ist 1,61 ha groß und wurde von Landwirt gepachtet und seit dem Frühjahr 2012 bewirtschaftet. Dabei wurde der erste Aufwuchs 2012 am **22. Mai** in einem Streifen längs des Straßengraben frisch eingefahren und an die Milchviehherde im Stall verfüttert. Mit dem Tage der Verfütterung sank die Leistung sowohl der Milchviehherde als auch der Einzeltiere sofort drastisch (vgl. Abb. 37-38). Die Tiere waren augenscheinlich in einem schlechteren Allgemeinzustand, sei es durch Futtermittelverweigerung oder nach Aufnahme von im Futter zu hohen Anteilen vorhandenen Sumpfschachtelhalm durch Darmschädigung oder beides bedingt. Nach Aussage von Landwirt (25. Juni) war die Leistung der Herde und insbesondere der Kühe im späteren Laktationsstadium auch 1 Monat nach dem Ereignis nicht wiederhergestellt. Der Betrieb stellt sich die Frage, ob die Fläche für eine weitere Bewirtschaftung geeignet ist.

Am 28. Juni um 10.30 Uhr beginnt der Lohnunternehmer G. v Eijden mit der Unterschneidung in einem zentral betroffenen Bereich der Fläche. Die Länge der Unterschneidungslinien beträgt etwa 250 Meter.

Zum Einsatz kommt ein Deutz-Schlepper mit > 200 PS Leistung, Oberlenker hydraulisch regulierbar und teilweise in Schwimmstellung, nachdem das Unterschneidegerät parallel läuft. Der Einsatz des Gerätes gelingt sehr gut – die Fahrgeschwindigkeit wird auf etwa 1km/h begrenzt. Durch die vorausgegangenen Niederschläge ist der Marschboden sehr plastisch und weich, lässt sich gut durchziehen, allerdings ist der Schlupf an der Oberfläche erheblich, so dass mehr oder weniger starke Narbenschäden auftreten; dies wird toleriert, da keine tieferen Spuren gerissen werden.

Allerdings scheinen die Scheibenseche etwas zu hoch, da der Rahmenträger die vertikale Schnittspur reißt, was Widerstand kostet. Bei der Rückfahrt werden die Seche also etwas tiefer eingestellt, so dass sie die Narbe vorab durchtrennen. Die zweite Spur wird mit gleichem Tempo parallel im Anschluss an die erste, sehr gut unterschchnittene Spur in der entgegengesetzter Richtung gefahren.

Die Geschwindigkeit wird aufgrund nach etwa 100 Metern auf 1,5 km/h erhöht und aufgrund des hohen Schlupfes wieder auf 1,3 reduziert. Nach weiteren 100 Metern kommt es zum Sollbruch aller 4 Scherbolzen, die Maschine wird sofort gestoppt (lautes Knacken der Bolzen) und vorsichtig rückwärts ausgesetzt. Die Unterschnitttiefe war augenscheinlich bereits bei 40 cm unter Flur, obwohl die eigene Schätzung geringer gewesen war – der Rahmenträger noch mit etwa 20 cm oberhalb Gelände sichtbar. Nach dem Ausheben konnte der Messerträger relativ einfach wieder zurückgerichtet werden, alte Scherbolzen ausgetauscht werden und die erneute Tiefenunterschneidung begonnen werden.

Die Fahrgeschwindigkeit wurde aufgrund dieser Vorkommnisse nicht weiter erhöht und es wurden weitere zwei Spuren unterschritten (insgesamt 12 Meter \* 250 Meter = 3000 m<sup>2</sup> Fläche).

Im Anschluss an die Arbeiten wurden in jeder Unterschchnittspur 1 m<sup>2</sup> Duwocktriebe ausgezählt. Zum Vergleich wurden 2 nicht unterschrittene Kleinparzellen (2 \* 1 m<sup>2</sup>) ebenfalls bonitiert.

Anmerkungen des Lohnunternehmers werden ergänzt: Maschine sollte größere Arbeitsbreite aufweisen und mit einer Schnellautomatik zur Messerrückführung bei großen Widerständen ausgestattet werden (anstelle der Scherbolzen).

Schätzung der Kosten für den Einsatz des Gerätes in der Wesermarsch: 200,- € je Hektar.

Rückgang der Milchleistung in einem Monitoringbetrieb in der Wesermarsch

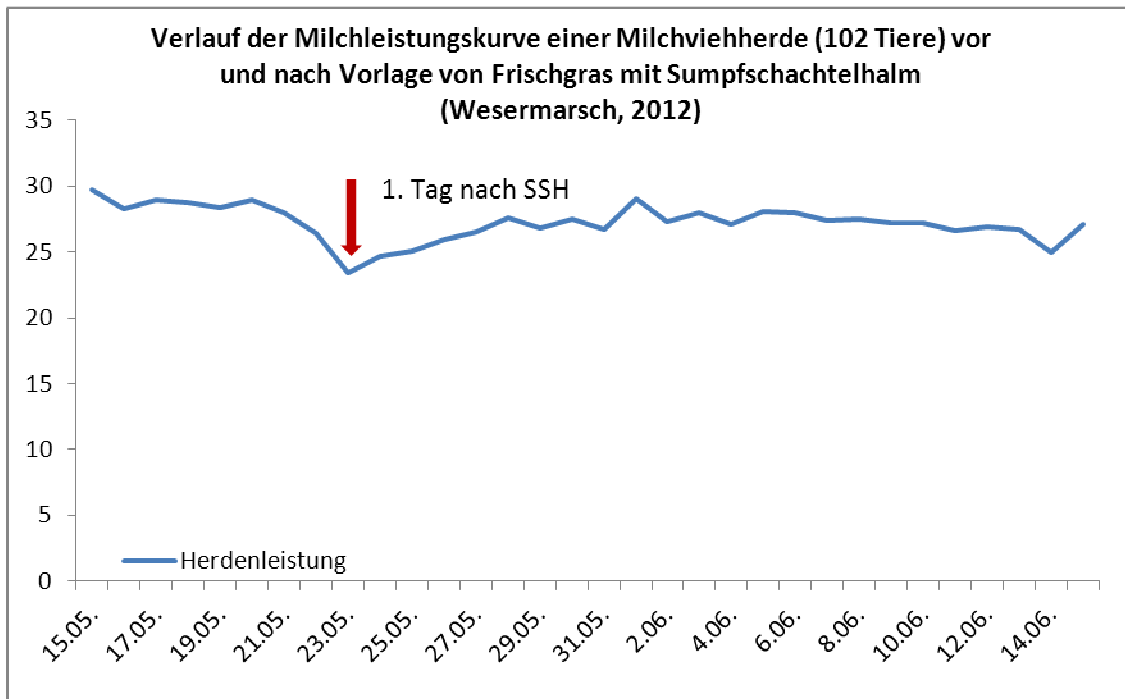


Abbildung 37: Verlauf der Herdenleistung nach Frischverfütterung von Gras mit Sumpfschachtelhaln

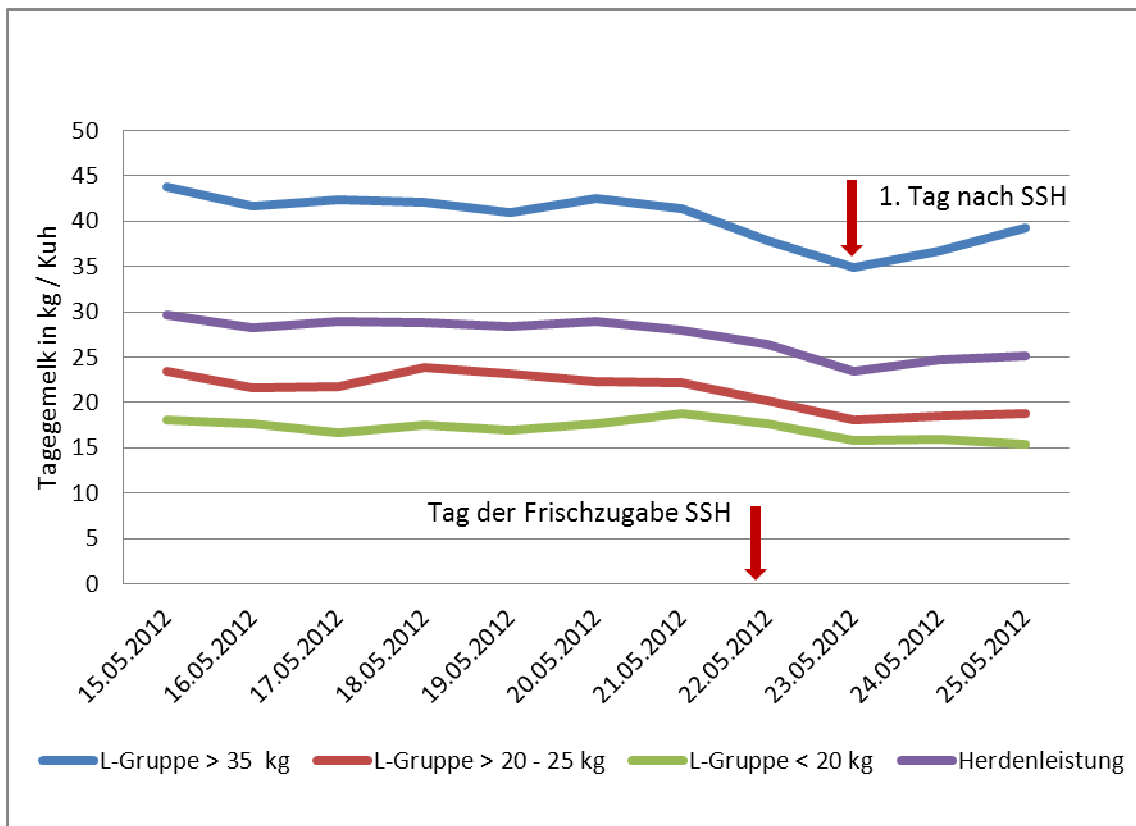


Abbildung 38: Rückgang der Milchleistung nach Frischzugabe SSH in Leistungsgruppen

Vermerk III:

**Einsatz eines Unterschneidegerätes auf landwirtschaftlichen Flächen im Privatbesitz.**  
Einsatz des Unterschneidegerätes (Duwock EXV3000, Hersteller: Dröppelmann Agrartechnik

Das Unterschneidegerät wurde am 30. August nach Haverbeck zurück gebracht.  
 Die Wirkung der Unterschneidung war bereits nach wenigen Tagen deutlich erkennbar.  
 Beobachtungen wurden von Praktikant nach Anleitung am 6. Juli und 2. August durchgeführt. Seine Beobachtungen decken sich mit den eigenen Bonituren.

Der Aufwuchs wurde von *Betriebsleiter* an den Betreiber einer Biogasanlage in Nordenham verkauft. Am 6. August war noch kein Schnitt erfolgt, der Bestand relativ hoch, Duwockanteile entsprechend stark in den nicht unterschrittenen Bereichen vorhanden.

Probenernte am 9.08.2012 –Weiterverarbeitung der Proben in VS Wehnen-Bad Zwischenahn (Ende Vermerk).

Tabelle 16: Ergebnisse aus dem Flächenmonitoring in der Wesermarsch 2012 (zu Vermerk III)

Duwockmonitoring Wesermarsch 2012			Anzahl	Anzahl	Anzahl	cm	Anzahl
Unterschneidung am 28.06.2012	Position	Datum	Lebendtriebe	teilweise geschädigt	abgestorbene Duwocktriebe	ungefähre Höhe	Sporenträger ausgebildet
<b>1. Boniturtermin</b>	<b>28. Jun 12</b>						
ohne Unterschnitt	1. links	28. Jun 12	>100	-	-	35	-
ohne Unterschnitt	2. links	28. Jun 12	> 75	-	-	30	-
mit Unterschnitt	1. rechts	28. Jun 12	<b>&gt;75</b>	-	-	30	-
mit Unterschnitt	2. rechts	28. Jun 12	<b>&gt;20</b>	-	-	25	-
mit Unterschnitt	3. rechts	28. Jun 12	<b>&gt;30</b>	-	-	20	-
mit Unterschnitt	4. rechts	28. Jun 12	<b>&gt;10</b>	-	-	25	-
<b>2. Boniturtermin</b>	<b>02. Jul 12</b>						
ohne Unterschnitt	1. links	02. Jul 12	>100	-	-	40	6
ohne Unterschnitt	2. links	02. Jul 12	>90	-	-	35	5
mit Unterschnitt	1. rechts	02. Jul 12	<b>0</b>	-	75	-	5
mit Unterschnitt	2. rechts	02. Jul 12	<b>0</b>	-	18	-	5
mit Unterschnitt	3. rechts	02. Jul 12	<b>1</b>	1	38	-	4
mit Unterschnitt	4. rechts	02. Jul 12	<b>1</b>	3	10	-	4
<b>Ertrag</b>	<b>09. Aug 12</b>						
Variante	Behandlung	Probe	FM g / m <sup>2</sup>	Einwaage	Auswaage	TS %	dt TM / ha
Duwock A1	unterschnitten	Gesamtprobe	1326,50	499,70	144,90	29,00	38,47
Duwock A2	unterschnitten	Gesamtprobe	924,40	516,20	143,80	27,86	25,75
Duwock A3	unterschnitten	Gesamtprobe	1465,10	522,60	148,70	28,45	41,69
Mittelwert Gesamtertrag nach Unterschneidung in dt TM/ha							<b>35,30</b>
Duwock B1	unbehandelt	Grasanteil	2609,60	566,70	111,40	19,66	51,30
Duwock B2	unbehandelt	Grasanteil	2055,50	583,60	128,80	22,07	45,36
Duwock B3	unbehandelt	Grasanteil	2381,60	510,50	111,60	21,86	52,06
Mittelwert Grasertrag ohne Unterschneidung in dt TM/ha							<b>49,58</b>
Duwock C1	unbehandelt	Duwockanteil	654,00	654,00	97,60	14,92	9,76
Duwock C2	unbehandelt	Duwockanteil	465,60	465,60	72,70	15,61	7,27
Duwock C3	unbehandelt	Duwockanteil	562,30	562,30	84,40	15,01	8,44
Mittelwert Duwockertrag ohne Unterschneidung in dt TM/ha							<b>8,49</b>

Der Anteil Sumpfschachtelalm wurde durch die Maßnahme schnell und effektiv reduziert.  
 Die unterschrittenen Bereiche erzielten deutlich geringere Erträge zum 2. Aufwuchs als die unbehandelten. Im Mittel wurden 71% (35,5 dt TM/ha) des Grasertrags unbehauelter Bereiche (49,58 dt TM/ha) bzw. 61% des Gesamtertrages unbehauelter Bereiche (58 dt TM/ha) erreicht.  
 Der Duwockanteil betrug nach Unterschneidung 0 %, ohne Unterschneidung dagegen 8,5 dt TM/ha oder 14,5 % des Gesamtertrages.



## 4.2 Vegetationskundliche Begleituntersuchungen (NLWKN)

Die Ergebnisse des NLWKN (Dienstleistung BMS Umwelt) beziehen sich vorrangig auf die Verbreitung des Sumpfschachtelhalms in den Projektgebieten sowie den Auswirkungen verschiedener Maßnahmen auf die Begleitvegetation.

### 4.2.1 Verbreitung und Wuchsdichten (V. Blüml)

#### 4.2.1.1 Ochsenmoor

Der SSH ist im Ochsenmoor weit verbreitet (Karte 1a in Anlage A). Er fehlt jedoch entlang der Hunte (Auwiesen), weitestgehend in der Teichwiese, im Nordwesten des Gebietes sowie im Dielinger und Stemshorner Westerbruch. Vorkommensschwerpunkte sind die Hüder Marsch, die an den großen Erlenbruch im Norden angrenzenden Flächen, einige Flächen im Süden („Ochsenmoors Wiesen“/„Barenbruch“) und weite Strecken entlang von „Tegeder Weg“ und „Ochsenmoorweg“.

Die besiedelte Fläche beträgt insgesamt ca. 50,7 ha; dabei sind die beiden mit der Häufigkeitsklasse „selten“ eingeschätzten Vorkommen ohne GPS-Einmessung nicht eingerechnet. In vier Bereichen sind Dominanzbestände ausgebildet, die meisten Vorkommen wurden als frequent oder selten bis frequent eingestuft. Insgesamt sind 23,5 % aller Flächeneinheiten zumindest punktuell bzw. randlich besiedelt.

Hinsichtlich der besiedelten Pflanzengesellschaften ist festzuhalten, dass der SSH ein breites Spektrum von Vegetationstypen besiedelt (Abb. 39): Unbesiedelt bleiben die Störzeiger- und die Schafgarben-Ausbildungen der Weidelgras-Weißklee-Weiden, die Neueinsaat sowie sonstige, nur kleinflächig auftretende Gesellschaften. Seltener ist der SSH in der Wiesenschaumkraut-Ausbildung der Weidelgras-Weißklee-Weiden (7,1 % der Parzellen besiedelt), in den Honiggraswiesen (11,1 %; Biotoptypen beider Gesellschaften überwiegend GIN bzw. GIE) sowie den überwiegend randlich im Gebiet ausgebildeten Wiesenfuchsschwanzwiesen (Biotoptyp GIN).

Besonders stet tritt er dagegen in den Hundsstraußgraswiesen (41,2 %, Biotoptyp überwiegend GNM), den Knickfuchsschwanz- (36,4 %) und Flutschwaden-Flutrasen (33,3 %; Biotoptypen beider Flutrasen-Ausbildungen; GNF, GFF) sowie den Kuckucks-Lichtnelken-Ausbildungen der Weidelgras-Weißklee-Weiden (30,8 %, Biotoptypen überwiegend GIN, GIE) auf. Sumpfdotterblumenwiesen sowie Schlankseggenriede (Biotoptypen GNR, GNM und NSG) weisen ebenfalls einige Vorkommen auf, diese Gesellschaften sind im Ochsenmoor aber insgesamt seltener vertreten.

Auch hinsichtlich der Feuchte- und Nährstoffstufen wird eine breite Standortamplitude vom SSH besiedelt (Abb. 40, 41):

Vegetationsbestände mit einer mittleren Feuchtezahl 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.

Hinsichtlich des Stickstoffangebotes werden ausgesprochen arme ( $mN < 3,5$ ) bis mäßig stickstoffreiche Vegetationsbestände bis etwa  $mN 6,4$  ohne deutliche Schwerpunkte besiedelt. Bestände mit einer  $mN \geq 6,5$  werden dagegen komplett gemieden.

Hinsichtlich der Nutzungstypen fällt lediglich auf, dass sechs der zehn Bracheparzellen besiedelt sind (Abb. 42). Flächen mit Schnittnutzung, Weidenutzung und kombinierter Mähweidenutzung werden dagegen zu jeweils sehr ähnlichen Anteilen besiedelt.

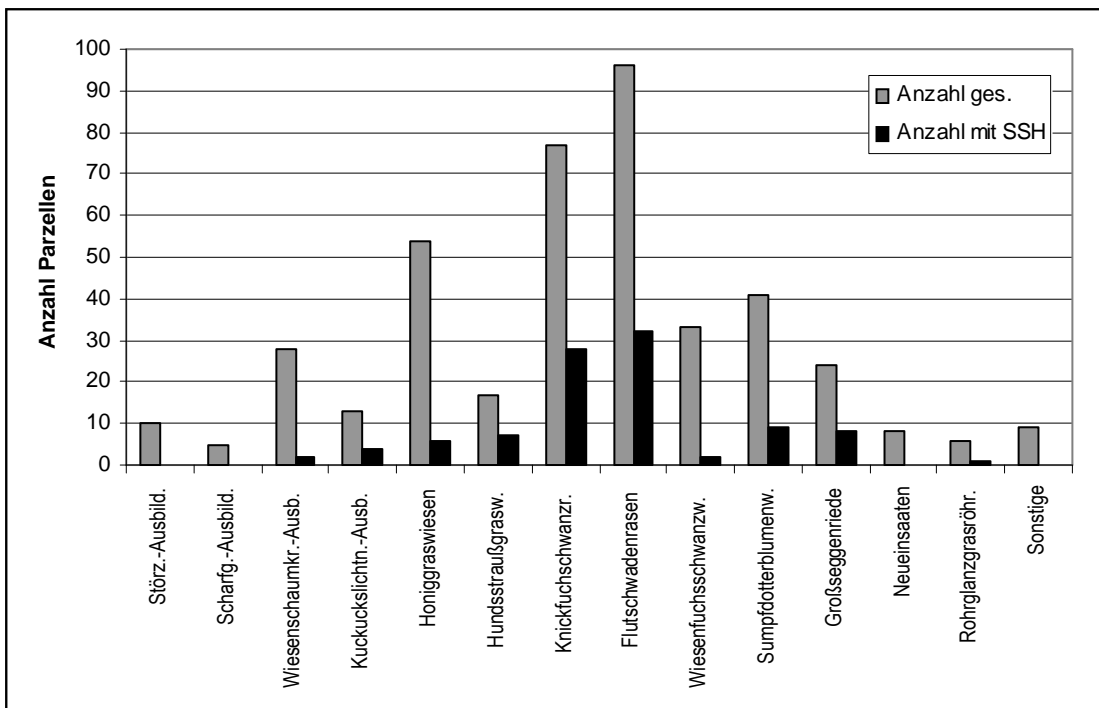


Abbildung 39: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit bestimmten Grünlandtypen im Ochsenmoor 2008 und Anzahl der jeweiligen (Teil-) Parzellen, auf denen der SSH 2008 vorkam. Einteilung der Grünlandtypen nach BLÜML (2001).

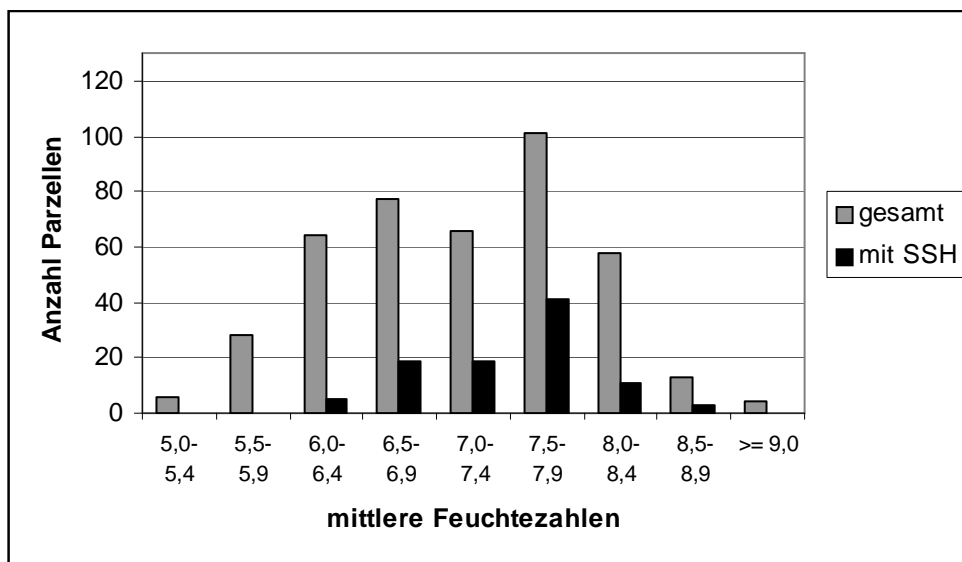


Abbildung 40: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit bestimmten mittleren Feuchtezahlen im Ochsenmoor 2008 und Anzahl der jeweiligen (Teil-) Parzellen, auf denen der Sumpfschachtelhalme 2008 vorkam.

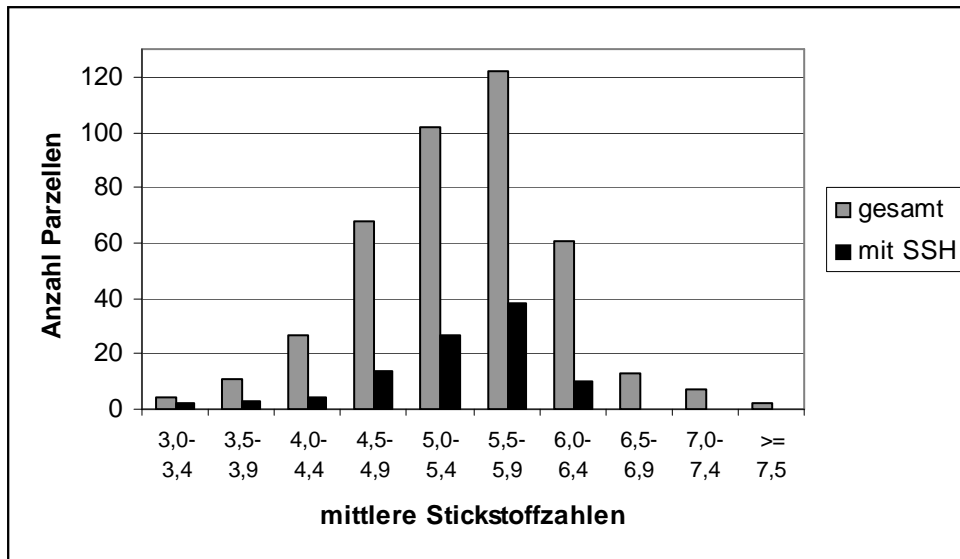


Abbildung 41: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit bestimmten mittleren Stickstoffzahlen im Ochsenmoor 2008 und Anzahl der jeweiligen (Teil-) Parzellen, auf denen der Sumpfschachtelhalm 2008 vorkam. Einteilung der Grünlandtypen nach BLÜML (2001).

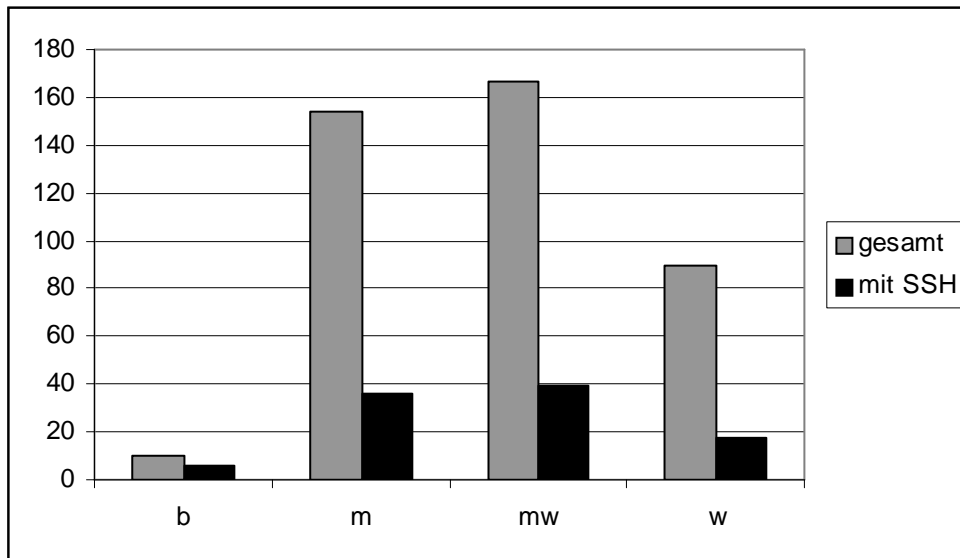


Abbildung 42: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit bestimmtem Nutzungsregime (b: Dauerbrache; m: Mähwiese; mw: Mähweide; w: Weide) im Ochsenmoor 2008 und Anzahl der jeweiligen (Teil-) Parzellen, auf denen der Sumpfschachtelhalm 2008 vorkam.

Die binäre logistische Regression belegt jedoch 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 SSH ist hinsichtlich der berücksichtigten Faktoren nicht zufällig. Einen (hoch-) signifikant positiven Einfluss auf das Vorkommen des SSH haben jedoch nur die mittlere Feuchtezahl (Regressionskoeffizient = 15,260,  $p < 0,01$ ) und die Nutzungsform Weide (Regressionskoeffizient = 0,7233,  $p < 0,05$ ).

Der Teich-Schachtelhalm besiedelt zahlreiche Grünlandparzellen in fast allen Teilen des Ochsenmoores. Ein auffallend großer Teil der Wuchsorte entfällt dabei – wie beim SSH – auf die Osthälfte des Gebietes (s. Karte 1a in Anlage A). Im Gegensatz zum SSH kommt der Teich-Schachtelhalm auch in den Nasswiesengesellschaften im Nordteil (Teich- und Ellerbruchwiese, Kranichwiese etc.) sowie in den sehr stark vernässten Bereichen am Ochsenmoorgraben II vor. Dagegen fehlt er in den Bereichen am Südrand weitgehend, in denen der SSH derzeit einen Verbreitungsschwerpunkt hat.

#### 4.2.1.2 Westliche Dämmerniederung

##### Flächen zwischen Randkanal und Westdeich

In den Flächen zwischen Randkanal und Westdeich hat sich der SSH 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 (Karten 1b in Anlage A). Die besiedelte Fläche ist insgesamt ca. 25,0 ha groß.

Entsprechend der räumlichen Anordnung der wesentlichen Pflanzengesellschaften wächst der SSH besonders häufig in Sumpfdotterblumenwiesen (Biotypen GNR, GNM), Großseggenrieden (NSG) sowie Flutschwadennasen (GFF, GNF). Aber auch alle anderen Formationen werden zu Anteilen von über 30 % besiedelt (Abb. 43). Lediglich in den Störzeiger-Ausbildungen der Weiden (GIN) und den Brennesselfluren (UHF) tritt der SSH weniger stetig auf.

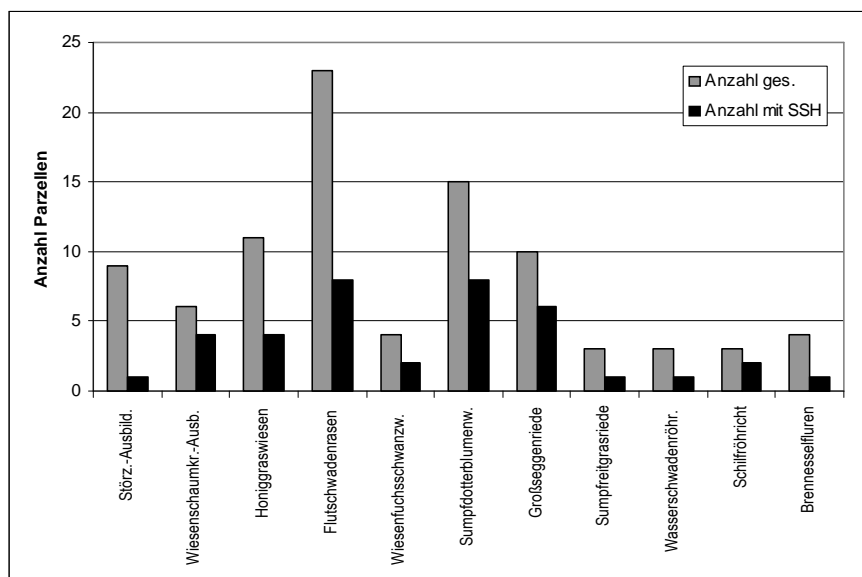


Abbildung 43: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit bestimmten Grünlandtypen an der Westseite 2006 und Anzahl der jeweiligen (Teil-) Parzellen, auf denen der Sumpfschachtelhalm 2008 vorkam.

Die Verteilung auf die Feuchtestufen ähnelt stark der im Ochsenmoor (Abb. 44): Die vom SSH besiedelten Flächen haben größtenteils eine mF zwischen 6,5 und 7,9. Die Verteilung auf die Stickstoffstufen zeigt hingegen eine noch breitere Amplitude als im Ochsenmoor (Abb. 45): Besiedelt werden sogar stickstoffreiche Flächen mit einer mN  $\geq 7,0$ .

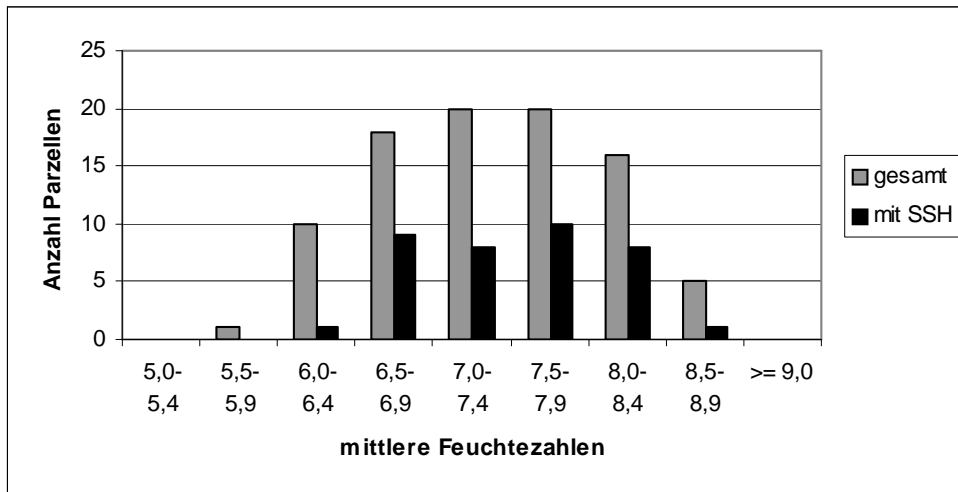


Abbildung 44: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit bestimmten mittleren Feuchtezahlen an der Westseite 2006 und Anzahl der jeweiligen (Teil-) Parzellen, auf denen der Sumpfschachtelhalm 2008 vorkam.

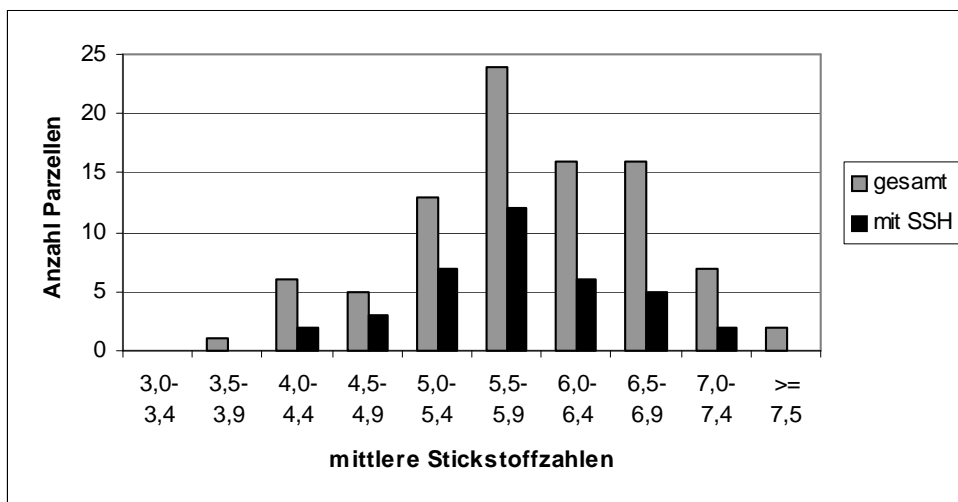


Abbildung 45: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit bestimmten mittleren Stickstoffzahlen an der Westseite 2006 und Anzahl der jeweiligen (Teil-) Parzellen, auf denen der Sumpfschachtelhalm 2008 vorkam.

Der Teich-Schachtelhalm kommt nur im Norden dieses Teilgebietes vor und besiedelt dort einige Nasswiesen- und Großseggenried-Bestände im Bereich nahe des Westturmes (vgl. Karte 2 in Anlagen).

### **Übrige Westliche Dämmerniederung**

Der SSH ist in den übrigen Bereichen der westlichen Dämmerniederung deutlich seltener als im Ochsenmoor und zwischen Randkanal und Westdeich: Im gesamten südlichen Teil wurden lediglich zwei Bestände im Bereich der Borringhauser Wiesen nahe der Hunte erfasst. Im Dümmerlohauser Moor wächst der SSH jedoch bereits auf längeren Strecken entlang von Gräben. Nördlich des Sees ist die Art in einzelnen Beständen nahe des Hunteausflusses, in den Dümmerlohauser Brookwiesen, dem Osterfeiner/Bergfeiner Moor und den Haverbecker Brockwiesen/Bruchwiesen zu finden.

Die besiedelte Fläche beträgt insgesamt ca. 0,36 ha im Bereich der Borringhauser Wiesen, 0,41 ha im Dümmerlohauser Moor und 2,62 ha in den Gebieten nördlich des Sees.

Der Teich-Schachtelhalm wurde auch hier nicht gezielt kartiert, bei den SSH-Erfassungen fielen aber mehrere Vorkommen besonders in Grabennähe auf, u.a. in den Haverbecker Brookwiesen.

#### **4.2.1.3 Boller Moor**

Die bekannten Vorkommen konzentrieren sich auf die beiderseits an den „Rohfladderweg“ angrenzenden Parzellen. Im Süden des Gebietes wurden zudem mehrere Wuchsbereiche beiderseits des Grabens erfasst, der parallel zum „Rohfladderweg“ eine Parzellengrenze weiter westlich läuft (Karte 1c in Anlage A). Die besiedelte Fläche ist insgesamt ca. 14,6 ha groß. Genauere Daten zur vegetationskundlichen Ausprägung der betroffenen Grünlandflächen liegen nicht vor.

Der Teich-Schachtelhalm wurde auch hier nicht gezielt kartiert, bei den SSH-Erfassungen fielen aber mehrere Vorkommen nahe der SSH-Bestände auf.

#### **4.2.1.4 Hinweise zur Ausbreitung in der Dämmerniederung**

Im Ochsenmoor zeigt ein Vergleich mit Daten aus der Kartierung 2000, dass sich die Verbreitung des SSH hier in den letzten acht Jahren in Teilen des Gebietes deutlich verändert hat (Karte 1a in Anlage A):

Aus dem Westteil des Ochsenmoores (Auwiesen im Norden, Dielinger Westerbruch im Süden) ist der SSH nach 2000 vollständig verschwunden. Auch einige Nasswiesen mit langer Extensivierungsgeschichte im Norden (Ellerbruchwiese, westliche Teichwiese, Kranichwiese) waren im Jahr 2000 besiedelt, 2008 nicht mehr. Für den überwiegenden Teil der aktuellen Vorkommen zeigt sich, dass diese 2000 im Wesentlichen schon bestanden. Genauer Aussagen zur Häufigkeit sind nicht mehr möglich, da 2000 die Problematik des randlichen Einwanderns nicht hinreichend bekannt war und daher nicht konsequent auf eine Unterscheidung randlicher von flächigen Vorkommen geachtet wurde.

Für die Dauerbeobachtungsflächen im Ochsenmoor zeigt sich folgende Entwicklung (Tab. 17): Der SSH hat sich in einer DBF neu etabliert, aus zweien ist er verschwunden bzw. tritt nur sporadisch auf. Nur in DBF 18 hat die Deckung längerfristig leicht zugenommen. In der überwiegenden Zahl der DBF sind die Bestände mehr oder weniger konstant.

Tabelle 17: Auftreten des SSH in den 29 Dauerbeobachtungsflächen im NSG Ochsenmoor.



Jahr	1995	1997	2000	2004	2008	2010
DF01	.	+	0,1	0,1	0,1	0,1
DF06	+	.	+	.	.	+
DF11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1m	0,1m
DF18	0,1m	0,1	0,1m	0,2m	0,2m	0,2m
DF20	0,1	0,1	0,1	0,1m	0,1m	+0,1
DF29	n.e.	+	.	.	.	.

n.e.: nicht erfasst.

Hinsichtlich der Vegetationsaufnahmen aus 1987 und 1994 ergibt sich folgendes Bild:

An der Westseite zeigen sich vergleichsweise geringe Fluktuationen. Die wenigen 1987 durchgeführten Aufnahmen repräsentieren komplett die heutige Verbreitung. Dagegen zeigen die erheblich zahlreicheren Aufnahmen 1994, dass der SSH damals an vielen Stellen fehlte, an denen er heute wächst. Umgekehrt wurde der SSH 1994 in keiner einzigen Aufnahme dokumentiert, in deren Bereich er heute nicht mehr wächst.

Im Ochsenmoor deckt sich jeweils bei der deutlichen Mehrheit der Aufnahmen 1987 und 1994 das Vorkommen bzw. Fehlen des SSH mit den aktuellen Wuchsbereichen. Die Zahl der Aufnahmen mit SSH 1987 bzw. 1994 in Bereichen, in denen er 2008 nicht mehr gefunden wurde, ist jeweils deutlich geringer als der Fall, dass Aufnahmen ohne SSH in heutigen Wuchsbereichen liegen.

Tabelle 18: Anzahl der Vegetationsaufnahmen (VA) 1987 und 1994 mit bzw. ohne Vorkommen des SSH und Lage der VA innerhalb bzw. außerhalb der Wuchsbereiche des SSH 2008.

<b>Ochsenmoor</b>	innerhalb Wuchsbereich	außerhalb Wuchsbereich	<b>Ochsenmoor</b>	innerhalb Wuchsbereich	außerhalb Wuchsbereich
VA 1987 mit	5	3	VA 1994 mit	26	7
VA 1987 ohne	7	72	VA 1994 ohne	27	259
<b>Westseite</b>	innerhalb Wuchsbereich	außerhalb Wuchsbereich	<b>Westseite</b>	innerhalb Wuchsbereich	außerhalb Wuchsbereich
VA 1987 mit	7	0	VA 1994 mit	8	0
VA 1987 ohne	0	8	VA 1994 ohne	16	29

#### 4.2.1.5 Asseler Sand

Auf dem Asseler Sand zeigen sich im Vergleich der flächendeckenden Kartierungen 2007 und 2010 deutliche Veränderungen (Abb. 46). Der Anteil der Flächen, in denen der SSH nicht oder nur in sehr geringen Dichten ( $< 1$  Spross/m<sup>2</sup>) nachgewiesen wurde, ist deutlich gestiegen. Zurückgegangen sind dafür insbesondere Flächen mit 1-3 Sprossen/m<sup>2</sup>, die dort auch abseits der Gruppen wachsen (2007: 148,7 ha; 2010: 55,2 ha). Flächen mit sehr hohen Dichten ( $> 30$  Sprosse/m<sup>2</sup>) sind von 58,6 ha (2007) auf 53,5 ha (2010) zurückgegangen, in ähnlichem Umfang haben aber Flächen mit 11-30 Sprossen/m<sup>2</sup> zugenommen.

Nach übereinstimmenden Aussagen aller Gebietskenner sind die Veränderungen teils Folge von Bekämpfungsmaßnahmen und insgesamt intensiverer Nutzung, teils auch durch die Witterung bedingt. Aufgrund des kalten und lang anhaltenden Winters 2009/2010 und zahlreichen Spätfrösten im Frühjahr 2010 entwickelte sich der SSH verspätet und vielfach kümmerlich; Frostschäden waren bei der Erfassung häufig zu erkennen.

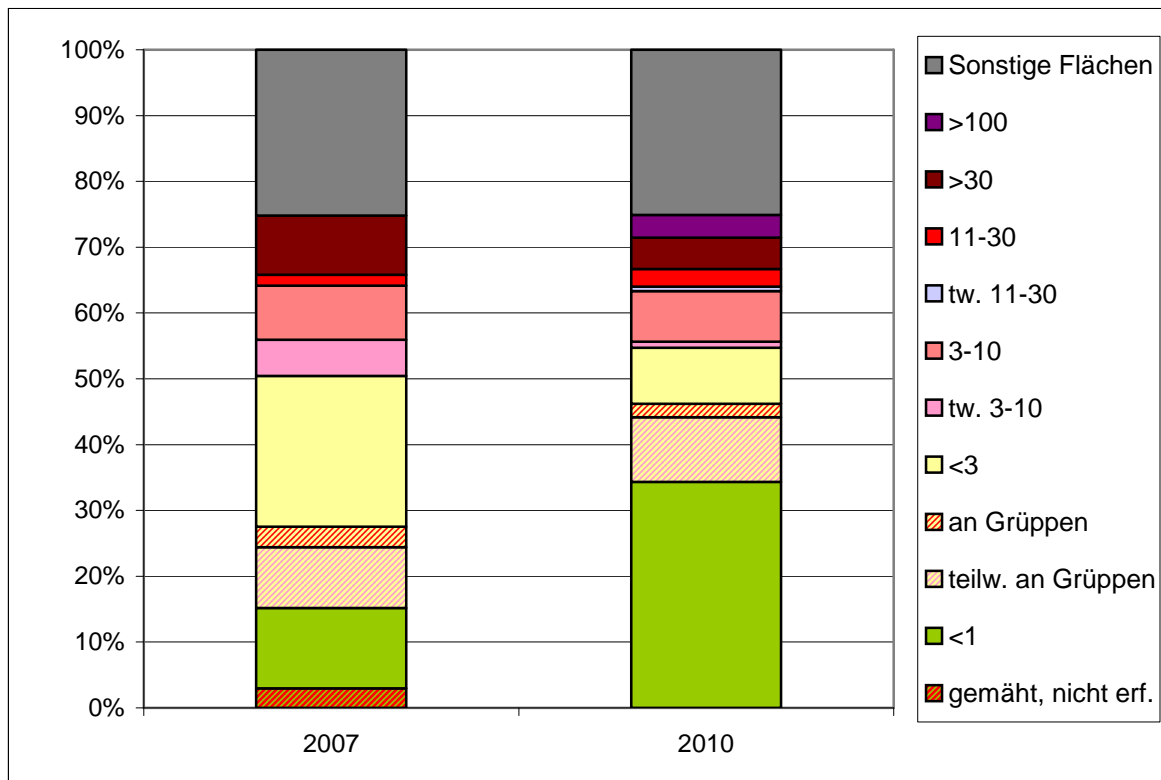


Abbildung 46: Flächenanteile mit unterschiedlichen Wuchsdichten des SSH im NSG Asseler Sand im Frühjahr 2007 (Kartierung NLWKN/A. Most) im Vergleich mit 2010 (eig. Erhebungen). Die Unterteilung zwischen  $>30$  Sprossen/m<sup>2</sup> und  $>100$  Sprossen/m<sup>2</sup> wurde nur 2010 vorgenommen.

Der SSH besiedelt dabei alle auf dem Asseler Sand vorkommenden Grünlandtypen, Grünländer mit hohen Bestandsdichten des SSH sind dabei aber nicht gleichmäßig auf die Grünland-Biotypen verteilt (Abb. 47). Hohe bis sehr hohe Wuchsdichten treten besonders häufig in Flutrasen und mesophilen Grünländern auf, aber auch in Intensivgrünländern mit Übergängen zu Flutrasen. Einzelne besonders nasse und lange überstaute Flutrasen sind hingegen in nur geringen Dichten besiedelt. Intensivgrünland ohne Übergänge zu anderen Biotypen bzw. mit Übergängen zum mesophilen Grünland weist überwiegend geringe bis mittlere Wuchsdichten (maximal 10 Halme/m<sup>2</sup>) auf. Insgesamt sind vegetationskundlich wertvollere Flächen überproportional stark von hohen SSH-Dichten betroffen, darunter auch die Schachblumenwiesen.

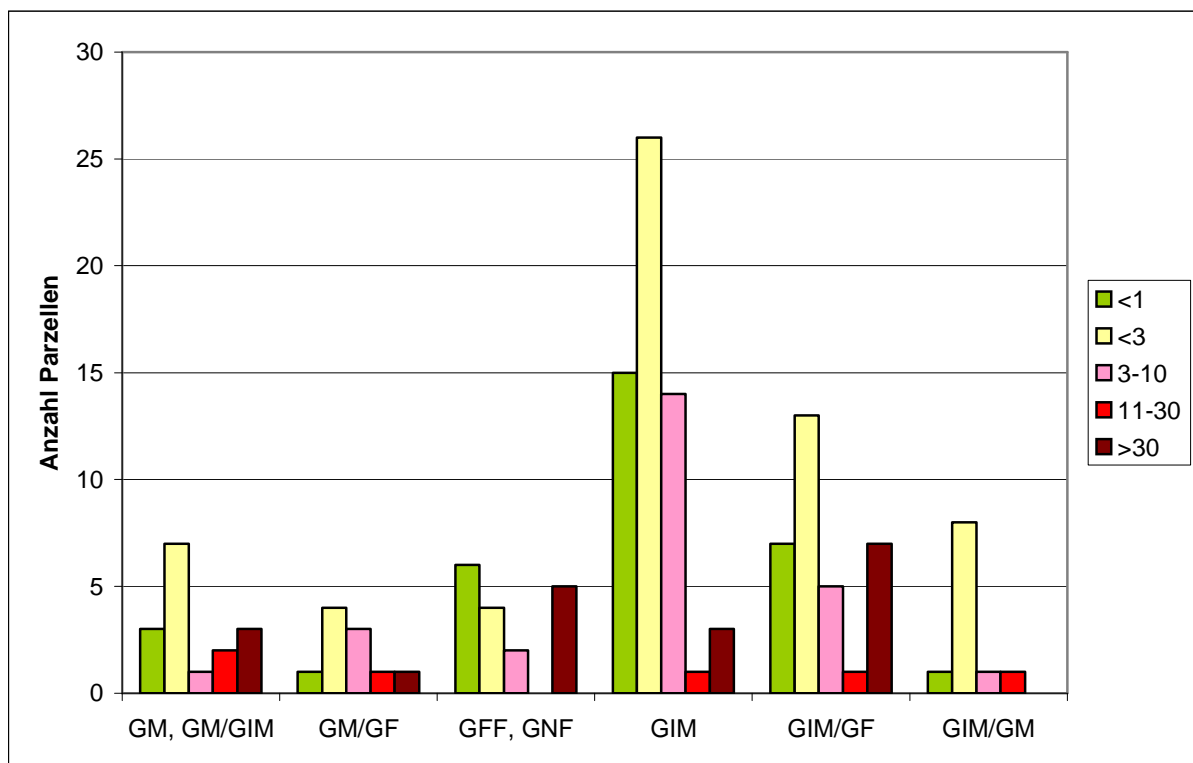


Abbildung 47: Wuchsdichten des SSH in den verschiedenen Grünland-Biotypen des Asseler Sandes nach Kartierergebnissen aus dem Frühjahr 2007 (Kartierung NLWKN/A. Most).

Die Kategorien „an Gruppen“ bzw. „teilweise an Gruppen“ wurden der Wuchsdichte 1-3 Halme/m<sup>2</sup> zugeordnet, stellenweises Vorkommen (3-10 bzw. 11-30 Halme/m<sup>2</sup>) mit einem Vorkommen auf ganzer Fläche in entsprechender Dichte gleichgesetzt. Biotypenkürzel nach VON DRACHENFELS (2004), z.T. zusammengefasst: 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). Kürzel hinter Schrägstrichen: Übergang zu bzw. Anteile von diesem Biotyp enthalten.

Hinsichtlich der Nutzungsarten gibt es keine eindeutigen Unterschiede (Abb. 48); hohe bis sehr hohe Dichten sind aber besonders auf Weiden zu finden, Dichten von 3-10 Halmen/m<sup>2</sup> allerdings auch anteilig sehr stark auf Mähweiden.

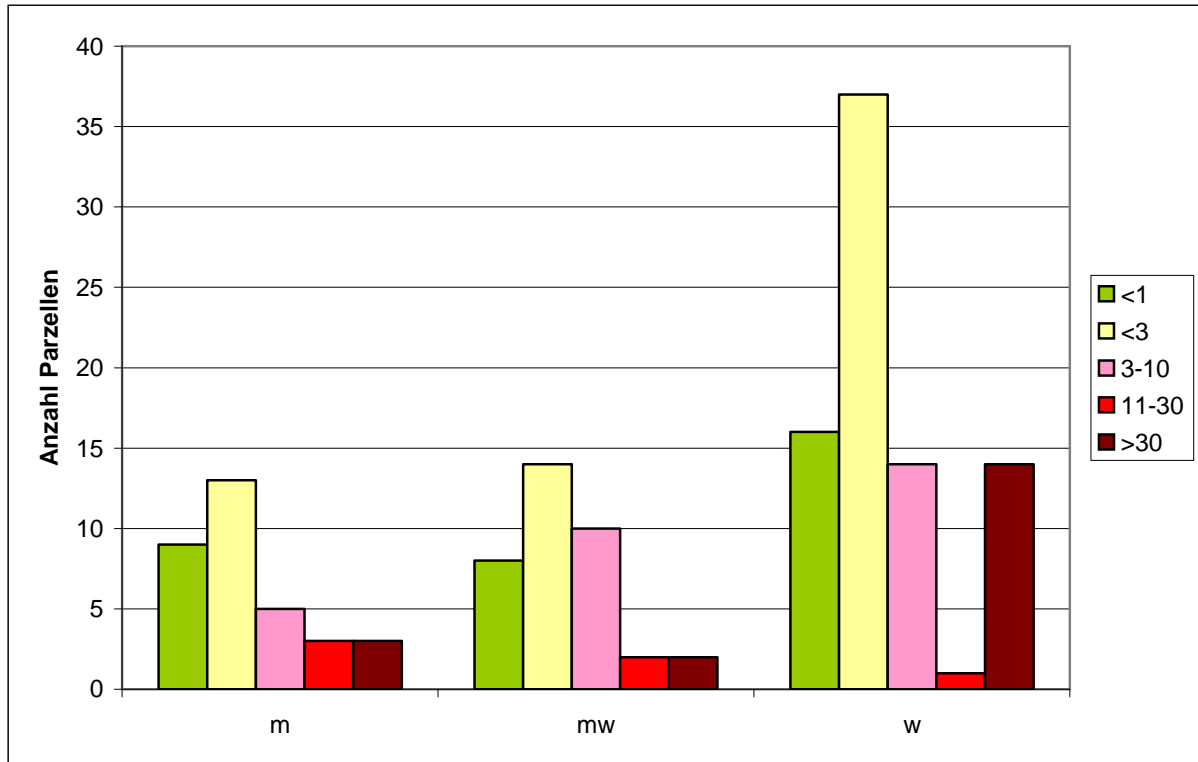


Abbildung 48: Wuchsdichten des SSH in verschiedenen Grünland-Nutzungstypen des Asseler Sandes nach Kartierergebnissen aus dem Frühjahr 2007 und Nutzungsdaten aus den Vorjahren (Kartierung NLWKN/A. Most). m = Mähwiese, w = Weide, mw = Mähweide.

## 4.2.2 Biotopkartierung und Pflanzenartenerfassung

Die folgenden Beschreibungen beziehen neben den speziell angefertigten Geländebögen zur Biotopkartierung die Aufnahmen der Dauerbeobachtungsflächen (alle Originaldaten siehe Anhang) mit ein; aus letzteren wurden insbesondere Artenzahlen auf 25 m<sup>2</sup> sowie Krautanteile abgeleitet.

### 4.2.2.1 Ochsenmoor

#### Rinderbeweidungsversuch

Diese Parzelle weist einen für das Ochsenmoor außergewöhnlichen Vegetationsbestand auf: Großflächig dominiert *Carex acutiformis*. Dieses Sumpfseggenried wurde in der Vegetationskartierung von BLÜML (2011) mit den Schlankseggenrieden (*Caricetum gracilis*) zusammengefasst (Biotoptyp NSGm §, vgl. Abb. 49). *Carex acutiformis* tritt im Ochsenmoor zwar zunehmend häufig in Erscheinung, ist aber bislang auf keiner anderen Fläche bestandsbildend.

Weitere Kennarten der Seggenriede fehlen dagegen, statt dessen ist *Holcus lanatus* co-dominant. Weiterhin haben für Wirtschaftsgrünländer typische Arten wie *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *P. trivialis* und *Taraxacum officinale* agg. hohe Anteile; als Beweidungszeiger ist zudem *Trifolium repens* häufig. Daneben sind Arten der Feuchtgrünländer wie *Galium palustre*, *G. uliginosum* und *Silene flos-cuculi* zahlreich vertreten. Mit 18-24 Arten/25 m<sup>2</sup> (2010: bis 28 Arten/25 m<sup>2</sup>) war die Fläche mäßig artenreich bis stellenweise artenreich.

### **Pferdebeweidungsversuch**

Die Parzelle hat überwiegend Flutrasencharakter (GFF/GINmw (§), der sich 2009 in hohen bis dominanten Anteilen von *Agrostis stolonifera* und *Ranunculus repens*, stellenweise auch *Alopecurus geniculatus* zeigte und 2010 insgesamt deutlich schwächer zur Geltung kam. In geringen Anteilen war auch *Glyceria fluitans* vertreten. Typische, vermutlich ehemals stärker zur Geltung gekommene Elemente der Weidelgras-Weißklee-Weiden waren *Lolium perenne* und *Trifolium repens*. Besonders 2010 erlangte *Holcus lanatus* bereichsweise Dominanz, als weiterer Aushagerungszeiger war *Anthoxanthum odoratum* sehr zahlreich vertreten und als weitere Art mesophiler Grünländer *Rumex acetosa*. Mit 16-23 Arten/25 m<sup>2</sup> ist die Fläche insgesamt mäßig artenreich. Vereinzelt kam *Centaurea jacea* (RL V) vor, im nördlichen Randbereich auch *Caltha palustris* (RL 3), die zu der nördlich angrenzenden Sumpfdotterblumen-Wiese vermittelt.

### **Schafbeweidungsversuch**

Für diesen Versuch wurde eine stark von *Deschampsia cespitosa* beherrschte Feuchtwiesenparzelle ausgewählt. Auf der mit einem deutlichen Mikrorelief ausgestatteten Fläche herrschen in tieferen Bereichen Flutrasen mit Dominanz von *Agrostis stolonifera* und *Ranunculus repens* sowie mit *Alopecurus geniculatus*, *Glyceria fluitans*, *Phalaris arundinacea*, *Potentilla anserina* und *Ranunculus flammula* vor (Biotoptyp GFS/GFFm- §, vgl. Abb. 51). Auf höher gelegenen Bereichen tritt neben *Deschampsia cespitosa* vor allem *Holcus lanatus* in den Vordergrund. Daneben kommen dort mit *Caltha palustris* und *Senecio aquaticus* (beide RL 3) zwei Kennarten der Sumpfdotterblumen-Wiesen vor. Weitere für Feuchtwiesen typische Arten sind *Galium palustre*, *G. uliginosum* und *Lotus pedunculatus*. Als Beweidungszeiger ist *Trifolium repens* relativ zahlreich. Die Artenzahl schwankt zwischen 12 und 25 Arten/25 m<sup>2</sup>, insgesamt ist auch diese Fläche mäßig artenreich.

## **4.2.2.2 Boller Moor**

### **Unterschneidungsversuch**

Die Versuchsfläche zur Unterschneidung ist Teil einer größeren Feuchtwiese, die durch die GLL/Staatliche Moorverwaltung gepflegt wird. Abseits des Versuches ist eine mäßig nährstoffreiche Nasswiese in hervorragender Ausbildung vorhanden (GNMm+§, s. Abb. 52). Diese weist u.a. große Bestände von *Caltha palustris* (RL 3) und *Dactylorhiza majalis* (RL 2) auf. Der Unterschneidungsversuch wurde bewusst in ca. 30 m Abstand hierzu in einem vegetationskundlich deutlich geringwertigeren Bereich angelegt, für die Referenzflächen gilt entsprechendes.

Die Vegetation hat hier vorwiegend Flutrasen-Charakter (GFF/GINm (§)). Bestandsbildende Arten sind *Agrostis stolonifera*, *Equisetum palustre* und *Ranunculus repens*; außerdem erlangen teils *Anthoxanthum odoratum*, *Holcus lanatus*, *Lolium perenne* und *Poa trivialis* hohe Anteile. Der Krautanteil ist insgesamt hoch, schwankt aber zwischen den einzelnen DBF stark (2009: 11-49 %).

### **Durchschneidungs- und Nachsaatversuch**

Die Versuchsfläche zur Durchschneidung und Nachsaat besteht aus artenarmem Intensivgrünland (GINm, Abb. 53), das stellenweise Anklänge an Flutrasen aufweist. Vorherrschende Gräser waren hier vor der Nachsaat *Holcus lanatus* und *Poa trivialis*, die nach der Nachsaat (Artenzusammensetzung des Saatgutes siehe LWK NIEDERSACHSEN & NLWKN in Vorber.) weiterhin hohe Anteile hatten. Bereichsweise kommt viel *Ranunculus repens* hinzu. Als Kennart mesophilen Grünlands sind *Cardamine pratensis* und *Rumex*

*acetosa* häufig. Die Fläche ist mit Stickstoff- und Störzeigern durchsetzt, vor allem viel *Cirsium arvense*.

#### 4.2.2.3 Asseler Sand

Auf dem Asseler Sand wurde eine Parzelle mit artenarmem Intensivgrünland (GIM) als Versuchsfläche ausgewählt.

Der 1. Teilbereich (mit Auszäunung) repräsentiert eine typische Wiesenfuchsschanz-Wiese (*Alopecuretum pratensis*) auf nährstoffreichem Standort (GIMm, vgl. Abb. 54). Neben dem großflächig dominant auftretenden *Alopecurus pratensis* sind hier *Bromus hordeaceus*, *Poa trivialis*, *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale* und *Trifolium repens* prägend. Zahlreich vertreten sind außerdem die Feuchtezeiger *Agrostis stolonifera* und *Alopecurus geniculatus*. Als Kennarten mesophiler Grünländer sind *Ranunculus acris* und *Trifolium pratense* ebenfalls zahlreich vorhanden. Das Grünland ist hier insgesamt mäßig artenreich (17-21 Arten/25 m<sup>2</sup>), aufgrund von nur zwei zahlreich auftretenden GM-Kennarten aber nicht als mesophil im Sinne des Kartierschlüssels zu klassifizieren (vgl. VON DRACHENFELS 2004). Mit ca. 20 % bis über 40 % Krautanteil in den DBF ist das Grünland hier als kräuterreich zu bezeichnen, wobei *Ranunculus acris*, *R. repens* und *Taraxacum officinale* die Hauptanteile stellen. In Grüppennähe wächst auf dieser Parzelle vereinzelt *Fritillaria meleagris* (RL 3) sowie etwas *Ranunculus auricomus* (RL V); für den Versuch wurde aber bewusst ein Parzellenteil ohne Schachblumen-Vorkommen ausgewählt.

Der 2. Teilbereich (beweidet) wurde ebenfalls als artenarmes Intensivgrünland (GIM) klassifiziert (Abb. 55). Auch hier dominiert der Wiesenfuchsschwanz-Aspekt. Diese Fläche ist stark von relativ schmalen Grüppen-Beet-Strukturen geprägt, wirkt dennoch aber insgesamt einheitlicher. Sie ist etwas artenärmer (15-19 Arten/25 m) und insgesamt krautärmer (5-9 % Krautanteil). Jedoch ist *Cardamine pratensis* hier deutlich häufiger als in der erstgenannten Teilfläche. Vermutlich durch Einsaat treten hier die Grasarten *Lolium perenne* und *Phleum pratense* in z.T. mäßig hohen Anteilen auf. Ansonsten ist hier das Artenspektrum dem der anderen Teilfläche ähnlich. In Grüppennähe sind Arten der Flutrasen häufiger, neben *Agrostis stolonifera* und *Alopecurus geniculatus* vereinzelt auch *Glyceria fluitans* und *Ranunculus flammula*. Insgesamt zahlreich vertreten ist im Gegensatz zur erstgenannten Teilfläche *Ranunculus ficaria*.

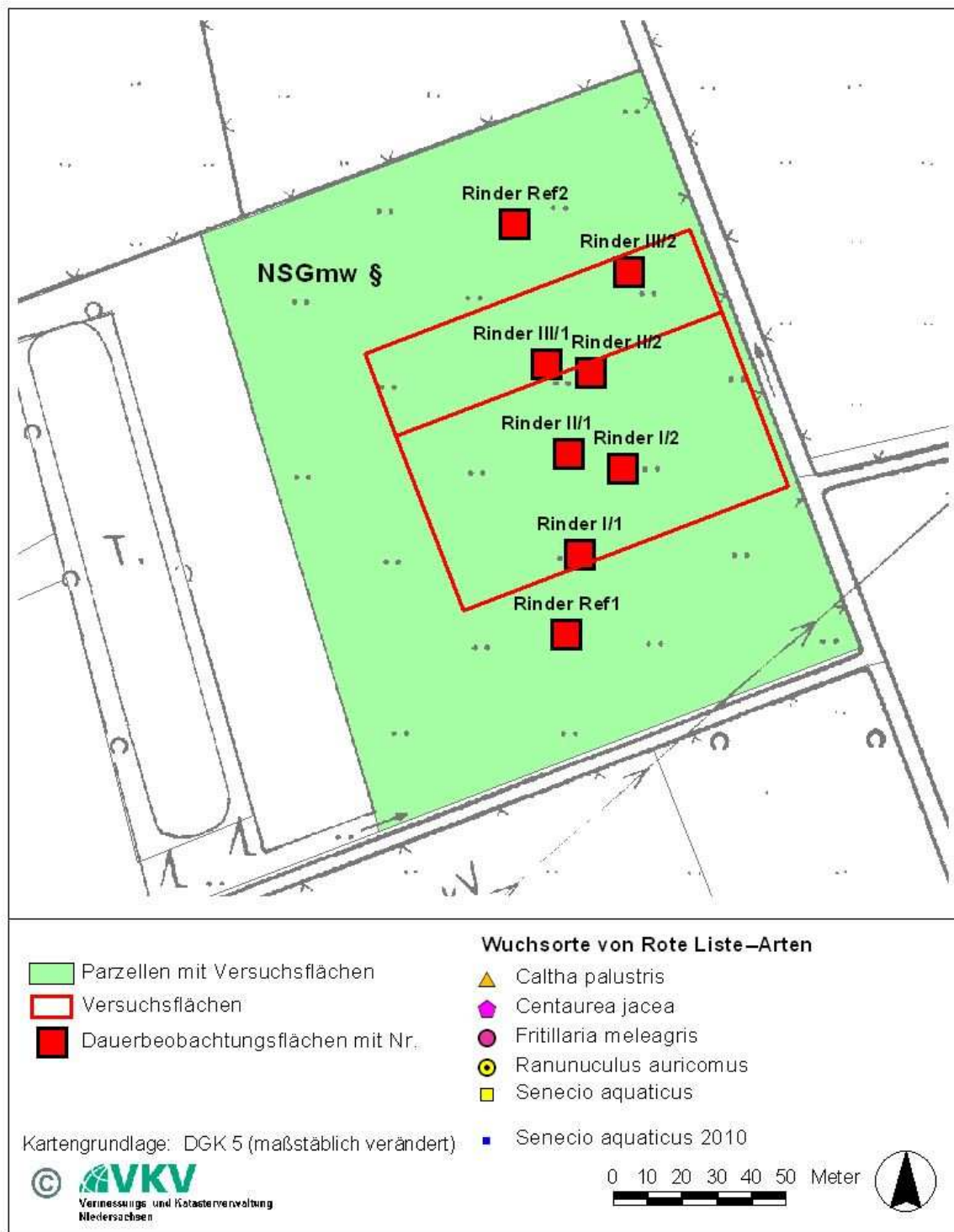


Abbildung 49: Biotoptypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Rinderbeweidungsversuch Ochsenmoor. (zur Lage des Versuches s. Abb. 8)



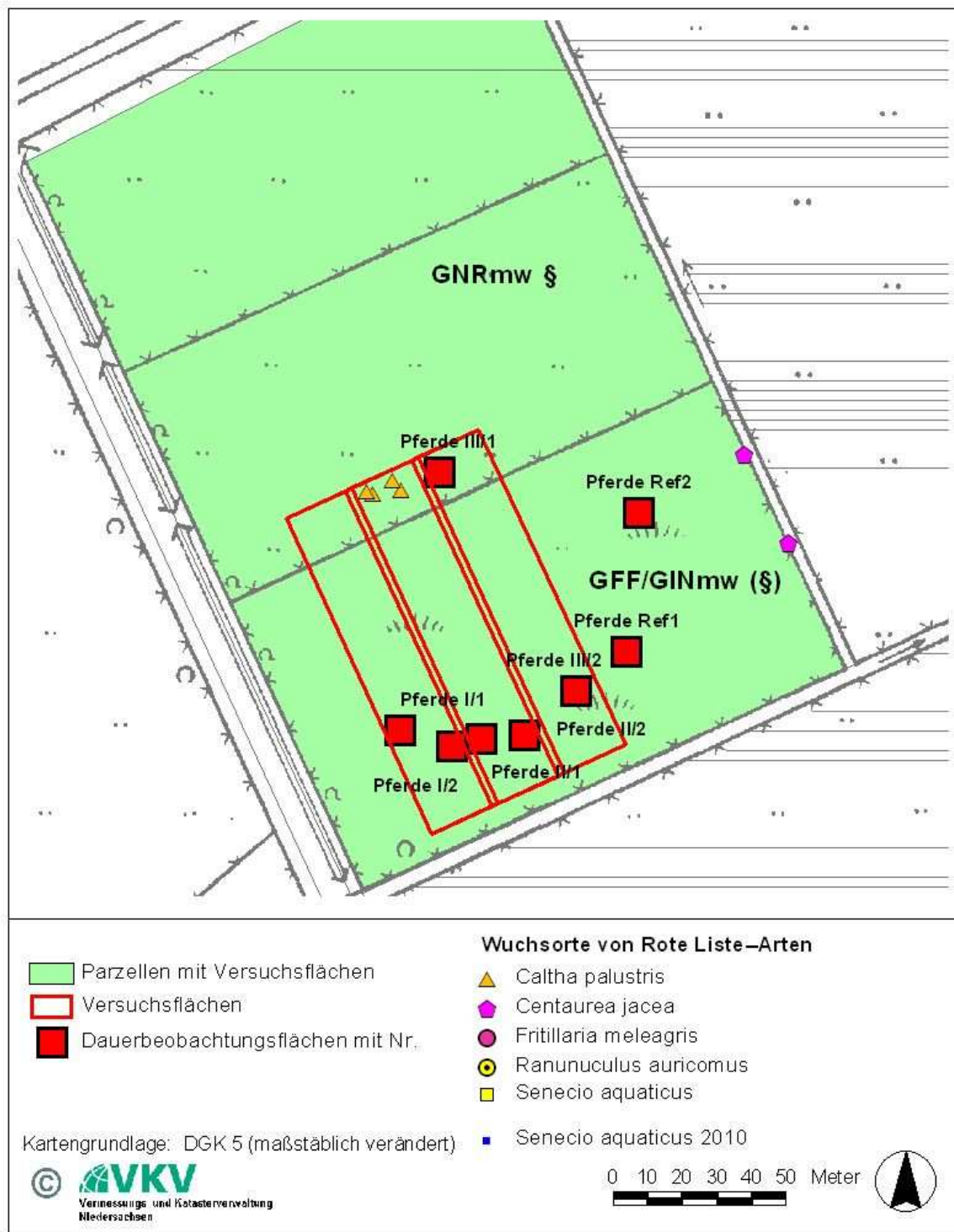


Abbildung 50: Biototypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Pferdebeweidungsversuch Ochsenmoor. (zur Lage des Versuches s. Abb. 8)

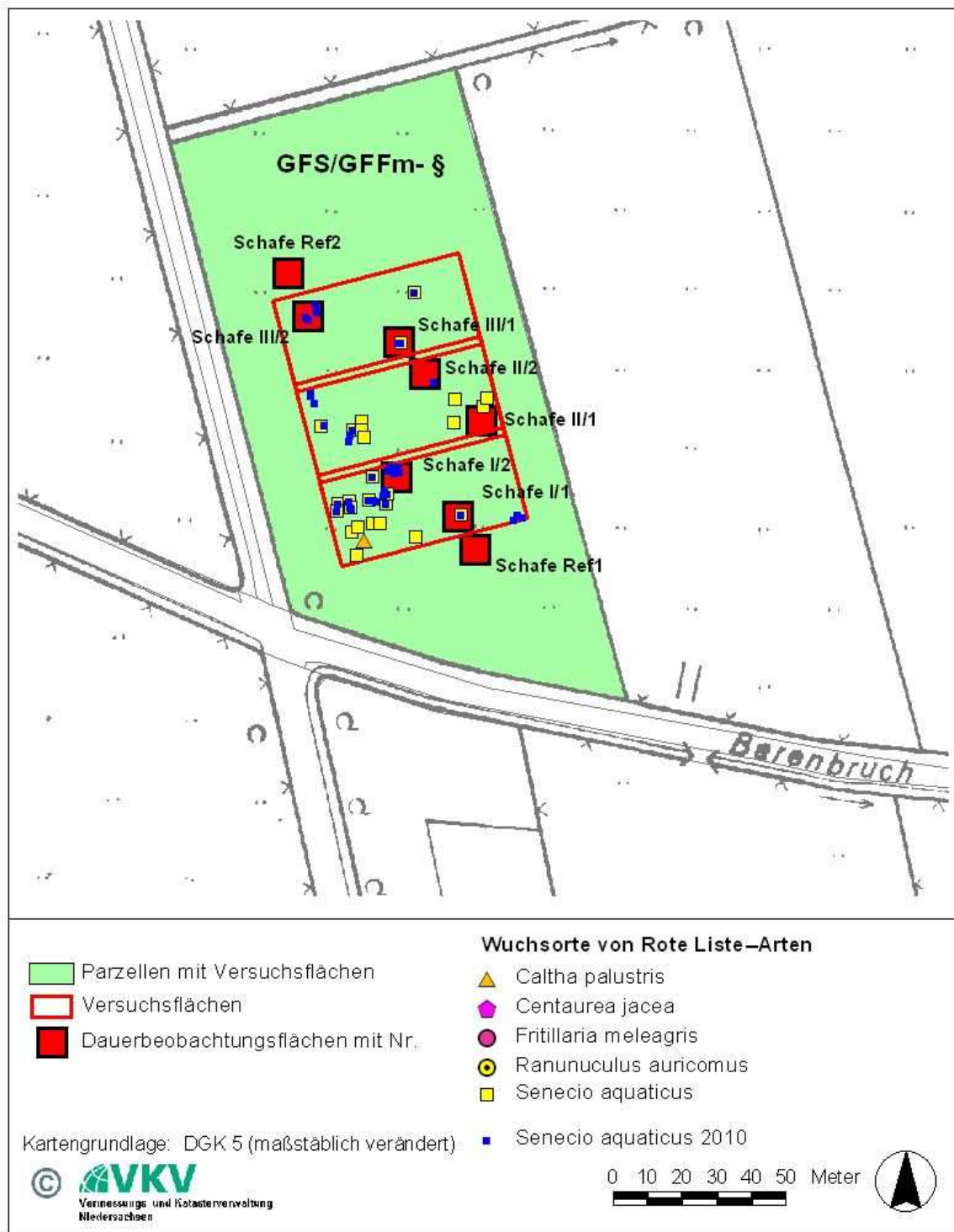


Abbildung 51: Biotoptypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Schafbeweidungsversuch Ochsenmoor. Für *Senecio aquaticus* ist neben der Erfassung 2009 auch eine Wiederholungsaufnahme 2010 dargestellt. (zur Lage des Versuches s. Abb. 8)

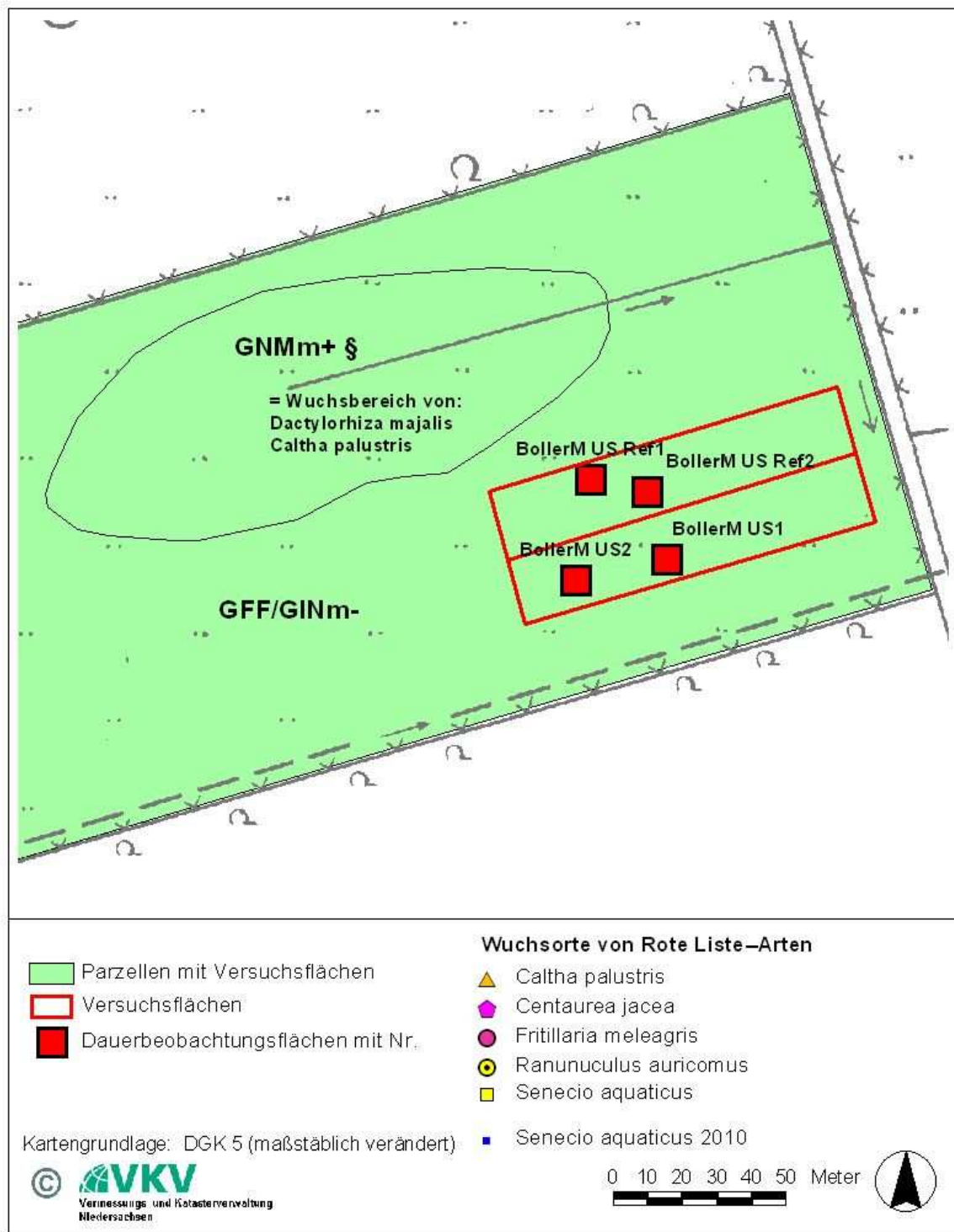


Abbildung 52: Biototypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Unterschneidungsversuch Boller Moor. (zur Lage des Versuches s. Abb. 9)

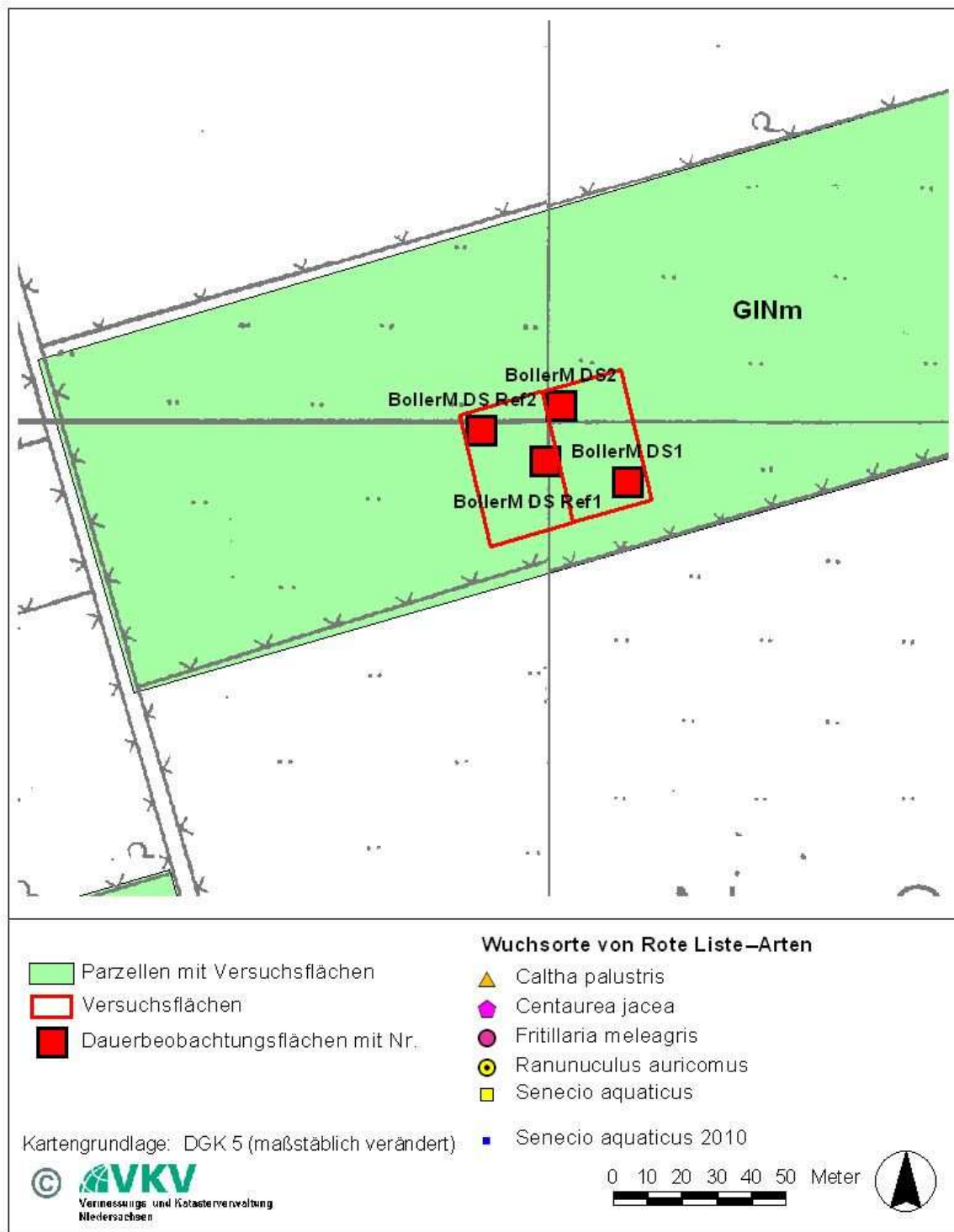


Abbildung 53: Biotoptypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Durchschneidungs- und Nachsaatversuch Boller Moor. (zur Lage des Versuches s. Abb. 9)

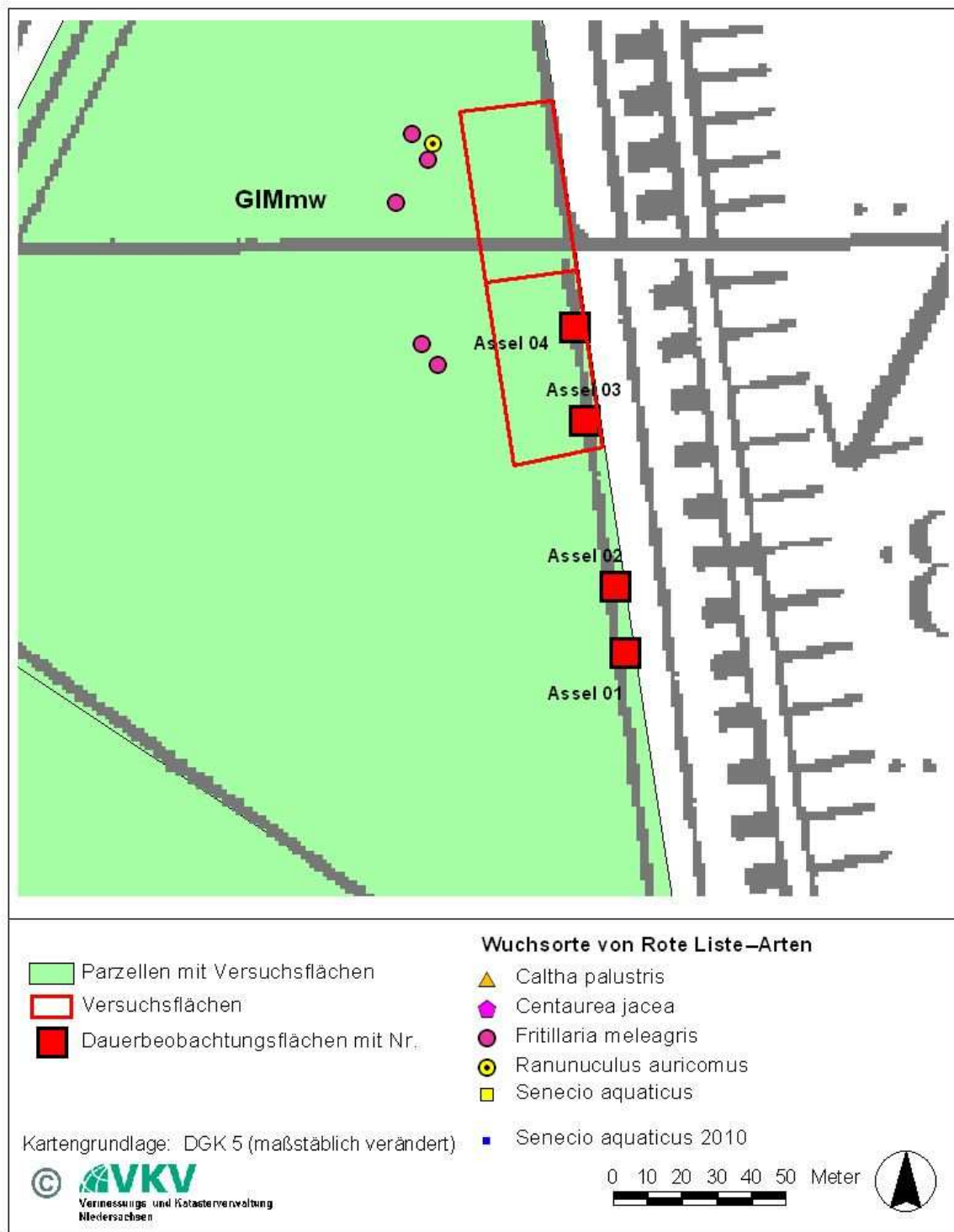


Abbildung 54: Biotoptypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Unterschneidungsversuch Asseler Sand, Teil 1. (zur Lage des Versuches s. Abb. 10)



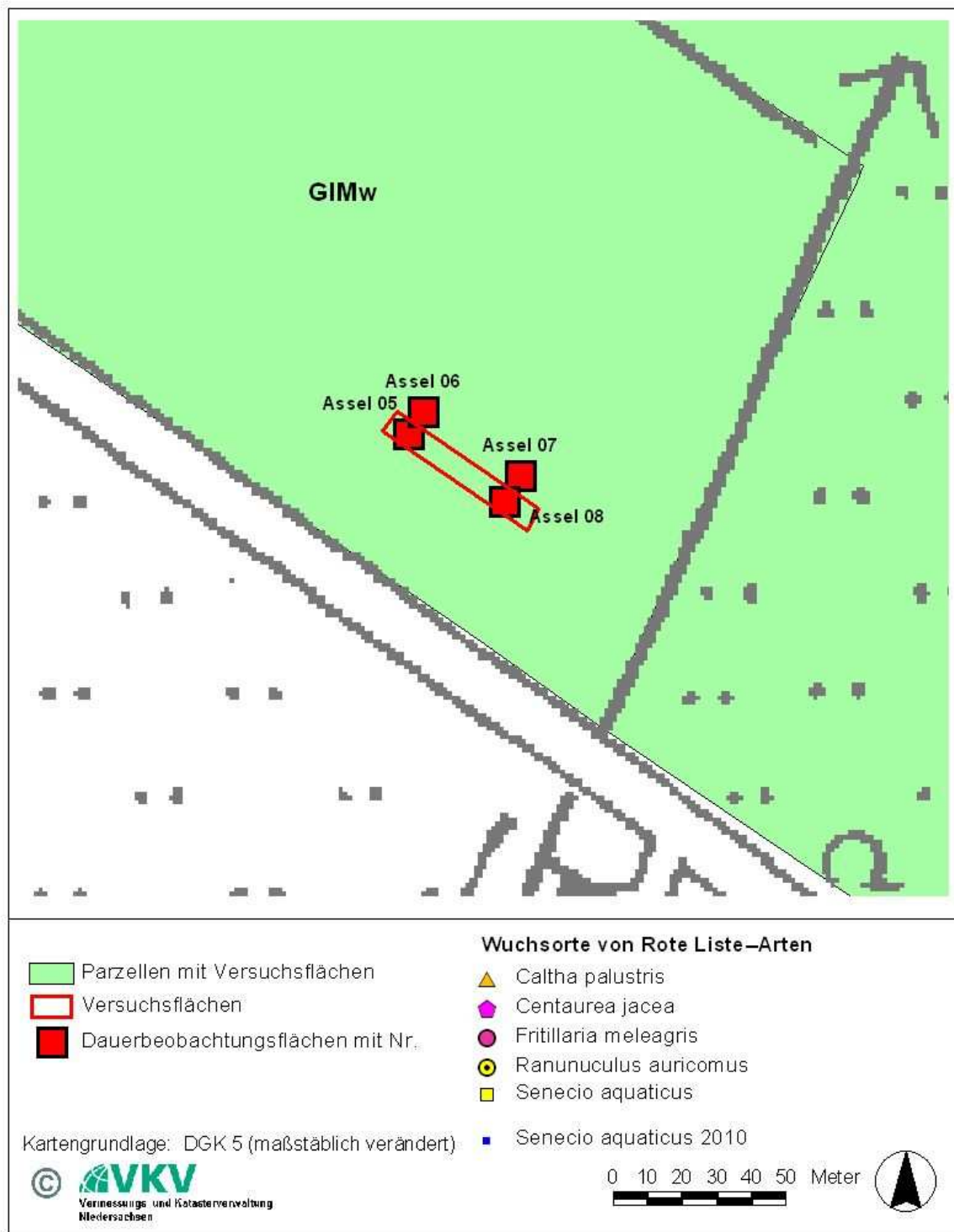


Abbildung 55: Biotoptypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Überschneidungsversuch Asseler Sand, Teil 2. (zur Lage des Versuches s. Abb. 10)

## **4.2.3 Dauerbeobachtungsflächen**

### **4.2.3.1 Generelle Unterschiede zwischen den Untersuchungsjahren**

Der SSH war 2010 in allen DBF in geringerer Deckung vertreten als 2009. Deutliche Rückgänge betreffen neben den Versuchsflächen aber auch die Referenzflächen, die Rückgänge sind jedoch insbesondere in den Unterschneidungsflächen zumeist stärker. Details sind LWK NIEDERSACHSEN & NLWKN (vgl. 4.1) zu entnehmen, da der SSH auf 1 m<sup>2</sup> großen Probeflächen noch erheblich genauer erfasst wurde als durch die Deckungsgradschätzungen für die DBF.

2010 wurden mit Ausnahme des Schafbeweidungsversuches im Ochsenmoor insgesamt etwas höhere Artenzahlen registriert als 2009; hierbei sind aber mögliche phänologische Unterschiede zu beachten. Die Erhöhung der Artenzahlen vollzog sich naturgemäß nicht gleichmäßig in allen DBF. Unterschiede zwischen Beweidungs- und Referenzflächen sowie den im Frühjahr 2010 zusätzlich unterschrittenen Versuchsflächen sind jedoch nicht erkennbar. 2011 stiegen die Artenzahlen in einzelnen DBF des Rinderbeweidungsversuches im Ochsenmoor deutlich an; dies betrifft sowohl beweidete sowie im Frühjahr 2011 (erneut) unterschrittene Bereiche, als auch die Referenzflächen. Im Boller Moor setzten sich schon im Vergleich von 2009 zu 2010 positive Trends bei den Artenzahlen in jeweils einer Unterschneidungs- und einer Referenzfläche fort. Auf dem Asseler Sand sind hingegen naturgemäß leicht schwankende, insgesamt aber sich nicht gerichtet verändernde Artenzahlen zu verzeichnen.

Die gewichteten Zeigerwertmittel zeigen überwiegend nur geringe Veränderungen: Die Feuchtezahlen waren im Ochsenmoor in allen drei Versuchen niedriger, wobei die Mittelwerte um 0,1 (Rinder-), 0,3 (Pferde-) bzw. 0,2 Punkte (Schafbeweidungsversuch, jeweils incl. Referenzflächen) vom Vorjahr abwichen. Im Boller Moor fällt der Rückgang mit 0,6 Punkten besonders deutlich aus (0,5 im Unterschneidungs- und 0,7 im Durchschneidungsversuch). Auf dem Asseler Sand gingen die Feuchtezahlen im Mittel um 0,2 zurück.

Die mittleren Stickstoffzahlen sanken in den Flächen des Pferde- und des Schafbeweidungsversuches im Ochsenmoor um jeweils 0,5 Punkte. Im Boller Moor stiegen sie um im Mittel 0,7 Punkte (Unterschneidung 0,5, Durchschneidung 0,9). Ansonsten waren keine Änderungen zu verzeichnen. In den meisten Fällen änderten sich proportional zu den Stickstoffzahlen auch die Werte für die Mahdverträglichkeit.

2011 stellten sich die Werte der erneut aufgenommenen Flächen sehr ähnlich denen aus 2010 dar. Gerichtete Trends im dreijährigen Untersuchungszeitraum sind nicht erkennbar.

### **4.2.3.2 Unterschneidungsversuchem**

Generell führten Unterschneidungen zu leichten bis mäßigen Schädigungen der Grasnarbe. In den Vegetationsaufnahmen drückt sich dies durch herabgesetzte Werte für die Gesamtdeckung aus, wobei diese aber zumeist um weniger als 10 Prozentpunkte niedriger ist als in den nicht unterschrittenen Flächen. Die Vegetation war insgesamt schütterer mit zumeist geringeren mittleren und maximalen Vegetationshöhen und einer geringeren Vegetationsdichte.

#### **Zweijährige Unterschneidungsversuche im Boller Moor**

Im Unterschneidungsversuch im Boller Moor zeigen sich auf den Unterschneidungs- wie auf den zugehörigen Referenzflächen 2010 durchweg deutlich höhere Artenzahlen (Steigerung um drei bis fünf Arten gegenüber 2009). Unterschiede zwischen Unterschneidungs- und Referenzflächen bestehen dabei offensichtlich nicht. Bis 2011 erhöhten sich die Artenzahlen



in einer Versuchs- und einer Referenz-DBF weiter. In der Deckung durchweg deutlich abgenommen haben neben *Equisetum palustre* vor allem *Agrostis stolonifera* und *Ranunculus repens*, zugenommen dagegen haben *Lolium perenne* und *Poa trivialis*. Hierin zeigen sich aber offensichtlich kurzfristige, witterungsbedingte Fluktuationen, denn in 2011 deuten sich bereits wieder umgekehrte Verschiebungen in den Deckungsgraden an. Diese zeigen keine 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 (*Ajuga reptans*, *Cirsium palustre*, *Galium uliginosum*, *Juncus articulatus*, *Ranunculus acris*).

Eine Ansiedlung oder Zunahme von ausgesprochenen Stickstoff- sowie Störzeigern ist, abgesehen von *Lolium perenne*, hingegen nicht festzustellen. Lediglich in der Referenzfläche Ref2 hat 2011 *Cirsium arvense* stark zugenommen.

### **Dreijährige Unterschneidungsversuche auf dem Asseler Sand**

Auf dem Asseler Sand sind die Artenzahlen im Wesentlichen konstant geblieben; jedoch wiesen die beiden DBF im Unterschneidungs-/Beweidungsversuch 2010 drei bzw. vier Arten mehr auf als 2009; 2011 stabilisierten sich die Artenzahlen des Vorjahres weitgehend. Die zugehörigen Referenzflächen zeigten keine deutlichen Veränderungen.

Es sind generell Abnahmen bei *Equisetum palustre*, *Phleum pratense* und bei einzelnen Nässezeigern wie *Glyceria fluitans* zu verzeichnen. Zugenommen haben vor allem *Lolium perenne* und *Taraxacum officinale*, letztgenannte Art jedoch nur vorübergehend 2010 mit einem darauffolgenden Rückgang in 2011. Ausfälle von *Ranunculus flammula* betreffen zwei unterschchnittene DBF, aber auch zwei Referenzflächen.

In den unterschrittenen Flächen trat *Plantago major* vorübergehend 2010 in zwei DBF neu auf, verschwand dagegen aus zwei Referenzflächen. *Cirsium arvense* nahm in einer Unterschneidungsfläche, aber auch in zwei Referenzflächen deutlich zu.

Wesentliche Unterschiede in der Vegetationsentwicklung zwischen Unterschneidungs- und Referenzflächen sind nicht zu belegen.

### **Ein- und zweijährige Unterschneidungsversuche im Ochsenmoor**

Die generellen Entwicklungen im Ochsenmoor sind unter den Beweidungsversuchen abgehandelt (s.o.), da die Unterschneidungen nur 2010 für 25 % der DBF wirksam waren und nur 2011 im Rinderbeweidungsversuch auch die Wirkungen zweijähriger Unterschneidungen untersucht wurden.

In den unterschrittenen Flächen vor allem der Rinderbeweidungsfläche waren 2010 und 2011 überwiegend geringere Gesamtdeckungswerte festzustellen, die aus der Unterschneidung resultieren. Die Artenzahlen stiegen unterdessen aber 2010 gegenüber 2009 und teils nochmals in 2011. Hier war *Trifolium repens* 2010 durchweg häufiger als im Vorjahr, während diese Art in den übrigen DBF konstant blieb.

Eine Schädigung empfindlicher Kräuter ist auch hier nicht zu verzeichnen. Im Rinderbeweidungsversuch zeigten beide *Galium*-Arten 2011 in den teils einmal, teils zwei Jahre nacheinander unterschrittenen Bereichen sogar leichte Zunahmen in Stetigkeit und Deckung.

Innerhalb der Schafbeweidungsfläche fielen in den unterschrittenen Flächen einmal bzw. in beiden Fällen *Ajuga reptans* und *Lotus pedunculatus* aus. Dagegen sind u.a. bei *Galium palustre* und *G. uliginosum* keine Rückgänge zu konstatieren.

#### 4.2.3.3 Beweidungsversuche

##### Rinderbeweidung

In der Rinderversuchsfläche nahmen die Artenzahlen tendenziell zu, dieser Trend setzte sich von 2010 zu 2011 fort. Die Deckungsgrade der überwiegend co-dominant auftretenden *Carex acutiformis* waren 2010 teils um eine Schätzklasse niedriger als 2009; dieser Rückgang betrifft allerdings zwei Referenzflächen ebenso wie zwei im Beweidungsversuch liegende DBF. Deutlich stärkere Rückgänge der Seggenanteile in den intensiv beweideten sowie unterschrittenen Teilbereichen zeichnen sich kurzfristig nicht ab.

Rückgangstendenzen zeigten außerdem – neben *Equisetum palustre* - *Festuca pratensis* und *Ranunculus repens*. Mehrfach trat *Juncus effusus* 2010 neu auf, dagegen wurde *Phalaris arundinacea* etwas seltener. *Trifolium repens* nahm nur in den drei unterschrittenen DBF 2010 zu. *Juncus effusus* trat 2011 zudem in einer der beiden Referenzflächen neu auf.

Eine Schädigung empfindlicherer Arten wie z.B. *Galium palustre*, *G. uliginosum*, *Lotus pedunculatus* und *Silene flos-cuculi* deutet 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 leicht zu.

In fast allen DBF nahmen die für Flutrasen kennzeichnenden Arten *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus geniculatus* und *Ranunculus repens* deutlich ab, im Gegenzug dafür *Holcus lanatus* stark zu. *Festuca pratensis* wurde 2009 überhaupt nicht, 2010 dagegen in allen DBF registriert; dies könnte aber auch durch phänologische Unterschiede bedingt sein.

Unterschiede zwischen den DBF innerhalb der Weideversuche und den Referenzflächen sind nicht zu verzeichnen. Auch in diesem Versuch zeigten empfindliche Arten wie *Galium palustre*, *G. uliginosum* und *Silene flos-cuculi* keine merklichen Veränderungen.

##### Schafbeweidung

In den hier eingerichteten DBF nahmen die Artenzahlen tendenziell ab.

Abnahmen zeigen *Agrostis stolonifera*, *Equisetum palustre* und *Ranunculus repens*, Zunahmen dagegen *Anthoxanthum odoratum* und *Holcus lanatus*. In einer Fläche fiel *Senecio aquaticus* aus, in zwei weiteren war es um eine Schätzklasse seltener anzutreffen, darunter auch eine Referenzfläche; diese Art war in der Versuchsfläche insgesamt aber ähnlich häufig wie 2009.

#### 4.2.3.4 Durchschneidungs- und Nachsaatversuche

In diesem Versuch stiegen die Artenzahlen in den Referenzflächen um jeweils fünf Arten, in den 2009 durchschnittlichen DBF war die Artenzahl einmal gleich und einmal um zwei Arten höher. Aufgrund der durchgeführten Nachsaaten sind deutliche Veränderungen in den Abundanzen festzustellen:

Deutlich rückläufig waren neben *Equisetum palustre* vor allem *Agrostis stolonifera*, *Festuca pratensis*, *Poa trivialis* und *Ranunculus repens*, überwiegend auch *Deschampsia cespitosa*. Zugenommen haben dagegen insbesondere *Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *P. trivialis*. Uneinheitlich ist die Entwicklung u.a. bei *Cirsium arvense*. Zunahmen zeigt auch *Cardamine pratensis*; weitere Kennarten mesophiler Grünländer und Feuchtwiesen fehlen in den Beständen zumeist.

#### **4.2.3.5 Bestandsveränderungen von Rote Liste-Arten**

Da Rote Liste-Arten in den DBF höchstens in Einzelexemplaren vertreten waren, erfolgt hier eine Auswertung für jeweils die gesamte Versuchsparzelle.

Im Pferdebeweidungsversuch wurden 2009 insgesamt 9 Horste von *Caltha palustris* gefunden, 2010 waren es im gleichen Bereich 14 Horste.

Im Schafbeweidungsversuch wurden 2009 1 Ex. *Caltha palustris* und 35 Ex. *Senecio aquaticus* gefunden. 2010 wurde *C. palustris* wiedergefunden, von *S. aquaticus* wurden 37 Rosetten gefunden, die räumlich insgesamt ähnlich verteilt waren.

## **5. DISKUSSION & BEWERTUNG**

### **5.1 Ausbreitungsbedingungen des Sumpf-Schachtelhalms**

Die detaillierte Erfassung der SSH-Bestände hat gezeigt, dass die Art mittlerweile wieder eine vielfach vorkommende Pflanzenart innerhalb des Grünlands feuchter Standorte in Teilen der Dümmerniederung sowie der Niederelbniederung ist.

Wann genau sich der SSH im Extensivgrünland der Dümmerniederung ausgebreitet hat, kann nicht mehr nachvollzogen werden: Entweder frühere Vergleichskartierungen fehlen gänzlich, oder aber es existieren nur relativ wenige Dauerbeobachtungsflächen (Ochsenmoor), in denen der SSH registriert wurde. Einige Hinweise liefern die Vegetationsaufnahmen aus der Dümmerniederung aus den Jahren 1987 und 1994. Diese zeigen insgesamt, dass sich der SSH im Ochsenmoor seitdem deutlich ausgebreitet haben muss. An der Westseite waren dagegen wesentliche Teile der heutigen Wuchsbereiche offenkundig bereits 1987 vom SSH besiedelt. Der Vergleich der flächendeckenden Kartierungen 2000 zu 2008 im Ochsenmoor zeigt, dass der SSH hier bereits im Jahr 2000 ähnlich weit verbreitet war; einige Vorkommen sind seitdem sogar wieder erloschen. Die weitere Ausbreitung aus Randstrukturen tiefer in die Parzellen hinein kann erst durch künftige Wiederholungsuntersuchungen mit erneuter GPS-Einmessung beschrieben werden. Die jährlichen Zuwachsraten können allein über die Horizontalrhizome 1 – 1,5 m im Jahr betragen (KÖHLER 1971). Da dies aber nicht nur unterhalb der Ungenauigkeit der eingesetzten Geräte liegt, sondern auch unterhalb der realen Abgrenzungunschärfe der nicht abrupt begrenzten Vorkommen, sind erneute Kartierungen in der Dümmerniederung

nur alle 5-10 Jahre sinnvoll möglich. Kurzfristiger überprüft werden sollte dagegen, ob neue Wuchsstellen zwischenzeitlich entstanden sind.

An der Unterelbe zeigen hingegen die sehr deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsjahren 2007 und 2010 erhebliche, kurzfristig wirksame Einflüsse von Bewirtschaftung und Wetter. Daher sollte hier nach ca. 2-3 Jahren eine Wiederholungsuntersuchung erfolgen, um zwischen saisonalen Schwankungen und mittel- bis längerfristigen Entwicklungen künftig unterscheiden zu können.

In Mitteleuropa breitet sich der SSH vermutlich fast ausschließlich vegetativ aus, wobei das unterirdische Wachstum der Rhizome die größte Bedeutung hat. Eine generative Verbreitung wird unter den hier herrschenden Klimabedingungen weitgehend ausgeschlossen (VON KRIES 1962, KÖHLER 1971). Von daher war eine stärkere Veränderung des Verbreitungsbildes zwischen den Kartierungen 2000 und 2008 auch nicht zu erwarten. Eine Verbreitung ist auch über die Verschleppung von Rhizomknollen und –stücken möglich (KÖHLER 1971). Erdbewegungen scheiden dabei für die meisten hier betrachteten Flächen allerdings weitgehend aus, da diese in den Naturschutzgebieten höchstens im Einzelfall (Gewässerneuanlagen) stattgefunden haben. Eine Verschleppung über das Räumgut in der Dämmerniederung aus Gräben dürfte auch unbedeutend sein, da nur wenige Vorkommen entlang unterhaltener Gräben bestehen (vgl. Karten). Warum der SSH nach 2000 aus einigen Parzellen verschwunden ist, muss offen bleiben. An der Unterelbe ist hingegen die regelmäßige Gruppenunterhaltung ein Faktor, der für die Verschleppung von Rhizomen innerhalb der Flächen und auf Nachbarflächen bedeutsam sein kann.

Der SSH besiedelt eine relativ breite Standortamplitude und alle Nutzungstypen. Überraschenderweise konnte dennoch ein positiver Zusammenhang zwischen Weidenutzung und SSH-Vorkommen für das NSG Ochsenmoor statistisch nachgewiesen werden. Da die Problematik der Aufwuchsverwertung auf mit SSH bestandenen Flächen erst ab ca. 2006 ins Bewusstsein der Beteiligten rückte, ist nicht davon auszugehen, dass dieser Zusammenhang auf einem Artefakt beruht (Umstellung auf Weidenutzung wegen der schlechten Verwertbarkeit des Heus). Hinzu kommt, dass im Ochsenmoor insbesondere auf nassen Standorten die Nutzung zunehmend von Weide- auf Schnittnutzung umgestellt wurde, dieser Prozess hielt bis in die letzten Jahre an (J. GÖTTKE-KROGMANN & H. BELTING, mdl. Mitt., BLÜML 2011). Andererseits spricht die Ausbreitung entlang von Wegen über zahlreiche Parzellengrenzen und verschiedene Pflanzengesellschaften mit unterschiedlichen Feuchte- und Nährstoffzahlen hinweg dagegen, dass die konkrete Nutzung einzelner Parzellen die Ansiedlung des SSH grundsätzlich fördert bzw. verhindert.

Nach VON KRIES (1962) werden entgegen der hier nachgewiesenen Zusammenhänge Mähwiesen bevorzugt, da Weidetiere die sehr empfindlichen, oberirdischen Pflanzenteile häufig abknicken. Dagegen zeigte sich aber am Dümmer, dass z.B. Schafe den SSH

geradezu „freistellen“, in dem sie selektiv fast alle anderen Pflanzenarten zwischen den SSH-Sprossen abfressen, ohne diese dabei maßgeblich mechanisch zu schädigen (eig. Beob.). Möglicherweise wären hier auch unterschiedliche Einflüsse der verschiedenen Tierarten, wie sie im vorliegenden Forschungsprojekt weitergehend untersucht wurden, in eine Analyse einzubeziehen. Dazu mangelt es jedoch sowohl an konstanter Nutzung, an genauen Aufzeichnungen und auch an einer hinreichenden Stichprobengröße.

Die relativ große Anzahl besiedelter Dauerbrachen ist hingegen einfach zu erklären: Die betroffenen Brachflächen liegen allesamt in Waldrandlage, in einem Fall ist die Parzelle längs eines Weges gelegen. Daher ist davon auszugehen, dass sich der SSH aus den angrenzenden Waldflächen bzw. dem Wegsaum ausgebreitet hat. Der Nutzungsverzicht war offenkundig für den SSH bislang nicht abträglich. Die Besiedlung ähnlich gelegener, alljährlich genutzter Bereiche spricht aber nicht dafür, dass der SSH durch Brache entscheidend gefördert bzw. durch regelmäßige Nutzung zurückgedrängt werden kann. Trotz des hohen Lichtbedürfnisses kann sich der SSH auch z.B. in dichten Weidengebüschen und an Waldrändern halten (VON KRIES 1962).

Hinsichtlich der Feuchtestufen zeigt sich, dass der SSH ein typisches Element der Feuchtwiesen ist. Laut KÖHLER (1971) zeichnen sich Standorte des SSH durch „geringe Vorflutverhältnisse und dauernd hohe Feuchtigkeit des Untergrundes“ aus. Demnach dürfen keine stärker schwankenden Grundwasserstände und keine länger anhaltenden Überflutungen auftreten. Nach VON KRIES (1962) fehlt der SSH im Überflutungsbereich der Binnengewässer. Dazu steht die aktuelle Verbreitung im Ochsenmoor teilweise in Widerspruch: Gerade auf Flutrasen, die typischerweise unter den wechselfeuchten Bedingungen aufgrund der winterlichen Überstauung gefördert werden, ist der SSH aktuell stark verbreitet. Insgesamt wurden im Ochsenmoor im Rahmen der Wiedervernässung zwar die Nässe- sowie die Überschwemmungszeiger in der Vegetation gefördert; dagegen zeigen sich bei den Wechselfeuchtezeigern seit Ende der 1980-er Jahre keine signifikant höheren Anteile (BLÜML 2011). Sollte der SSH also auf stark schwankende Wasserstände tatsächlich negativ reagieren, so haben sich diese Bedingungen im Ochsenmoor kaum verändert. Bei der häufig wegnahen Ausbreitung ist allerdings zu beachten, dass diese Bereiche durch die überwiegend seit Anfang/Mitte der 1990-er Jahre nicht mehr erfolgte Unterhaltung der Wegeseitengräben vermutlich überdurchschnittlich stark „versumpft“ sind. Die so veränderten hydrologischen Verhältnisse werden durch die Auswertung von Artenlisten für die gesamten Parzellen bzw. überwiegend nicht nahe an Parzellenrändern gelegenen Vegetationsaufnahmen sicher nicht zuverlässig abgebildet.

Lang anhaltende Überflutung könnte allerdings der Grund sein, warum der SSH aktuell in den Teichwiesen sowie den Flächenblöcken am 1. und 2. Stau des Ochsenmoorgraben II fehlt bzw. nur randlich vorkommt. Jedoch wurden große SSH-Bestände gerade im südlichen

Ochsenmoor (Flächenblöcke um Ochsenmoorgraben I und II) vorgefunden. Hier wurde 2008 der Einstau deutlich erhöht und im Frühjahr viel länger gehalten als in den Vorjahren (H. BELTING, mdl. Mitt.). Auffällig ist ferner das Fehlen in weniger lang überstauten, seit mehreren Jahrzehnten extensivierten und verhältnismäßig artenreichen, stabilen Sumpfdotterblumenwiesen. Dies betrifft u.a. im Ochsenmoor die mittlere/östliche Teichwiese, die Bereiche südöstlich davon („Kranichwiese“, Fläche südlich des Südturmes mit Ausnahme der Flutrasenbereiche am Waldrand) sowie an der Westseite die Flächen im direkten Umfeld des Westturmes. In diesem Zusammenhang ist die Feststellung von KRIES' (1962) interessant, wonach der SSH besonders von „jeder wesentlichen Benachteiligung der mit ihm konkurrierenden Pflanzen“ profitiert. Unter Umständen wirken sich die bis weit in das Frühjahr hinein erfolgenden Überstauungen z.Zt. sogar (noch) positiv auf den SSH 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 werden dem SSH hier vermutlich Konkurrenzvorteile verschafft.

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 SSHes in entsprechend ausgeprägten Grünländern zu. Dies verwundert angesichts der dem SSH zugewiesenen Feuchtezahl 8 (Feuchte- bis Nässezeiger) nach ELLENBERG et al. (1992) wenig. Entsprechend der hohen Feuchtezahl werden auch ausgesprochen nasse Flächen im Ochsenmoor besiedelt, darunter auch Seggenriede und Röhrichte. Nach BRIEMLE (1991) ist bei solchen Vegetationsformen mit einer  $mF > 7,9$  bereits von „Halbkulturformen“ mit eingeschränkter Nutzbarkeit zu sprechen. Somit kann der SSH offenkundig auch nicht durch starke Dauervernässung zurückgedrängt werden, eventuell allerdings durch lang anhaltenden Überstau (s.o.).

Hinsichtlich der Stickstoffzahlen fallen praktisch alle etwas bis sehr stark ausgehagerten Flächen in die Amplitude, die der SSH besiedelt. Lediglich im Ochsenmoor sind die für die dortigen Verhältnisse als ausgesprochen stickstoffreich und gleichzeitig relativ trocken zu bezeichnenden Flächen unbesiedelt. An der Westseite sind auch Flächen mit einer mittleren gewichteten Stickstoffzahl über 7,0 besiedelt. 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 und ist sicher nicht nur durch die fortschreitende Aushagerung gefördert worden. Daher kann auch eine Erhaltungsdüngung kein geeignetes Mittel sein, den SSH zurückzudrängen.

Nach VON KRIES (1962) hat der Kalkgehalt des Bodens keinen Einfluss, der SSH kann nicht als Säurezeiger gelten. Daher ist ein Rückgang durch eine Standortversauerung infolge fortschreitender Aushagerung und Vernässung mit Regenwasser nicht zu erwarten.

In Bezug auf die besiedelten Pflanzengesellschaften fällt auf, dass praktisch alle Gesellschaften feuchter bis nasser und nicht übermäßig stickstoffreicher Standorte besiedelt werden. Das entspricht den Angaben u.a. von HEGI (1984), wonach Großseggen-, Feuchtwiesen- und Kleinseggenesellschaften besiedelt werden. In der Dümmeriederung sind, obwohl die Art in einigen Teilen des nördlichen Ochsenmores fehlt (s.o.), somit gerade auch die aus Naturschutzsicht wertvollen Vegetationsbestände mit Vorkommen gefährdeter (Ziel-) Arten betroffen. Mögliche Bekämpfungsmaßnahmen gegen den SSH würden daher besonders deutliche Zielkonflikte verursachen; dies betrifft generell die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, Aufdüngung, aber u.U. auch mechanische Maßnahmen. Bereits jetzt wird aber eine auf die Pflege artenreichen Feuchtgrünlandes abgestimmte Bewirtschaftung zusätzlich erschwert.

Die durch Wiedervernässung und Aushagerung erreichten, relativ hohen Feuchtegrade und relativ niedrigen Nährstoffangebote entsprechen dabei dem bekannten ökologischen Verhalten des SSH. Die Art besiedelt daher in den Bereichen, in denen sie sich vegetativ ausbreitet, in der Regel auch Nachbarparzellen mit u.U. deutlich anderer Artenzusammensetzung, Nutzungshistorie und Standortbedingungen. Insgesamt scheinen diese nicht die entscheidenden Faktoren für die Ausbreitung des SSH in der Dümmeriederung zu sein. Viel entscheidender sind offenkundig angrenzende Strukturen wie Bruchwälder, Wegeseitenräume und nicht mehr (Wegeseitengräben im Ochsenmoor) bzw. nur geringfügig unterhaltene Gräben (Qualmwassergraben an der Westseite) ohne nennenswerten Wasserfluss während der Vegetationszeit. Aus solchen Bereichen mit überwiegend staunassen Bedingungen expandiert der SSH offenbar in die benachbarten Flächen. Der großflächige Erlenbruch im nördlichen Ochsenmoor, in dessen Umfeld der SSH besonders stark vertreten ist, wurde um 1960 auf vom SSH stark durchsetzten und daher nicht mehr wirtschaftlich nutzbaren Flächen angepflanzt (J. GÖTTKE-KROGMANN, mdl. Mitt.). Dies erklärt die weitere Ausbreitung auf angrenzenden Flächen gut.

Im Ochsenmoor wurden einzelne, auch große Bestände jedoch auch an unterhaltenen, ziehenden Gräben kartiert (u.a. Haldemer Molkereigraben im Südteil des Gebietes). Daher ist Staunässe weder alleine für die Ausbreitung des SSH verantwortlich, noch zwingende Voraussetzung für eine Besiedlung.

Ein weiterer begünstigender Faktor könnte die Mächtigkeit der Moorauflage sein. Nach VON KRIES (1962) besiedelt der SSH besonders Profile mit einem Wechsel von Moor- und Mineralböden, wie sie in Flussmarschen zu finden sind, sowie geringmächtige Niedermoore; Hochmoortorfe werden offenbar nur dann besiedelt, wenn sie von Niedermoor unterlagert



sind. Der Verbreitungsschwerpunkt am Südrand des Ochsenmoores umfasst vor allem Torfauflagen von nur etwa 30 cm Mächtigkeit. Auch am Ostrand des Erlenbruches sind die Moormächtigkeiten gering, im Hüder Marsch finden sich An- und Niedermoorgleye. Großenteils sind diese Torfe im Ochsenmoor von Mudden unterschiedlicher Mächtigkeit unterlagert. Andererseits werden auch Bereiche mit Torfauflagen von deutlich über 50 cm besiedelt (Werte nach BLÜML 2011). Im Boller Moor dürfte sich das Verbreitungsbild damit erklären, dass die in Teilen des Gebietes vorhandenen Hochmoortorfe nicht besiedelt werden.

Auf dem Asselersand liegen die Schwerpunktorkommen des SSH auf den Flächen mit Flutrasen sowie auf weiteren Grünlandflächen des mesophilen und des Intensivgrünlands mit Übergängen zur Flutrasenvegetation. Dabei wurde auf den tief liegenden Flächen am Ruthenstrom mit lang anhaltendem Überstau im Winter oder Frühjahr, welche bis zum vorübergehenden Absterben der Grasnarbe führte, später eine besonders hohe Dichte des SSH vorgefunden. Eine abgestorbene oder stark lückige Grasnarbe im Frühjahr stellt für den SSH offensichtlich einen deutlichen Konkurrenzvorteil dar. Auch konnte beobachtet werden, dass bei der lang anhaltende Trockenheit im Frühjahr 2007 und 2008, die zu einer deutlichen Verzögerung der Entwicklung der Gräser führte, sich gleichzeitig auffällig dichte Bestände des SSH herausbilden konnten. Es wird angenommen, dass sich aus den tief liegenden Rhizomen bei dort besserer Wasserversorgung frühzeitig zahlreiche kräftige Sprosse entwickelten. Ein aus unterschiedlichen Gründen verzögertes Graswachstum scheint für die konkurrenzschwache Art von Vorteil zu sein. Andererseits konnte beobachtet werden, dass bei auftretenden Spätfrösten (z.B. im April 2010) zu diesem Zeitpunkt schon ausgetriebene Wedel deutlich geschädigt werden, während sich die Gräser ohne auffallende Schäden weiter entwickeln konnten. In der Folge konnte eine Abnahme der Dichte der SSH-Bestände beobachtet werden. So ist möglicherweise die Konkurrenz um das Licht beim Austreiben der Wedel im Verhältnis zu den aufwachsenden Gräsern von großer Bedeutung für die Ausbildung der SSH-Bestände.

Ferner konnte beobachtet werden, dass auf Flächen mit lang anhaltendem Überstau während der Vegetationsperiode, in denen sich Flutrasen mit hohem Anteil von *Glyceria fluitans* (Flutender Schwaden) ausgebildet haben, der SSH nicht vorkommt. Teilweise tritt auf diesen Flächen auf den Asselersand der Teich-Schachtelhalm auf. Einen weiteren Hinweis für die Verbreitungsökologie der Art ist das Fehlen des SSH auf den sandigen und damit gut durchlüfteten, etwas höher gelegenen Ufern an der Elbe und dem Ruthenstrom. Auch dies deutet auf den Standortvorteil des SSH auf staunassen und schlecht durchlüfteten Böden.

## 5.2 Auswirkungen mechanischer Unterschneidung

Im Rahmen der Unterschneidungsversuche konnten für insgesamt 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 ausgewertet werden, wobei eine jeweils identische Anzahl Referenzflächen bzw. nicht unterschrittener Flächen vergleichend ausgewertet wurde.

In den Untersuchungen zur Wirkung der Unterschneidung auf die landwirtschaftliche Verwertung wurde das Vorkommen des Sumpfschachtelhalm in 6 Einzelversuchen mit und ohne Beweidung jeweils in 6 Wiederholungen auf einem Quadratmeter untersucht. In Praxisflächen konnten die Ergebnisse aus den Versuchen auf dem Grünland von 7 Betrieben in drei niedersächsischen Regionen überprüft werden.

### 5.2.1 Auswirkungen auf die Begleitvegetation

Generell ist hierzu anzumerken, dass Vergleiche zwischen zwei Jahren stark durch unterschiedliche Witterungsverläufe beeinflusst werden können (z.B. PLACHTER 1991). Dies zeigte sich 2010 besonders im Ochsenmoor (Rückgang der Flutrasen-Aspekte, Zunahme von *Holcus lanatus*). Eine Interpretation der Auswirkungen von Maßnahmen ist daher trotz Berücksichtigung von Referenzflächen nur eingeschränkt möglich.

Insgesamt wurden keine wesentlichen Veränderungen deutlich, weshalb auf statistische Testverfahren verzichtet wurde; diese hätten mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit keine bzw. allenfalls nur marginal signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Referenzflächen belegen können.

Die geringeren Gesamtdeckungswerte auf unterschrittenen Flächen sind Ausdruck direkter Narbenschädigungen durch den Maschineneinsatz sowie einer folgenden Aufwuchshemmung. So zeigten regelmäßige Bonituren auf unterschrittenen Flächen einen verspäteten und erheblich geringeren Gesamtaufwuchs (vgl. 4.1.4.1).

Zahlreiche DBF wiesen Vorkommen von Kennarten mesophiler Grünländer sowie Feucht-/ Nassgrünländer gemäß VON DRACHENFELS (2004) auf. Eine Schädigung solcher Arten, darunter auch einige gegen intensive Bewirtschaftung empfindliche Arten (z.B. *Ajuga reptans*, *Cardamine pratensis*, *Galium palustre*, *G. uliginosum*, *Lotus pedunculatus*, *Silene flos-cuculi*) ist offenkundig nicht gegeben. Dies bestätigte sich auch in den 2011 durchgeführten Folgeaufnahmen.

Die herabgesetzte Gesamtdeckung in unterschrittenen Flächen ist daher keinesfalls mit einem Rückgang empfindlicher Arten bzw. des Krautanteils insgesamt korreliert. Es ist eher davon auszugehen, dass direkte Schädigungen von Pflanzen durch verbesserte Wuchsbedingungen für solche Arten aufgrund schwächeren oder verzögerten Wuchses der

Obergräser kompensiert werden bzw. sich sogar verbesserte Bedingungen ergeben haben. So kann die stellenweise beobachtete Ansiedlung empfindlicher Arten durch die Schaffung von Bodenverwundungen begünstigt sein, die das Diasporenpotenzial aktivieren und geeignete Keimbedingungen schaffen können (vgl. PFADENHAUER & MAAS 1987).

Ein vermehrtes Auftreten von Störzeigern, das angesichts der Bodenverwundungen ebenfalls zu erwarten war, konnte hingegen nicht beobachtet werden. Die im Feuchtgrünland bei Bodenverwundungen häufig beobachteten Zunahmen der Flatterbinse (*Juncus effusus*) hielten sich in den Versuchsflächen – soweit überhaupt zu beobachten – in sehr engen Grenzen.

Verschiedentlich wurde hingegen der Rückgang von Feuchte- und Nässezeigern, insbesondere Kennarten der Flutrasen sowie im Rinderbeweidungsversuch Ochsenmoor auch *Carex acutiformis*, beobachtet. Diese zeigten sich jedoch auf den nicht unterschrittenen Flächen in ähnlichem Umfang wie in den unterschrittenen DBF. Diese generellen Rückgangstendenzen, die sich auch in den mittleren gewichteten Feuchtezahlen widerspiegeln, sind daher im Wesentlichen als Folge unterschiedlicher Witterungsbedingungen in den Frühjahren 2009 und 2010 zu werten.

Insgesamt muss jedoch einschränkend angemerkt werden, dass die Versuche nur kurze Zeiträume und zudem vegetationskundlich weniger wertvolle Flächen betreffen. Mögliche längerfristige Wirkungen durch alljährlich wiederholte Unterschneidungen können ebenso wenig beurteilt werden wie die Folgen auf hochgradig gefährdete Arten. Dies ist unbedingt zu berücksichtigen, da in den Versuchen die vegetationskundlich besonders wertvollen Flächen bewusst ausgespart wurden. So wurden z.B. die Schachblumenwiesen (*Fritillaria meleagris*, RL 3) im Asseler Sand ebenso nicht bearbeitet wie der Wuchsbereich von Orchideen und Sumpf-Dotterblumen (*Dactylorhiza majalis*, RL 2; *Caltha palustris*, RL 3) im Boller Moor. Die als empfindliche Krautartige bezeichneten Arten in den Versuchsflächen sind zudem überwiegend Flachwurzler. Die Wirkungen auf knollenbildende Arten wie Orchideen und Schachblume können damit keinesfalls gleichgesetzt werden. Wesentlich ist hier auch die Unterschneidungstiefe; generell dürften die Wirkungen der Unterschneidung so gering ausgefallen sein, weil deutlich tiefer unterschritten wurde als bei der Unterschneidung von Flatterbinsen-Beständen (*Juncus effusus*; Daten aus der Dämmerniederung dazu noch nicht abschließend ausgewertet).

Insgesamt zeigt sich jedoch, dass das Unterschneidungsverfahren zumindest bei ein- bis zweijähriger Anwendung, auf vegetationskundlich weniger bis mäßig wertvollen Flächen offenkundig zu keinen erheblichen Schädigungen von Flora und Vegetation führt. Für aus Naturschutzsicht besonders wertvolle Grünländer können daraus keine unmittelbar gültigen Aussagen abgeleitet werden. Hinzu kommt, dass solche Flächen oftmals eine noch höhere Bodenfeuchte aufweisen und daher im Frühjahr entweder überhaupt nicht mit schweren

Maschinen befahrbar sind oder aber erhebliche Schäden an der Vegetationsdecke durch den Schleppereinsatz hervorgerufen werden, unabhängig von den Auswirkungen der Unterschneidung selbst.

### **5.2.2 Auswirkungen und Empfehlungen aus landwirtschaftlicher Sicht**

Die Wirkung der Unterschneidung aus landwirtschaftlicher Sicht ist im Zusammenhang mit starkem Vorkommen des Sumpfschachtelhalmes grundsätzlich positiv zu bewerten. Der gewollte Effekt des kurzfristigen Absterbens oberirdischer (grüner) Duwock-Triebe trat in den Versuchen (Kleinparzellen) und auch im Monitoring (Praxisflächen) sehr deutlich ein. Da der Sumpfschachtelhalm, wie oben beschrieben, sich vorwiegend vegetativ aus Rhizomknollen heraus regeneriert, ist der Erfolg aber zunächst nur von begrenzter Dauer.

Die Dauer dieses Erfolgs ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

Tiefenführung der Unterschneidung

Bodenbeschaffenheit

Bodendurchfeuchtung

Begleitvegetation (Licht-Konkurrent)

Nutzungsart und Intensität

Die zu fordernde Schlepperstärke sollte etwa 100-130 KW betragen, um ein gleichmäßiges Arbeiten unter verschiedenen Bodenverhältnissen zu gewährleisten. Zu starke Schlepper verleiten möglicherweise zu Überbeanspruchung der Maschine (vgl. 4.1.9.3, Vermerk II). Der Oberlenker sollte hydraulisch einstellbar sein, da die Spitze des Gänsefußschares vorn zunächst tiefer gestellt werden muss, bevor das Schar nach Erreichen der Schnitattiefe horizontal eingestellt wird und der Oberlenker in Schwimmstellung betrieben werden kann.

Günstige Bodenverhältnisse liegen bei gut durchfeuchtetem Boden und gleichzeitig abgetrocknetem Oberboden vor. Unter etwas ungünstigeren Bedingungen (Feuchtigkeit, Spurverdichtung) wurden nach Unterschneidung in 30 cm Tiefe auf der Kalkmarsch (Asseler Sand) bei reiner Schnittnutzung nach drei Monaten die ersten Duwocktriebe sichtbar.

Flurschäden können bei nicht abgetrockneter Grasnarbe durch schwere Profilbereifung hervorgerufen werden. Bei zu trockenem Oberboden ist aber der Eindringungswiderstand für das Gänsefußschar evtl. zu groß, so dass die Anforderungen an den Fahrer umso größer sind. Nur bei gut durchfeuchteten 'plastischen' Böden gelingt eine nahezu einwandfreie Arbeit ohne Schädigung der Grasnarbe im Einsatz- und Aushebebereich.

In jedem Falle ist das anschließende feste Anwalzen mit einer Glattwalze zu empfehlen: einerseits, um die horizontale Schnittspur in 30-40 cm Tiefe wieder rückzuverfestigen und den Abriss des Kapillarsaumes sowie die durch den Rahmenträger gezogene Rille zu verschließen, andererseits um einen schnellen Wiederaustrieb des Duwock zu vermeiden, der durch die lockeren Rinnen deutlich schneller wieder austreibt, als zwischen diesen.

Die Fahrgeschwindigkeit bei Unterschneidung ist ebenfalls abhängig von der Bodenbeschaffenheit (nicht von der Schleppergröße). Eine zu schnelle Fahrt kann in schweren Böden (Marsch) bei geringster Unebenheit zu erheblichen Scherkräften auf das Messer führen und einen Maschinenschaden verursachen. In unseren Monitoringuntersuchungen fanden wir, dass die Fahrgeschwindigkeit zwischen 1,5 bis 3,5 km/h liegen sollte, je nach Bodenverhältnissen und Standort. Daraus ergab sich eine Flächenleistung von etwa 0,4 bis 0,8 ha/h bei 25 % Restzeiten (Stand und Leerfahrten).

Den größten Einfluss auf das Ergebnis nach der Unterschneidung hatte die Folgenutzung. Während bei regelmäßiger Schnittnutzung bereits wenige Monate nach Unterschneidung erste nachgeschobene Duwocktriebe die Oberfläche erreichen und sich hier weiterentwickeln, kann durch eine Rinderbeweidung mit ausreichendem Besatz der Wiederaustrieb verzögert werden, wie wir in unserem Exaktversuch auf dem Asseler Sand und auch auf den Monitoringflächen feststellen konnten. Mit der Intensität der Beweidung wird die Wahrscheinlichkeit eines vereinzelt Wiederaustriebs deutlich reduziert. Auf dem Asseler Sand hatten wir nach der Unterschneidung eines schmalen Beetes zwischen den Gruppen (8 Meter Beetbreite) am 21. April 2009 in der Folge keine nachgeschobenen Triebe bis zum Vegetationsende mehr erfasst, denn die Mutterkuhherde bevorzugte bei einer Besatzdichte von nur drei Tieren je ha insgesamt die sehr geringe unterschrittene Fläche als Hauptweide, so dass sich hier praktisch eine wesentlich höhere Besatzdichte ergab als theoretisch auf der Gesamtfläche.

### **5.3 Auswirkungen weiterer Maßnahmen**

Die im Herbst 2009 erfolgte Düngung auf den unterschrittenen Teilflächen der Beweidungsversuche im Ochsenmoor sowie die Düngungen auf dem Asseler Sand zeigten im kurzfristigen Vergleich (2010) keine merklichen Unterschiede zu den ungedüngten Flächen. Auch hier ist zu beachten, dass nur kurzfristige Auswirkungen einmaliger Düngerapplikationen beschrieben werden können.

Der Durchschneidungs- und Nachsaatversuch im Boller Moor zeigt hingegen die erwartungsgemäß deutlichen Verschiebungen bei den (Ober-) Gräsern. Direkte Auswirkungen der Durchschneidung auf die Vegetation sind hingegen nicht zu belegen.

## 5.4 Ausblick und Handlungsempfehlungen

- Feuchtgrünland wird auch weiterhin vom Sumpfschachtelhalm besiedelt werden, zumal bei extensiver Nutzung. Die Möglichkeit, diese gezielt durch Pferde zu nutzen, ist nach den Ergebnissen unserer Projektstudie (vgl. 4.1.6 und Anlage B1) realistisch. Aufgrund der relativ kurzen Fütterungszeiträume in unseren Untersuchungen kann eine langfristig nachteilige Wirkung, etwa durch den Einfluss des enthaltenen Thiaminase-Enzyms, aber nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die traditionelle Heuwerbung ist geeignet, den Duwockanteil und damit den Alkaloidgehalt stark belasteter Grünlandaufwüchse durch Bröckelverluste auf ein geringes und möglicherweise erträgliches Maß zu reduzieren.
- Der Einsatz von Unterschneidegeräten in Verbindung mit intensiver Beweidung kann die Bewirtschaftung auch stark belasteter Flächen langfristig ermöglichen. Ob der relativ aufwändige Einsatz der Geräte wirtschaftlich lohnend ist, hängt von den speziellen Einsatzbedingungen ab. Die Grenzen des Einsatzes sind einerseits wirtschaftlich begründet, andererseits sind aber auch bestimmte standörtliche Gegebenheiten auszuschließen:
  - Der Einsatz erfordert freie Bahn im Untergrund; das bedeutet den Ausschluss von flach verlegten Leitungstrassen ebenso wie von Resten aus ehemaligen Obstplantagen, Erlenbruchwäldern oder sonstige `Stubben´ bzw. auch größere Steinblöcke (Findlinge) enthaltende Böden. Stark geneigte Flächen an Grabenrändern (Gruppen) oder welliges Relief können den Einsatz und das Arbeitsergebnis stark beeinträchtigen; ebene Flächen sind am besten geeignet. Die Kosten der Unterschneidung sind hoch und Ertragsrückgang durch Wasserdefizite wahrscheinlich. Der Einsatz wird sich daher wahrscheinlich auf Flächen der öffentlichen Hand beschränken.
- In begleitenden Untersuchungen (BMS-Umweltplanung, 2011) wurden die kurz- bis mittelfristigen Auswirkungen einer ein- bis dreimaligen Unterschneidung bzw. deren Folgewirkungen auf die Begleitvegetation bis ein Jahr nach der letzten Unterschneidung dokumentiert. Längerfristige Folgen lassen sich noch nicht abschätzen, saisonale Schwankungen hatten möglicherweise größeren Einfluss auf die Ergebnisse. Wesentliche Verschiebungen der Artenzusammensetzung fanden nicht statt, allerdings wurden auch keine besonders schützenswerten Pflanzengesellschaften untersucht.
- In Feuchtgrünland steht evt. der Wiesenvogelschutz dem optimierten Einsatz der Maßnahmen Unterschneidung und Intensivbeweidung im Frühjahr entgegen. Es ist daher im Einzelfall zu entscheiden und bei Bedarf zu kontrollieren, ob die betreffenden Flächen durch Limikolen frequentiert werden.
- Die alternative Nutzung der Aufwüchse durch Biogaserzeugung und Verstromung kann zukünftig auf stark betroffenen Flächen wirtschaftlich interessanter sein wie eine Nutzung als Grundfutter. Die grundsätzliche Eignung der Sumpfschachtelhalmaufwüchse für ein solches Verfahren wurde durch Universität Rostock geprüft und in Anlage B-2 dokumentiert.

## 6 Abbildungen- und Tabellenverzeichnis (Hauptteil)

Übersicht 1: zeitliche Gliederung und Einbindung der Teilprojekte	10
Abbildung 1: Wirkung konventioneller Pflanzenschutzmaßnahmen, 2008	13
Abb. 2-3: Maulwurfsdränwerkzeug – Tiefe der Querrhizome	15
Abb. 4-5: Unterschneidegeräte	16
Tabelle1: Behandlungsvarianten auf der Versuchsfläche Gieseke – Bockhop	19
Abbildung 7: Grenzen der mechanischen Bekämpfung	20
Abb. 8-10: Lage der Versuchsflächen	22-24
Tabelle 2: Schätzskala zur Schätzung des Deckungsgrades Sumpfschachtelhalmes	26
Tabelle 3: Skalen zur Häufigkeitsschätzung an einem Wuchsort nach GARVE	29
Tabelle 4: Schätzskala für Vegetationsaufnahmen auf DBF	30
Abbildung 11: SSH-Rhizome, Alter und Tiefe nach links zunehmend	33
Abb. 12-13: Spuren der Durchschneidung	34
Abb 14-15: Einfluss der Unterschneidung auf dem Asseler Sand 2009/2010	35
Abb. 16-19: Detailansichten zum Unterschneidungserfolg am Standort Boller Moor	36
Abbildung 20: Einfluss der Unterschneidung im Boller Moor	37
Tabellen 5-6: Ertragsanteile des ersten Folgeaufwuchs nach Unterschneidung	39
Tabellen 7- 8: Palustringehalte des ersten Folgeaufwuchses nach Unterschneidung	41
Abb. 21-22: Einfluss von Intensivweide und Extensivweide auf Duwockbesatz	42
Abbildung 23: Entwicklung des Duwockbesatzes in Rinderweide	43
Abbildung 24: Entwicklung des Duwockbesatzes in Schafweide	44
Abbildung 25: Entwicklung des Duwockbesatzes in der Pferdeweide	46
Abb. 26-32: SSH-Besatz, Vegetation und Weiderest nach Beweidung	48-52
Tabelle 9-10: Palustringehalte in Varianten (Weide- Schnittnutzung 2010)	53-54
Tabelle 11: Inhaltstoffe von Futterkonserven des 2. Aufwuchses mit Duwock	55
Tabelle 12: Gärsäuren und pH_Wert von Futterkonserven mit Sumpfschachtelhalm	55
Tabelle 13: Palustringehalte in Grobfutterkonserven mit Sumpfschachtelhalm	56
Tabelle 14: Vegetationszusammensetzung der Monitoringfläche, Boller Moor	58
Abb. 33-34: Darstellung der Varianten und Sumpfschachtelhalm im Monitoring 2009	59



Abbildung 35: ausgewählte Monitoringflächen 2011-2012, Asseler Sand (Elbe)	60
Abbildung 36: Wuchsdichte in ausgewählten Monitoringflächen 2011-2012	61
Tabelle 15: Auswertung einer Praktikerbefragung (Asseler Sand 2011/2012)	62
Abb. 37-38: Verlauf und Rückgang der Milchleistung nach Frischzugabe SSH	66
Tabelle 16: Ergebnisse aus dem Flächenmonitoring in der Wesermarsch 2012	67
Abbildung 39: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit bestimmten Grünlandtypen 2008	69
Abb. 40-42: Anzahl der (Teil-) Parzellen mit (Merkmale)...im Ochsenmoor 2008	69-70
Abb. 43-45: Anzahl der Parzellen mit bestimmten (Merkmale)...Westseite 2008	71-72
Tabelle 17: Auftreten des SSH in 29 Dauerbeobachtungsflächen im Ochsenmoor	74
Tabelle 18: Anzahl der Vegetationsaufnahmen (VA) 1987 und 1994...	74
Abbildung 46: Flächenanteile mit unterschiedlichen Wuchsdichten des SSH im NSG Asseler Sand im Frühjahr 2007	75
Abbildung 47: Wuchsdichten des SSH in den verschiedenen Grünland-Biototypen des Asseler Sandes nach Kartierergebnissen aus dem Frühjahr 2007	76
Abbildung 48: Wuchsdichten des SSH in verschiedenen Grünland- Nutzungstypen des Asseler Sandes	77
Abb. 49-51: Biototypen, RL-Arten sowie Lage der DBF in Weideversuchen	80-82
Abb. 52-53: Biototypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Bollermoor	83-84
Abb. 54-55: Biototypen, RL-Arten sowie Lage der DBF im Unterschneidungsversuch Asseler Sand	85-86

## Literaturverzeichnis (Hauptteil):

- BELTING, H. & J. CALVELAGE (1997): Dauerbeobachtungsflächen zur vegetationskundlichen Erfassung im Grünland des NSG Ochsenmoor 1995 – 1997. – Bericht d. Naturschutzstation Dümmer, Hude: 141 S. (unveröff.).
- BLÜML, V. (2001): Monitoring im Naturschutzgebiet „Ochsenmoor“ (Dümmerniederung, Niedersachsen) – Vegetationsveränderungen sowie Habitatwahl von Wiesenvögeln unter dem Einfluß von Nutzungsextensivierung und Wiedervernässung. – Diplomarbeit, FB Landschaftsarchitektur der FH Osnabrück (unveröff.).
- BLÜML, V. (Bearb.; 2004): Monitoring im Naturschutzgebiet Ochsenmoor – Wiederholungsaufnahme von 29 vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen 2004. – Gutachten des Büros BMS-Umweltplanung im Auftrag der Bez.-Reg. Hannover (unveröff.).
- BLÜML, V. (2011): Langfristige Veränderungen von Flora und Vegetation des Grünlandes in der Dümmerniederung (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 (2003): Einflüsse von Nutzungsextensivierung und Wiedervernässung auf Flora und Vegetation des Grünlands im Naturschutzgebiet „Ochsenmoor“ (Niedersachsen). – Natur und Landschaft 78: 256-263.
- BMS-UMWELTPLANUNG (Bearb. BLÜML, V., SCHÖNHEIM, A., WALKOWSKI, U. & NATURSCHUTZRING DÜMMER E.V., 2007): Biotop- und FFH-Lebensraumtypenkartierung sowie floristische Erfassung im FFH-Gebiet 065 „Dümmer“ (ohne Ochsenmoor und Huntebruch). – Gutachten im Auftrag des NLWKN, Osnabrück (unveröff.).
- BMS-UMWELTPLANUNG (Bearb. V. BLÜML, , 2008a): Monitoring im Naturschutzgebiet Ochsenmoor: Digitalisierung der Grünlandnutzung und Analyse der Auswirkungen von Nutzungsarten und Mahdterminen auf Flora und Vegetation - Gutachten im Auftrag des NLWKN, Osnabrück (unveröff.).
- BMS-UMWELTPLANUNG (BEARB. V. BLÜML, , 2008b): Monitoring im Naturschutzgebiet Ochsenmoor: Digitalisierung der Grünlandnutzung und Analyse der Auswirkungen von Nutzungsarten und Mahdterminen auf Flora und Vegetation - Gutachten im Auftrag des NLWKN, Osnabrück (unveröff.).
- BMS-UMWELTPLANUNG (Bearb. V. BLÜML, 2009): Biotop- und FFH-Lebensraumtypenkartierung sowie floristische Erfassung im FFH-Gebiet 065 „Dümmer“, Teilgebiet NSG „Ochsenmoor“. – Gutachten im Auftrag des NLWKN, Osnabrück (unveröff.).
- BRIEMLE, G. (1991): Abgrenzung von Feuchtgebieten unter botanisch-indikatorischen Aspekten. Die Feuchtezahl als Maßstab für Nutzungsbeschränkungen. – Naturschutz u. Landschaftsplanung 22: 183-185.
- DRACHENFELS VON, O. (Bearb., 2004): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach § 28a und § 28b NNatG geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anh. I der FFH-Richtlinie. Stand März 2004. – Naturschutz Landschaftspl. Niedersachs., Heft A/4, Hildesheim.
- ELLENBERG, H., H.E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULIBEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica 18: 248 S.

- GARVE, E. (1990): Kartierung der Rote-Liste-Arten als Folgeprogramm der floristischen Kartierung in Niedersachsen und Bremen. – Flor. Rundbr. 23: 104-110.
- GARVE, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen, 5. Fassung, Stand 1.3.2004. – Informationsd. Naturschutz Niedersachs. 24: 1-76.
- GARVE, E. (2007): Verbeitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 43: 507 S.
- HEGI, G. (Begr.; Hrsg.: K.-U. KRAMER, 1984): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. I. Pteridophyta, Teil 1. – 3 Aufl., Parey, Berlin & Hamburg.
- HELLBERG, F. (1995): Entwicklung der Grünlandvegetation bei Wiedervernässung und periodischer Überflutung. Vegetationsökologische Untersuchungen in nordwestdeutschen Überflutungspoldern. – Diss. Botanicae 243: 271 S.
- Holz, W. und Richter, W. (1960): Versuche zur mechanischen bekämpfung des Duwocks, Landwirtschaftsblatt Weser-Ems, 107
- Hünsche, .A.K. (2010): Untersuchungen zu möglichen Schadwirkungen einer Kontamination von Grundfutter mit getrocknetem Sumpfschachtelhalm bei Widerkäuern und Ponys; Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades einer Doktorin der Veterinärmedizin (Dr. med. vet.), Magdeburg, Tierärztliche Hochschule Hannover, 2010.
- KAMPHUES, J. & WOLF, P. (2010): Untersuchungen zu nachteiligen Effekten einer Aufnahme von getrocknetem Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) bei Wiederkäuern und Pferden, Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten unter Berücksichtigung der Sporenpflanze Sumpfschachtelhalm, Landwirtschaftskammer Niedersachsen
- KÖHLER, I. (1971): Verbreitung, Biologie und Bekämpfung des Sumpfschachtelhalmes. - Parey, Berlin & Hamburg: 111 S.
- KRIES VON, A. (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.
- LEYER, I. & K. WESCHE (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie: Eine Einführung. - Springer, Berlin & Heidelberg: 221 S.
- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (NLÖ, 1994): Empfehlungen für die Anlage von vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen. – Entwurf, unveröff.
- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (NLÖ, 1996): Aufbau eines Naturschutzmonitoringsystems in Niedersachsen. – Diskussionspapier (Stand 07.05.1996, unveröff.).
- 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. - in Laufener Seminarbeiträge 7/91: 7-29. - Akad. Natursch. Landschaftspfl. (ANL).
- Weber, C.A. (1902): Der Duwock (*Equisetum palustre*), Die Bekämpfung des Unkrautes, erstes Stück im Auftrage der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft, Arbeiten der DLG, Heft 72, Berlin.
- WILMANN, O. (1989): Ökologische Pflanzensoziologie. – Ulmer, Stuttgart.

## Öffentlichkeitsarbeit

HÜNSCHE, K., WOLF, P., BAUMGÄRTNER, W., LANGE, G., KAMPHUES, J. (2009)  
Experimental studies on the toxicity of dried marsh horsetail (*Equisetum palustre*) in sheep and horses  
Proc. 13<sup>th</sup> Congress of the ESVCN, 15.-17. October 2009, Oristano, Sardinia (Italy)

HÜNSCHE, K., WOLF, P., LANGE, G., KAMPHUES, J. (2010)  
Experimentelle Studien über Auswirkungen von getrocknetem Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) im Futter von Pferden  
21. Tagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten, 12.-13. März 2010

HÜNSCHE, K., WOLF, P., LANGE, G., KAMPHUES, J. (2010)  
Investigations on adverse effects of feeding dried marsh horsetail (*Equisetum palustre*) an Wiederkäuer und Pferde  
Proc. Soc. Nutr. Physiol. 19, 150

HÜNSCHE, K. (2010)  
Untersuchungen zu möglichen Schadwirkungen einer Kontamination von Grundfutter mit getrocknetem Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) bei Wiederkäuern und Ponys  
Diss. med. vet., Hannover

JANTZEN, CHRISTIAN (2010)  
„Zur Eignung von Grünlandaufwüchsen mit dem Bestandesbildner *Equisetum palustre* für Verfahren der Biomethanisierung“. Masterarbeit im Studiengang Agrarökologie, Universität Rostock, 2010

LANGE, GERD (2011)  
„Einfluss des Konservierungsverfahrens auf den Palustringehalt im Grundfutter von Grünland mit hohem Anteil Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*)“ – Posterbeitrag, 29.-31. August 2011, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF) in Oldenburg .

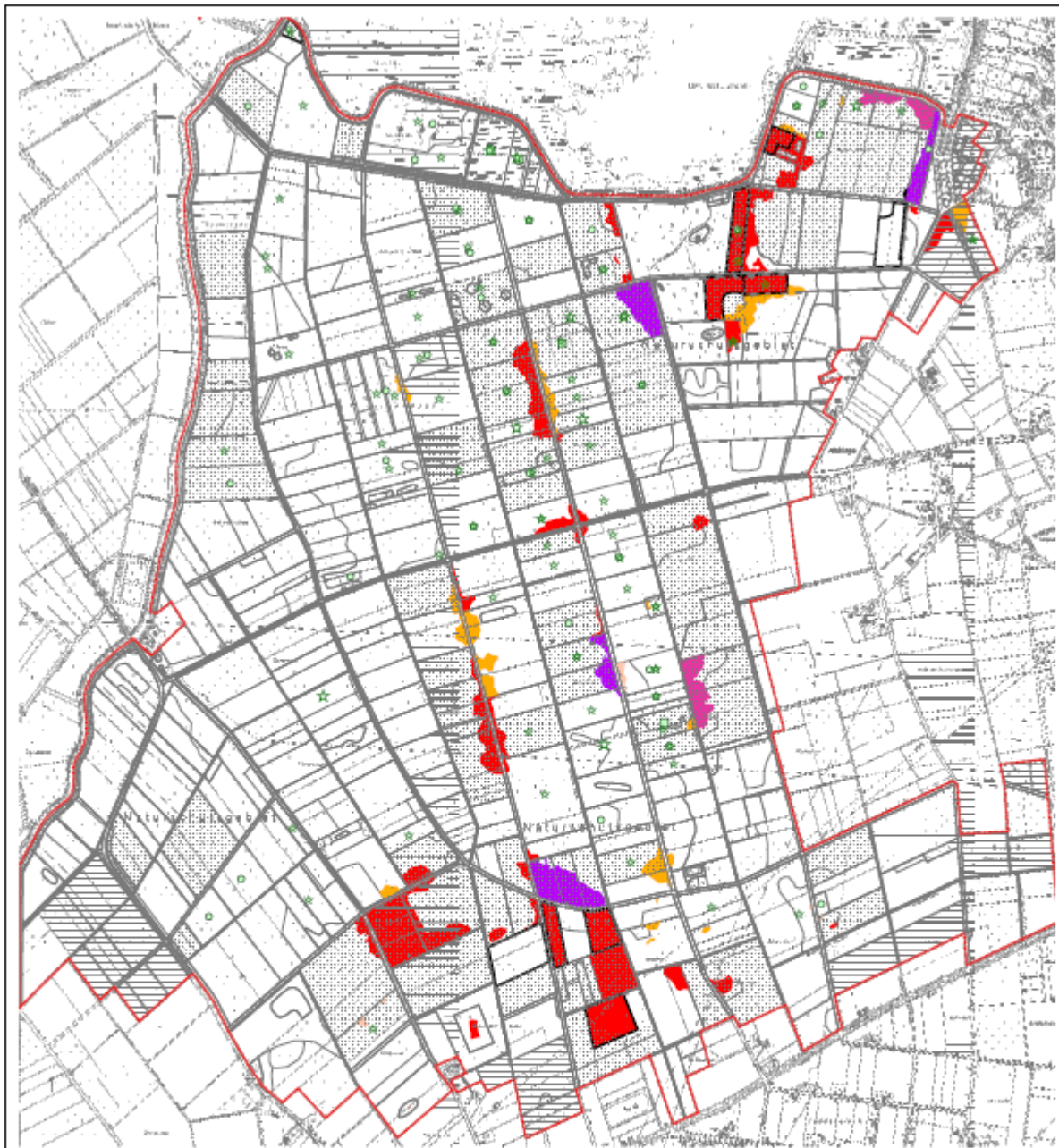
LANGE, GERD (2011)  
„Maßnahmen zur Eindämmung der Sporenpflanze Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) auf wechselfeuchtem Wirtschaftsgrünland“ – Posterbeitrag, 29.-31. August 2011, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF) in Oldenburg .

LANGE, GERD (2012)  
„Superunkraut Sumpfschachtelhalm“, Fachartikel in top agrar 5/2012, S. 84-89.

MÜLLER, JÜRGEN (2009)  
„Analyse von Umweltauswirkungen des Anbaus von Bioenergiepflanzen - Untersuchungen zur Substrateignung von Grünlandaufwüchsen“. Posterbeitrag, 04.02.2009, Güstrow (Organisation: Umweltbildungszentrum)

MÜLLER, JÜRGEN; WIEDOW, DENNY; JANTZEN, CHRISTIAN; DITTMANN, LISA (2012)  
Eignung von Grünlandaufwüchsen mit dem Bestandesbildner *Equisetum palustre* L. für Verfahren der Biomethanisierung. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (13), S. 129-133

# Anlage A1a: Verteilung des Sumpfschachtelhalm im NSG Ochsenmoor



<b>Verbreitung u. Wuchsdichte des Sumpfschachtelhalm</b> Mit GPS abgegrenzte Bestände selten selten - frequent frequent frequent - dominant dominant Grenz des NSG Ochsenmoor	
Parzellen ohne GPS-Einmessung selten, ohne Lokalisierung in der Parzelle flüchtig oder bereichsweise frequent	
Vorkommen bei der Kartierung 2000 randlich oder flüchtig vorkommend nicht untersucht	
Vorkommen des Teich- u. Ufer-Schachtelhalm 2000 2008 selten oder randlich frequent	

**Erfassung der Sumpfschachtelhalm-Bestände in der Dümmeniederung**

**NSG Ochsenmoor**

Auftraggeber: 	Stand: 09/2008 Datum: 20.11.2008 Maßstab: 1 : 15.000	Karte Nr.: 1 bearb.: vb gez.: vb
---	--	--

Verfasser:  <b>BMS - Umweltplanung</b> Rini, Müller & Schönlein GbR Heerstraße 60 • 40874 Osnabrück Tel.: 0541 - 1 55 55 24 Fax: 0541 - 9 15 78 44 Email: info@bms-umweltplanung.de http://www.bms-umweltplanung.de	Kartengrundlage: DGK 5 (maßstäblich verändert)  Vermessungs- und Katasterverwaltung Niedersachsen 0 300 600 Meter 
--	--

## Anlage A1b: Verteilung des Sumpfschachtelhalms, westl. Dümmerniederung



### Wuchsdichte des Sumpfschachtelhalms

#### Mit GPS abgegrenzte Bestände

- selten
- selten - frequent
- frequent
- frequent - dominant
- dominant

#### Parzellen ohne GPS-Einmessung

- selten, ohne Lokalisierung in der Parzelle
- flächig oder bereichsweise frequent
- Grenzen der Vegetationseinheiten 2006
- Grenze des Untersuchungsgebietes

### Erfassung der Sumpfschachtelalm-Bestände in der Dümmerniederung

#### NSG Westliche Dümmerniederung (Teilgebiet)

Auftraggeber:



Stand: 09/2008

Karte Nr.: 2

Datum: 20.11.2008

bearb.: vb

Maßstab: 1: 15.000

gez.: vb

Verfasser:



**BMS - Umweltplanung**  
Bilim, Müller & Schönheim GbR

Heerenstraße 101 · 43874 Overath  
Tel.: 05141 - 159 9924  
Fax: 05141 - 915 7044  
Email: info@bms-umweltplanung.de  
http://www.bms-umweltplanung.de

Kartengrundlage:

DGK 5 (maßstäblich verändert)

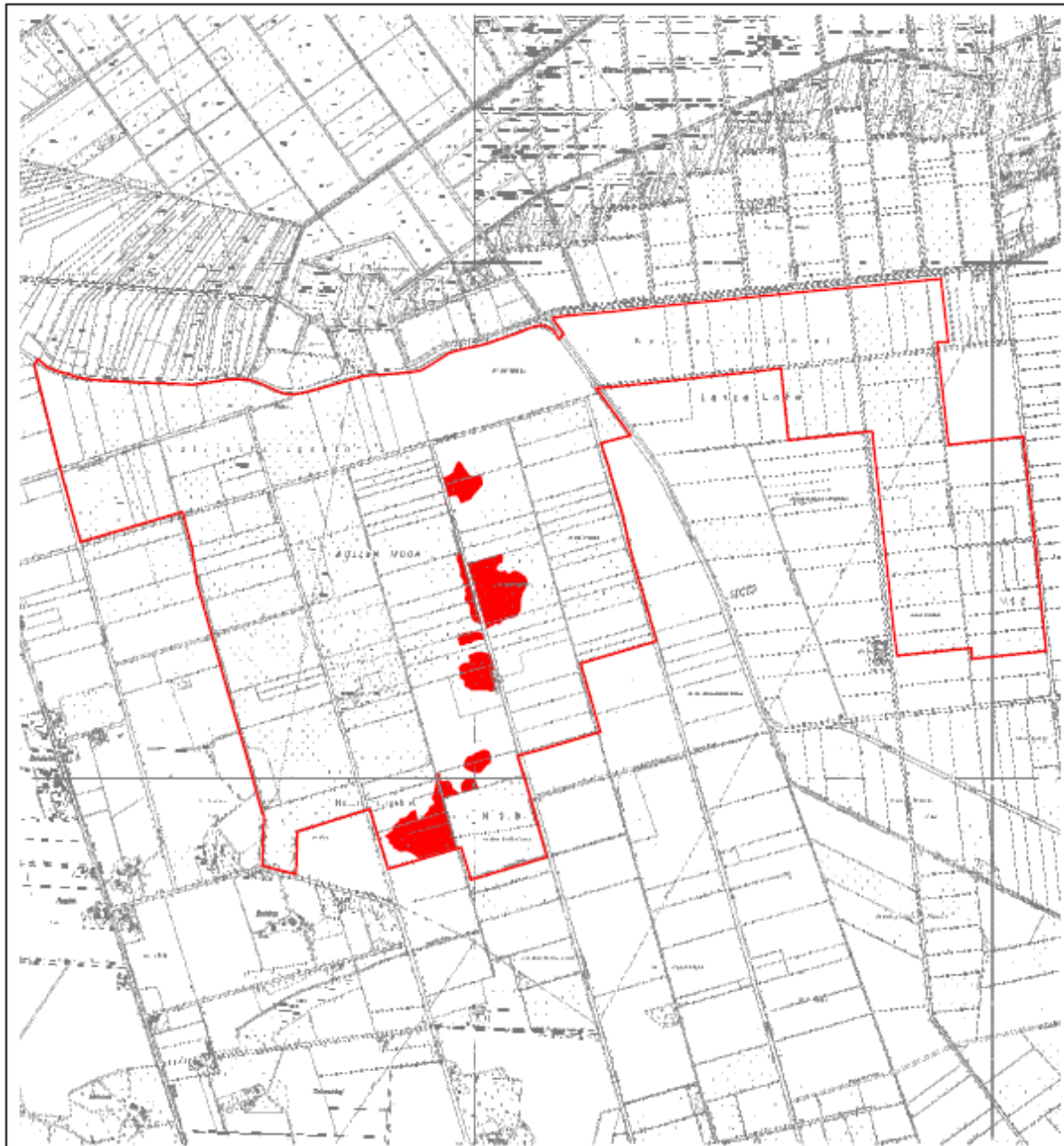


0 300 600 Meter





# Anlage A1c: Verteilung des Sumpfschachtelhalms, Boller Moor



<p><b>Wuchsdichte des Sumpfschachtelhalms</b></p> <p>Mit GPS abgegrenzte Bestände</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> selten</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span> selten - frequent</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> frequent</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></span> frequent - dominant</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: magenta; border: 1px solid black;"></span> dominant</li> </ul> <p>Parzellen ohne GPS-Einmessung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black;"></span> selten, ohne Lokalisierung in der Parzelle</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> flüchtig oder bereichsweise frequent</li> </ul> <p><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 2px solid red;"></span> Grenze des Untersuchungsgebietes</p>		<p><b>Erfassung der Sumpfschachtelalm-Bestände in der Dümmerniederung</b></p> <p><b>NSG Boller Moor und Lange Loh</b></p>	
<p>Auftraggeber:</p> 		<p>Stand: 09/2008</p> <p>Datum: 20.11.2008</p> <p>Maßstab: 1 : 15.000</p>	<p>Karte Nr.: 3</p> <p>bearb.: vb</p> <p>gez.: vb</p>
<p>Verfasser:</p>  <p><b>BMS - Umweltplanung</b> Büro, Müller &amp; Schönheim GmbH</p> <p>Hewesstraße 50 • 40874 Odenbrück Tel.: 0541 - 1 55 59 24 Fax: 0541 - 9 15 79 44 Email: info@bms-umweltplanung.de http://www.bms-umweltplanung.de</p>		<p>Kartengrundlage:</p> <p>DGK 5 (maßstäblich vorhanden)</p>  <p>AVKV Vermessungs- und Katasterverwaltung Niederrhein</p> <p>0 300 600 Meter</p> 	

## **Anlage A2**

### **Profilgrabung und Rhizombeobachtung auf Problemflächen mit Sumpfschachtelhalm (*Equisetum Palustre*) - Verfasserin: Christiane Weil**

#### **Gliederung**

Abbildungsverzeichnis	- 110 -
Tabellenverzeichnis	- 110 -
1 Zielstellung	- 111 -
2 Methoden	- 111 -
2.1 Profilgrabung	- 111 -
2.2 Rhizombeobachtung	- 112 -
3 Profilaufnahmen	- 112 -
3.1 Pferdeweide	- 112 -
3.2 Schafweide	- 114 -
3.3 Rinderweide	- 117 -
3.4 Versuchsfläche Asselersand	- 119 -
4 Ergebnisse Rhizombeobachtung	- 121 -
4.1 Morphologie der Rhizome	- 121 -
4.2 Grabungen Schafweide	- 122 -
4.3 Grabung Asselersand	- 123 -
5 Zusammenfassung und Diskussion	-120-
Literaturverzeichnis	-121-



## **Abbildungsverzeichnis**

Abb.1: Profilaufnahme Pferdeweide, sehr flachgründiges Erdniedermoor	- 113 -
Abb.2: Profilaufnahme Schafweide	- 116 -
Abb.3: Profilaufnahme Rinderweide, Tiefpflugsanddeckkultur mit anthropogenem Mischhorizont R	- 118 -
Abb.4: Profilaufnahme Versuchsfläche Asselersand, Flusskalkmarsch	- 120 -
Abb.5: SSH-Rhizome, Alter und Tiefe nach links zunehmend	- 122 -

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Übersicht über die Standorte	- 111 -
Tab. 2: Oberirdischer Zustand der Wedel bei erster Grabung auf Schafweide	- 122 -
Tab. 3: Ober- und unterirdische Triebe des SSH bei zweiter Grabung auf Schafweide	- 123 -

## 1 Zielstellung

Auf vier verschiedenen Flächen werden 2010 Versuche zu der Wirksamkeit des Unterschneidungsverfahrens mit Gänseflugsschar gegen Sumpfschachtelhalm (SSH) vorgenommen. Das Verfahren zeigt in den Vorjahren schwankende Erfolge deren Abhängigkeit von dem jeweiligen Standort, insbesondere dessen Bodenprofil, überprüft werden soll.

In einem zweiten Untersuchungsschritt wird die Wirkung des Unterschneidungsverfahrens auf die ober- und unterirdischen Teile der Pflanze beobachtet. Folgende Hypothesen für die Weiterentwicklung der Pflanze nach der Unterschneidung sollen überprüft werden:

1. Die entwickelten oberirdischen Triebe und das über der Schnittebene liegende Vertikalrhizom stirbt ab, es erfolgt hieraus kein neuer Austrieb.
2. Ein Neuaustrieb erfolgt aus den Nodien des unter der Schnittstelle liegenden Vertikalrhizomes in der vorliegenden Vegetationsperiode.
3. Es erfolgt eine Neubildung von Vertikalrhizomen aus dem Horizontalrhizom (Hauptstamm) in der vorliegenden Vegetationsperiode.

## 2 Methoden

### 2.1 Profilgrabung

Auf jeder der Flächen wird ein Bodenprofil von einem Meter Breite bis zum Erreichen des Untergrundhorizontes freigelegt. Relief, Nutzungsart und Entwässerungsmaßnahmen werden beschrieben. Vorgefundene Horizonte werden abgegrenzt und bestimmt sowie Hydromorphiemerkmale festgehalten. Die Bodenart der Horizonte wird per Fingerprobe und der Carbonatgehalt durch Zugabe von 10 prozentiger Salzsäure nach KA 5 (Sponagel 2005) eingeschätzt. Auf zwei der vier Standorte wird der Profilaufbau durch 8-9 Einschläge mit einem Pürkhauer bis in 1 m Tiefe überprüft.

Weiterhin wird die Lage der Vertikal- und Horizontalrhizome des SSH im Boden festgehalten.

Tab. 1: Übersicht über die Standorte

Bezeichnung	Flurstück	Flur	Gemarkung
Pferdeweide Ochsenmoor	81	2	Stemshorn
Schafweide Ochsenmoor	9	3	Stemshorn
Rinderweide Ochsenmoor	53	3	Stemshorn
Versuchsfläche Asselersand	201 (Schlagnummer)		

## **2.2 Rhizombeobachtung 2010**

Auf der Versuchsfläche Schafweide Ochsenmoor werden Grabungsproben aus dem unterschrittenen Bereich und aus dem unbehandelten Bereich der Fläche genommen. Die erste Beprobung erfolgt Anfang Juni etwa fünf Wochen nach der Unterschneidung und ein weiteres Mal, Mitte Juli. Es werden jeweils zwei gewöhnliche Bodenprofile angelegt und bestimmt. Bei dem Abtrag des Materials in Schichten von etwa 20 cm werden Vertikal- sowie Horizontalrhizome auf deren Lage und Zustand untersucht (Vertrocknung, Faulen, Neuaustrieb). Außerdem wird vor der Grabung die Anzahl und der Zustand der oberirdischen Triebe aufgenommen.

Ein ähnliches Vorgehen findet auf der Versuchsfläche Asselersand Anwendung. Allerdings nur zu einem Grabungstermin Ende Juni, drei Monate nach der Unterschneidung.

## **3 Profilaufnahmen**

### **3.1 Pferdeweide**

Die untersuchte Fläche liegt in einem Tiefenbereich des Makroreliefs und wird als nicht bis kaum geneigt eingestuft, ein ebenes Mikrorelief zeichnet sich ab. Seit 1988 befindet sich die Fläche in extensiver Grünlandnutzung. Die Nutzungsgeschichte beinhaltet keine Bewirtschaftung als Acker. Seit 1953 besteht eine tiefe randliche Grabenentwässerung, durch regelbare Staue wird der Wasserstand jedoch seit 1992 kontrolliert. Die Fläche soll im Jahresverlauf nur kurzfristig überstaut werden, Wasserstände von maximal 40 cm unter Flur werden für die Bewirtschaftungsperiode angestrebt.

Die Profilgrabung erfolgte am 22.07.2010 bis in eine Tiefe von 1,2 m. Der Oberboden ist durch Niederschläge am Vortag frisch, in einer Tiefe von 97 cm wird zu diesem Zeitpunkt das Grundwasser erreicht.

Das Profil stellt ein sehr flachgründiges, Erdniedermoor (KV) dar. Die vorgefundenen Horizonte (Abb. 1) werden im Folgenden beschrieben. Es schließt sich ein Vergleich mit den Pürkhauer Bohrproben an.

## Pferdeweide

nHv 0-15 cm

Niedermoorhorizont aus Resten torfbildender Pflanzen, vererdet. Die Torfart ist durch die Vererdung nicht mehr zu identifizieren. Der Horizont ist carbonatfrei.

nHt 15-40 cm

Niedermoorhorizont aus Resten torfbildender Pflanzen, geschrumpft. Die Torfart ist nicht identifizierbar und der Horizont carbonatfrei.

fFo 40-79 cm

Fossiler semisubhydrischer Horizont, oxidiert. Die carbonatreiche Schluffmudde (Fmu) weist besonders in Rissen im Bereich von 40-55 cm Tiefe helle, oxidative Verrostungsmerkmale auf.

fF 79-96 cm

Fossiler semisubhydrischer Horizont, bestehend aus einer Sandmudde (Fms), carbonatfrei.

C 96-120 cm

Der Unterbodenhorizont besteht aus reinem Sand und ist carbonatfrei.






	Tiefe	Horizont	Bodenart	Carbonatgeh.
	0-15 cm	nHv	H	c0
	15-40 cm	nHt	H	c0
	40-79 cm	fFo	Fmu	c4
	79-96 cm	fF	Fms	c0
	96-120 cm	C	Ss	c0

Abb.1: Profilaufnahme Pferdeweide, sehr flachgründiges Erdniedermoor

Die horizontalen Hauptrhizome des SSH, inklusive Stärkeknollen, liegen zwischen 70 und 90 cm Tiefe. Sie ziehen sich also überwiegend durch die Sandmudde. Erste weniger dicke Horizontalrhizome finden sich in der Schluffmudde ab 55 cm Tiefe. Die Vertikalrhizome durchziehen den Boden von dieser Tiefe bis zur Oberfläche.

Neun Einschlüsse mit einem Pürkhauer zeigen einen sich verändernden Profilaufbau in der Fläche. Die Torfauflage bestehend aus nHv und nHt Horizont ist im arithmetischen Mittel 34 cm mächtig. Die Werte liegen zwischen 40 und 28 cm. Der oberste Horizont kann in einem Fall schon als anmooriger Oberboden (Aa) eingeschätzt werden. Fünf Bohrproben weisen ebenfalls eine carbonatreiche Schluffmudde auf, die restlichen vier Proben enthalten in dieser Tiefe eine Schicht mit Bruchwaldtorf. In diesen Fällen schließt sich eine schluffreiche aber carbonatfreie Sandmudde (Fms/mu) über dem C-Horizont an. Die zuerst beschriebene Horizontabfolge findet sich in der westlichen, die abweichende Horizontabfolge in der östlichen Versuchsparzelle. Beide Profilvarianten finden sich auf der mittleren Parzelle.

### **3.2 Schafweide**

Die untersuchte Fläche liegt in einem Tiefenbereich des Makroreliefs und wird als nicht bis kaum geneigt eingestuft, ein ebenes Mikrorelief zeichnet sich ab. Seit 1989 befindet sich die Fläche in extensiver Grünlandnutzung. Die Nutzungsgeschichte beinhaltet keine Bewirtschaftung als Acker. Seit 1953 besteht eine tiefe randliche Grabenentwässerung, durch regelbare Staue wird der Wasserstand jedoch seit 1992 kontrolliert. Die Fläche soll im Jahresverlauf nur kurzfristig überstaut werden, Wasserstände von etwa 30 cm unter Flur werden für die Bewirtschaftungsperiode angestrebt.

Die Profilgrabung erfolgt am 22.07.2010 bis in eine Tiefe von 0,9 m. Der Oberboden ist durch Niederschläge am Vortag frisch, in einer Tiefe von 0,8 m wird zu diesem Zeitpunkt das Grundwasser erreicht.

Das Profil stellt ein sehr flachgründiges, Erdniedermoor (KV) dar. Die vorgefundenen Horizonte (Abb.2) werden im Folgenden beschrieben. Es schließt sich ein Vergleich mit den Pürkhauer Bohrproben an.

## **Schafweide**

nHv 0-25 cm

Niedermoorhorizont aus Resten torfbildender Pflanzen, vererdet. Die Torfart (H) ist durch die Vererdung nicht mehr zu identifizieren. Der Horizont ist carbonatfrei.

fFo 25-46 cm

Fossiler semisubhydrischer Horizont, oxidiert. Detritusmudde mit hohem Schluffgehalt (Fhg/mu), carbonatreich (c4). Besonders Risse in der Mudde weisen helle Verrostungen (eh) auf.

Go 46-68 cm

Semiterrestrischer Bodenhorizont mit Grundwassereinfluss, oxidiert. Die Bodenart ist Reinsand es bilden sich hellrostfarbene Oxidationsmerkmale ab, die auf wechselnde Feuchtebedingungen in dieser Tiefe schließen lassen. Der Horizont ist carbonatfrei.

Gr 68-73 cm

Semiterrestrischer Bodenhorizont mit Grundwassereinfluss, reduziert. Die Bodenart ist Reinsand es bilden sich schwarze Reduktionsmerkmale ab. Der Horizont ist carbonatfrei.

fF 73-76 cm

Fossiler semisubhydrischer Horizont. Die Sandmudde (Fms) enthält einen deutlichen Anteil an organischer Substanz, sie ist carbonatfrei.

C 76-90 cm

Der Unterbodenhorizont besteht aus reinem Sand und ist carbonatfrei.







	Tiefe	Horizont	Bodenart	Carbonatgeh.
	0-25 cm	nHv	H	c0
	25-46 cm	fFo	Fhg/mu	c4
	46-68 cm	Go	Ss	c0
	68-73 cm	Gr	Ss	c0
	73-76 cm	fF	Fms	c0
	70-110 cm	C	Ss	c0

Abb.2: Profilaufnahme Schafweide, sehr flachgründiges Erdniedermoor

Die horizontalen Hauptrhizome des SSH, inklusive Stärkeknollen, liegen zwischen 45 und 60 cm Tiefe. Sie ziehen sich also überwiegend durch die beiden grundwasserbeeinflussten Horizonte aus Reinsand. Einzelne Horizontalrhizome bahnen sich auch ihren Weg durch den unteren Bereich der Detriusmudde. Die Vertikalrhizome durchstoßen die Mudde und verzweigen sich im oberflächennahen Bereich des Torfhorizontes.

Acht Einschlüsse mit einem Pürkhauer bestätigen den Profilaufbau überwiegend. Die Torfaufgabe beträgt im arithmetischen Mittel 33 cm. In vier Bohrproben wird ein Torfschrumpfungshorizont (Ht) identifiziert der hier mit einberechnet ist. Die Detriusmudde erreicht eine mittlere Mächtigkeit von 17 cm, in einem Fall ist sie carbonatfrei. Bei fünf der Bohrungen kann entweder kein G- oder kein fF-Horizont identifiziert werden. Es ist allerdings unklar ob diese nicht ausgeprägt oder durch die Pürkhauerbohrung schwierig zu identifizieren sind.

### **3.3 Rinderweide**

Die untersuchte Fläche liegt in einem Tiefenbereich des Makroreliefs und wird als nicht bis kaum geneigt eingestuft. Ein ebenes bis leicht welliges Mikrorelief zeichnet sich ab. Seit 1995 befindet sich die Fläche in extensiver Grünlandnutzung. Eine Ackernutzung vor 1970 ist wahrscheinlich, später wird die Fläche allerdings ausschließlich als Grünland bewirtschaftet. Seit 1953 besteht eine tiefe randliche Grabenentwässerung, durch regelbare Staue wird der Wasserstand jedoch seit 1992 kontrolliert. Die Fläche soll im Jahresverlauf nur kurzfristig überstaut werden, Wasserstände von maximal 60 cm unter Flur werden für die Bewirtschaftungsperiode angestrebt.

Die Profilgrabung erfolgt am 22.06.2010 bis in eine Tiefe von 1,1 m. Der Oberboden ist ausgetrocknet, in einer Tiefe von 0,7 m wird zu diesem Zeitpunkt das Grundwasser erreicht. Das ursprüngliche Profil des Bodentyps Normniedermoor (HNn) ist durch eine Tiefpflügung stark verändert und kann nun als Tiefpflugsanddeckkultur beschrieben werden. Folgende Horizonte werden abgegrenzt und können anhand der Abbildung 3 Nachvollzogen werden:

#### Aa 0-10 cm

Anmooriger Oberbodenhorizont, gekennzeichnet durch die Anreicherung organischer Substanz nach dem Übergang zur Grünlandnutzung. Der mineralische Anteil besteht aus reinem Sand (Ss). Der Horizont wird als carbonatfrei (c0) eingestuft.

#### oAp 10-25 cm

Organisch angereicherter Oberbodenhorizont gepflügt. Dieser Horizont weist eine regelmäßige Durchmischung von Mineral- und Torfboden durch Pflügung auf. Wobei das mineralische Material aus reinem Sand besteht und die Torfkomponente vererdeten Radzellentorf (Hnr) darstellt. Hellrostfarbene oxidative Merkmale (eh) weisen auf wechselnde Feuchtebedingungen hin. Der Horizont wird als carbonatfrei eingestuft.

#### R 25-70 cm

Anthropogener Mischhorizont, durch tiefgreifende bodenmischende Maßnahmen entstanden. Er stellt eine keilförmige Verzahnung von dem Mineralboden als Reinsand, der kalkhaltigen Detritusmudde (Fhg/mk) und dem stark zersetzten Radzellentorf dar. Der Sand ist durch reduzierende Bedingungen blaugrau gefärbt (rg) was auf einen langfristigen Grundwassereinfluss schließen lässt. Der Horizont ist carbonathaltig (c3) und im Bereich der Muddestücke auch sehr carbonatreich (c5).



C 70-110 cm

Der Untergrundhorizont besteht aus schwach lehmigem Sand (SI2) er wird als carbonatfrei eingestuft.

Es werden keine zusätzlichen Einschlüsse mit dem Pürkhauer vorgenommen da durch die Vermischung der ursprünglichen Horizonte kein klares Bild zu erwarten ist.

Die Horizontalrhizome des Sumpfschachtelhalms werden in der Tiefe von 25-60 cm im R Horizont gefunden. Die Vertikalrhizome verlaufen hiervon ausgehend zur Oberfläche.





	Tiefe	Horizont	Bodenart
	0-10 cm	Aa	Ss
	10-25 cm	oAp	Ss, Hnr
	25-70 cm	R	Ss, Hnr, Fhg/mk
	70-110 cm	C	SI2

Abb.3: Profilaufnahme Rinderweide, Tiefpflugsanddeckkultur mit anthropogenem Mischhorizont R

### **3.4 Versuchsfläche Asselersand**

Die untersuchte Fläche liegt im Tidebereich der Elbe direkt hinter dem Vordeich. Das Wasser strömt durch ein Gräbensystem frei ein und aus. Bei Hochwassergefahr werden die Zuflüsse jedoch verschlossen, so dass der aktuelle Materialeintrag durch Überflutungen als eher gering einzuschätzen ist.

Das flache, ebene Makrorelief ist durch die Anlage von Grüppen und Beeten in der Fläche als wellig einzustufen. Durch die Grüppen und das Grabensystem erfolgt eine Dränung des Bodens. Die Fläche steht unter dauerhafter Grünlandnutzung und wird als Mähweide bewirtschaftet.

Die Grabung erfolgt am 30.06.2010 bis in eine Tiefe von 1,6 m. Der Oberboden ist stark ausgetrocknet, in einer Tiefe von 1,4 m wird zu diesem Zeitpunkt das Grundwasser erreicht. Das Profil (Abb. 4) stellt eine Flusskalkmarsch (MCf) mit der typischen Horizontabfolge tpAh / tpeGo / tpeGr dar, die im Folgenden genauer beschrieben wird.

tpAh 1-15 cm

Perimariner (tidal-fluviatiler) Oberboden mit Humusanreicherung. Der schluffige Lehm (Lu) ist als carbonatfrei (c0) einzuschätzen.

tpeGo 15-145 cm

Perimariner, mergeliger, semiterestrischer Bodenhorizont mit Grundwassereinfluss und oxidativen Merkmalen. Der mitteltonige Lehm (Lt3) ist von etwa 2 cm mächtigen Sandbändern aus Feinsand und schichtenhaft auftretenden Muschelresten durchzogen. Diese werden im Profil nicht sichtbar, fallen aber bei der Grabung auf. Der Horizont weist diffuse und auch stark kongregierte Verrostungen auf (ed/eh). Er wird als stark bis sehr carbonatreich (c4-c5) eingeschätzt.

tpeGr 145-160 cm

Perimariner, mergeliger, semiterestrischer Bodenhorizont mit Grundwassereinfluss und reduktiven Merkmalen. Der mitteltonige Lehm (Lt3) ist durch Eisensulfide gleichmäßig schwarz gefärbt (rs) und zeigt hierdurch die reduzierenden Bedingungen dieses Horizontes an. Das Bodenmaterial ist carbonathaltig (c3).

	Tiefe	Horizont	Bodenart	Carbonatgeh .
	0-15 cm	tpAh	Lu	c0
	25-70 cm	tpeGo	Lt3	c4-5
	145-160 cm	tpeGr	Lt3	c3

Abb.4: Profilaufnahme Versuchsfläche Asselersand, Flusskalkmarsch

Es werden keine zusätzlichen Einschläge mit dem Pürkhauer vorgenommen da in dem Marschboden keine kleinräumigen Profilunterschiede zu erwarten sind.

Die Horizontalrhizome des SSH, inklusive Stärkeknollen, liegen in dem tpeGr Horizont, unterhalb von 150 cm Tiefe. Von dieser Ebene der Hauptrhizome ausgehend durchziehen Vertikalrhizome tpeGo und tpAh Horizont.

## 4 Ergebnisse Rhizombeobachtung

### 4.1 Morphologie der Rhizome

Der allgemeine Aufbau des SSH-Rhizoms lässt sich gefolgt beschreiben:

Von der Ebene des Hauptstammes ausgehend durchziehen Vertikalrhizome in abnehmender Dicke aber zunehmender Verzweigung den Boden nach oben hin. Kurz unter der Erdoberfläche 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 (siehe Abb. 5, rechts) unter der Oberfläche bereit. 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. Ebenso verändert sich die Farbe der Triebe von schwarz in den obersten 20 bis 30 cm (Abb. 5, Zweites von rechts) zu rötlich-braun in den darunter liegenden Schichten. Der Hauptstamm besteht aus horizontalen Rhizomen mit einem Durchmesser von 5 bis 10 mm. Die Farbe ist offensichtlich von dem Alter der Rhizome abhängig: Junge Rhizome mit Meristemspitze sind gelblich, es folgt ein rötlicher Bereich der später in auberginefarben übergeht (Abb. 5, 1-4 von links). Die Horizontalrhizome verzweigen sich an den Nodien und bilden somit ein Netz im Boden aus. Außerdem befinden sich dunkelbraune bis schwarze Speicherknollen (10-20 mm lang, ca. 5 mm Durchmesser) an manchen Nodien des Horizontalrhizomes. Weiterhin sind die Nodien des Horizontalrhizoms Ausgangspunkte für die Vertikalrhizome. An allen Nodien der vertikalen und horizontalen Rhizome befindet sich ein Wurzelkranz. Es werden keine korkenzieherartigen langen Wurzeln, wie sie Köhler (1971) beschreibt gefunden. Davon abgesehen stimmen die aktuellen Beobachtungen aber mit der älteren Quelle (ebenda) überein.



Abb.5: SSH-Rhizome, Alter und Tiefe nach links zunehmend

#### 4.2 Grabungen Schafweide

Die erste Grabung findet bei mittlere Bodenfeuchte bis in 80 cm Tiefe statt. Das Grundwasser steht zu diesem Zeitpunkt etwa 60 cm unter Flur. Der Aufbau des Bodenprofils und die Lage der vertikal sowie Horizontalrhizome ist Kapitel 3.2 zu entnehmen.

Tab. 2: Oberirdischer Zustand der Wedel bei erster Grabung auf Schafweide

nicht unterschritten	unterschnitten
130 Triebe SSH / m <sup>2</sup>	50 Triebe SSH / m <sup>2</sup>
davon beschädigt 10	davon beschädigt 25
WS 1: 30 %	WS 1: 70 %
WS 2: 70%	WS 2: 30%
Wuchshöhe: 5 - 35 cm, durchschnittlich 15 cm	Wuchshöhe: 5 - 26 cm, durchschnittlich 10 cm

Der unterschrittene Bereich kann unterirdisch folgendermaßen mit dem nicht unterschrittenen verglichen werden:

Die Unterschneidungslinie wird klar aufgefunden, sie befindet sich etwa in den ersten 10 cm der Detriusmudde. Die durchtrennten Rhizome weisen keine Fäulnis oder Vertrocknung auf.

Es gibt keine eindeutigen Unterschiede hinsichtlich der Neuaustriebsrate zu dem nicht unterschnittenen Bereich ober- oder unterhalb des Schnitthorizontes. Eine oberhalb der Schnittstelle liegende Stärkeknolle ist aufgebraucht.

Die zweite Grabung erfolgt am 22.07.2010 bis in eine Tiefe von 0,9 m. Der Oberboden ist durch Niederschläge am Vortag frisch, in einer Tiefe von 0,8 m wird das Grundwasser erreicht. Der Aufbau des Bodenprofils und die Lage der vertikal sowie Horizontalrhizome ist Kapitel 3.2 zu entnehmen.

Oberirdisch werden im nicht unterschnittenen Bereich etwa doppelt so viele SSH-Triebe gezählt wie im unterschnittenen (Tab. 3). Die Anzahl junger Rhizomtriebe in 5-25 sowie 46-60 cm Tiefe unterscheidet sich kaum zwischen den beiden Varianten. Im Bereich des Schnitthorizontes werden in der unterschnittenen Variante jedoch deutlich mehr junge Triebe gezählt (Tab. 3) die bis zu 30 cm lang sind. Die Neuaustriebe entspringen ausschließlich den Nodien der vertikalen Rhizome unterhalb der Schnittfläche. Die durchtrennten Rhizome weisen keine Fäulnis oder Vertrocknung auf.

Tab. 3: Ober- und unterirdische Triebe des SSH bei zweiter Grabung auf Schafweide

nicht unterschnitten	unterschnitten
Triebe SSH/m <sup>2</sup> (oberirdisch)	
67	31
Junge Rhizomtriebe/m <sup>2</sup> , 5-25 cm Tiefe	
9	6
Junge Rhizomtriebe/m <sup>2</sup> , 25-46 cm Tiefe	
6	29
Junge Rhizomtriebe/m <sup>2</sup> , 46-60 cm Tiefe	
2	2

### **4.3 Grabung Asselersand**

Die Grabung erfolgt bis in eine Tiefe von 1,6 m. Der Oberboden ist stark ausgetrocknet, in einer Tiefe von 1,4 m wird das Grundwasser erreicht. Angaben zum Aufbau des Bodenprofils und der Lage der Vertikal- sowie Horizontalrhizome sind Kapitel 3.4 zu entnehmen.

Im nicht unterschnittenen Bereich werden in 10-30 cm Tiefe auf 1 m<sup>2</sup> nur 2, in 30-60 cm Tiefe nur 5 junge Rhizomtriebe gefunden. Oberirdisch werden vor der Grabung 105 Wedel SSH/m<sup>2</sup> gezählt.



Der unterschnittene Bereich zeigt keine oberirdischen Wedel. Kurz unter der Oberfläche enden die meisten Vertikalrhizome ohne Triebbildung. Wenige 1-3 cm lange, weißliche Triebe befinden sich in den obersten 5cm. In der Tiefe von 40-60 cm werden mindestens 15 junge Austriebe an den Nodien der Vertikalrhizome unterhalb des Schnitthorizontes (35 cm) gefunden. Die durchtrennten Rhizome weisen keine Fäulnis oder Vertrocknung auf. Das Horizontalrhizom wird in beiden Varianten auf Grund der Tiefe nicht untersucht.

## **5 Zusammenfassung und Diskussion**

Der Hauptstamm des Sumpfschachtelhalms, d.h. seine Horizontalrhizome von deren Nodien die Vertikalrhizome ausgehen und auch Speicherknollen ausgebildet werden, liegt an den vier Standorten in unterschiedlicher Tiefe. Erste Horizontalrhizome werden auf der Rinderweide bereits in 25 cm und am Versuchstandort Asselersand erst in 150 cm Tiefe gefunden. Ähnlich ist jedoch die Art der Horizonte in welchen der Hauptstamm liegt, sie weisen reduktive Merkmale auf oder liegen im Grundwasserschwankungsbereich. Scheinbar werden auch Horizonte mit überwiegend mineralischer, lockerer Bodenart wie Sand bevorzugt. Ob ein Zusammenhang zwischen dem Unterschneidungserfolg und der Tiefe des Hauptstammes besteht kann mit Hilfe der Zählung der SSH-Triebe auf den Versuchsflächen untersucht werden.

Die Rhizombeobachtung zeigt, dass keine Erschöpfung des SSH bei einmaliger Unterschneidung zu erwarten ist. Oberirdisch und oberhalb des Schnitthorizontes stellt sich eine Art Wachstumsstillstand ein. Ein Absterben der Rhizome, wie in Hypothese eins vermutet, kann nach drei Monaten nicht beobachtet werden. Der Nachwuchs erfolgt dagegen aus den Nodien der Vertikalrhizome direkt unterhalb der Schnittlinie. Hypothese zwei kann also bestätigt werden. In dieser Tiefe ist auf beiden untersuchten Standorten eine vermehrte Triebbildung im Vergleich zur nicht unterschnittenen Variante zu erkennen. Innerhalb von drei Monaten nach der Unterschneidung bilden sich bis zu 30 cm lange Vertikalrhizome. Hypothese drei geht von einer verstärkten Bildung von Vertikalrhizomen durch den Hauptstamm aus. Für den Standort Schafweide kann diese Vermutung nicht bestätigt werden. Im NSG Asseler Sand wird der Hauptstamm aufgrund seiner Tiefe nicht untersucht. Ein absterben des SSH-Rhizoms ist auch durch wiederholtes Unterschneiden aus meiner Sicht heraus nicht zu erwarten. Einige Rhizome haben selbst die anhaltende Standortveränderung durch die tiefgründige Entwässerung zwischen 1953 und 1992 überlebt und ermöglichen nun die Wiederausbreitung der Pflanze. Vor diesem Hintergrund ist es ratsam Nutzungsstrategien zu finden, die mit dem SSH-Auftreten vereinbar sind. Eine nachhaltige Bekämpfung im Sinne des Naturschutzes scheint dagegen aussichtslos.



## **Literaturhinweise (Anlage A1):**

KAMPHUES, J. & WOLF, P. (2010): Untersuchungen zu nachteiligen Effekten einer Aufnahme von getrocknetem Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) bei Wiederkäuern und Pferden, Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten unter Berücksichtigung der Sporenpflanze Sumpfschachtelhalm, Landwirtschaftskammer Niedersachsen (*vgl. Anlage B1*)

KÖHLER, I. (1971): Verbreitung, Biologie und Bekämpfung des Sumpfschachtelhalmes, Paul Parey, Hamburg

SPONAGEL, H. (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Hannover

Forenbacher, 1952: Schachtelhalmvergiftung der Pferde – eine B1-Avitaminose, Schweizer Archiv für Tierheilkunde 94, S. 153-171.

LIEBENOW, H. & K. LIEBENOW 1981: Giftpflanzen . – VEB Fischer-Verlag, Jena, 2. Auflage, 248 S.

RAUSCHERT, S. 1961: Wiesen- und Weidepflanzen. Erkennung, Standort und Gesellschaftung, Bewertung und Bekämpfung. – Neumann-Verlag Radebeul; 406 S.

BRIEMLE, G. (2000): Giftpflanzen des Grünlandes – Wirkung auf Nutztier und Mensch, sowie Bekämpfungsmaßnahmen, Bildungs- und Wissenszentrum für Viehhaltung, Grünlandwirtschaft, Wild und Fischerei, Aulendorf (LVVG) Atzenberger Weg 99 D - 88 326 Aulendorf



# Anlage B1



## Projektbericht

### Untersuchungen zu nachteiligen Effekten einer Aufnahme von getrocknetem Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) bei Wiederkäuern und Pferden

(Die erste Veröffentlichung erfolgte bereits im Zwischenbericht 2010)

#### 1. Einleitung

Hintergrund des vorliegenden Teilprojektes war eine massive Kontamination von Weideflächen im Bereich Asseler Sand mit Sumpfschachtelhalm (SSH). Hier konnten bei einer Weidekartierung pro Quadratmeter durchschnittlich 248 Wedel mit einer durchschnittlichen Masse von 2,13 g pro Wedel (ursprüngliche Substanz=uS) ermittelt werden. Auf den gesamten Weideaufwuchs (uS) bezogen betrug der Anteil des Sumpfschachtelhalmes 28,7%. Zu den toxischen Inhaltsstoffen des SSH gehören laut Angaben der Literatur Palustrin (Equisetin), Palustridin (0,5 – 3,0 %; Variation während der Vegetationsperiode), Thiaminase, Kieselsäure (5 – 10%), Oxalsäure sowie Flavonoide (u.a. Kampferöl). Von diesen Inhaltsstoffen sollen beim **Wiederkäuer** die Wirkungen des Palustrin im Vordergrund stehen. Zu den klinischen Symptomen zählen eine schlechte Aufnahme des Futters (→ reduzierte Akzeptanz → Leistungseinbußen), Störungen im Bereich des Gastrointestinaltraktes (Diarrhoe, Indigestionen), zentralnervöse Störungen (Unruhe, Ataxie) sowie Störungen des Allgemeinbefindens (Apathie). Im Gegensatz hierzu stehen bei **Pferden** die Wirkungen der Thiaminase im Vordergrund. Diese führen aufgrund eines Thiamin-Mangels (Thiamin= Vitamin B<sub>1</sub>) in erster Linie zu zentralnervösen Störungen, die sich zunächst in Form von Hyperästhesien und Konvulsionen, im weiteren Verlauf als Apathie und Ataxie äußern (das klinische Bild wird daher auch als „Tamelkrankheit“ bezeichnet).

Insgesamt wurden diese Symptome vielfach in Fallberichten beschrieben, ohne dass aber eine genaue Dosis angegeben wurde, ab bzw. bei der es zu diesen Störungen kam.

**Ziel** der vorliegenden Untersuchungen war daher die Ermittlung maximal tolerabler Mengen an Sumpfschachtelhalm im Grundfutter für Wiederkäuer (Schafe, Milchkühe) und Pferde.

## 2. Material und Methoden

### - Tiere

Für die Untersuchungen standen drei Schafe (Alter: 1 Jahr; Körpermasse: 40,2 ± 2,53 kg), zwei Milchkühe (Alter: 4 Jahre; Körpermasse 666 bzw. 754 kg) und drei Ponies (zwei Shettlandponies, ein Deutsches Reitpony; Alter: 4-8 Jahre; Körpermasse 104, 124 bzw. 302 kg) zur Verfügung. Diese wurden über jeweils 10 Tage an das Futter adaptiert, die eigentliche Versuchsphase betrug ebenfalls 10 Tage. Die Anfütterung erfolgte bei den Pferden in den Boxen (einstreulose Haltung der Tiere auf Gummimatten), für die eigentliche Versuchsphase befanden sich die Tiere in speziellen Bilanzständen (quantitative Erfassung von Harn und Kot). Die Schafe wurden ebenfalls einzeln und einstreulos auf Gummimatten in Boxen gehalten; da die Tiere die umgeschnallten Harntrichter und Kotbeutel tolerierten, war hier keine separate Aufstallung in Bilanzständen erforderlich. Die Kühe befanden sich in Anbindehaltung (Sägemehl statt Stroheinstreu).

### - Sumpfschachtelhalm (SSH)

Für die **Gewinnung** des SSH wurden die stark kontaminierten Weideflächen im Asseler Sand gemäht, der frisch geschnittene Aufwuchs in Jutesäcke gefüllt und sofort zum Institut für Tierernährung transportiert. Dort wurde der SSH von Hand aussortiert, wobei auch eine Differenzierung und Abtrennung zu evtl. vorkommendem Ackerschachtelhalm erfolgte. Der SSH wurde anschließend auf dem Boden des Stallgebäudes ausgebreitet und getrocknet (Bodentrocknung imitierend, also keine Wärmezufuhr).

Die Ermittlung der **chemischen Zusammensetzung** erfolgte nach üblichen Labormethoden (Rohnährstoffe mittels Weender Analyse; Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe, atomabsorptionsspektrometrisch; P: photometrisch, Na, K: flammenphotometrisch). Hier konnten zunächst folgende Nährstoffe ermittelt werden (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung des getrockneten Sumpfschachtelhalmes

Trockensubstanz	g/kg uS		916	
Rohasche			246*	
Rohprotein		g/kg TS	169	
Rohfett			19	
Rohfaser			178	
NfE			388	
Ca		11,7	Cu	7,92
P	g/kg TS	6,57	Zn	81,4
Mg		3,23	Fe	535
Na		3,55	Mn	100
K		10,5	Se	0,51

uS=ursprüngliche Substanz; TS = Trockensubstanz

\* 50% HCl-unlösliche Asche

Die Analyse des Palustringehaltes (s. Tabelle 2) erfolgte mittels HPLC/MS-Kopplung (Julius Kühn Institut Braunschweig). Für die Massenspektroskopie wurde das Esquire3000 von Bruker mit Ionenfalle und APCI-Quelle eingesetzt.

Tabelle 2:  
Palustringehalte im isolierten Sumpfschachtelhalm bzw. in kontaminiertem Grundfutter

Trocknungsverfahren	Probenmaterial	Gehalt (mg/kg TS)
Gefriertrocknung	SSH (isoliert; Ernte 2009)	187
	SSH-Gras-Gemisch (SSH-Anteil: 84% i. uS)	152
Bodentrocknung	SSH (isoliert; Ernte 2008)	120
	SSH (isoliert; Ernte 2009)	221
Heißlufttrocknung	SSH (isoliert; Ernte 2009)	163
	SSH-Gras-Gemisch (SSH-Anteil: 84% i. uS)	155
	SSH kontaminiertes Heu (SSH-Anteil 3 %)	6,50

Für die folgenden Fütterungsversuche wurde der SSH aus der „Ernte 2009“ mit einem Palustrin-Gehalt von 221 mg/kg TS fein vermahlen eingesetzt.

### - Challenge

Die nachfolgend beschriebene Rationsgestaltung (s. Tabelle 3) erfolgte unter der Zielsetzung einer vollständigen Aufnahme der jeweils angestrebten Mengen an SSH. Die Schafe erhielten Heu und ein kommerzielles Krafffutter, wobei letzteres vermahlen und mit SSH gemischt wurde. Neben der Kontrolle (kein Zusatz von SSH zum Krafffutter) wurde mit steigenden SSH-Zulagen zum Krafffutter ein Kontaminationsgrad von 5 bzw. 10 % der Gesamt-TS eingestellt. Ähnlich war die Rationsgestaltung bei den Ponies. Diese erhielten Heu und Mash, wobei der SSH wiederum dem Krafffutter zugemischt wurde. Neben der 5 bzw. 10%-Variante (Anteil des Sumpfschachtelhalmes an der Gesamt-TS) konnte hier zudem eine 20%-Variante geprüft werden. Zudem erfolgte bei dieser Variante ein Austausch des unbelasteten Heus gegen ein originär, d.h. natürlich kontaminiertes Heu (SSH-Anteil 3%; s. Tabelle 2) ausgetauscht.

Tab. 3: SSH-Kontamination der Rationen für Schafe, Kühe und Ponies

SSH-Kontamination (% der Gesamtaufnahme)	Schafe	Kühe	Ponies
0	X	X	X
1,25		X	
2,5		X	
5	X	X	X
10	X	Futterverweigerung	X
20	Futterverweigerung		X
Rationsgestaltung	Heu <i>Krafffutter</i>	TMR / Heu TMR / Heu	Heu <i>Mash</i>

kursiv: Rationskomponente, der SSH zugelegt wurde

Da die Kühe, bei denen die Zulage des SSH zur TMR erfolgte (später erfolgte die Zulage des getrockneten SSH statt zur TMR zum Heu), nicht mehr als 5% SSH an der Gesamtration tolerierten, musste die 10%-Variante entfallen; stattdessen wurde eine Abstufung des SSH-Gehaltes von 5 über 2,5 zu 1,25% der Gesamtration vorgenommen.

### - Parameter

Entsprechend den laut Literatur zu erwartenden klinischen Störungen (s. Einleitung) erfolgte die Überprüfung folgender Parameter (s. Übersicht 1):

Übersicht 1: Parameter zur Erfassung von Effekten beim Tier infolge SSH-Aufnahme

Futter	Chemische Zusammensetzung, Palatabilität, Aufnahmemenge
Kot	Qualität (Score), Trockensubstanzgehalt, Aschegehalt
Gesundheitsstatus	klinische Symptome? (Atemfrequenz, Puls, Körpertemperatur)
Harn	pH, spez. Gewicht, Blut, Protein, Ketonkörper
Blut	
- hämatologisch	RBC, WBC, HGB, HCT, PLT
- hämatochemisch	Gesamteiweiß, Harnstoff, Creatinin, ALP, gamma-GT, GLDH, Na, K, Ca, Vitamin B <sub>1</sub> (Pferde)
Milch	Menge, Fett-, Eiweiß-, Laktose-Gehalt, Na, Cl, Zellzahl, pH
Sektion	pathologisch-anatomische sowie pathologisch-histologische Untersuchungen (nur bei den Wiederkäuern)

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Schafe

Bedingt durch die Zulage des SSH kam es zu einem signifikanten, d.h. hier massivem Rückgang in der **Futteraufnahme** der Schafe (s. Tabelle 4). Gleichzeitig führte die Zulage des SSH zu einer Reduktion des Trockensubstanzgehaltes im Kot (dieser verlor dabei seine tierarttypische Form und wurde pastös bis breiig).

Tab. 4: Futteraufnahme bzw. Kotqualität bei Schafen infolge SSH-Aufnahme (im Angebot: Heu und Krafffutter+SSH)

% SSH an Gesamtration	0	5	10
Futteraufnahme g uS/Tier/d	810 <sup>a</sup> ± 2,04	781 <sup>a</sup> ± 32,2	571 <sup>b</sup> ± 177
TS-Gehalt im Kot g TS/kg uS	403 <sup>a</sup> ± 22,9	371 <sup>a</sup> ± 85,7	316 <sup>b</sup> ± 126

uS = ursprüngliche Substanz ; TS = Trockensubstanz

Bei den **Blutparametern** (s. Tabelle 5) konnten keinerlei Effekte infolge einer Sumpfschachtelhalm-Aufnahme beobachtet werden.

Tab. 5: Blutparameter bei Schafen in Abhängigkeit von der SSH-Aufnahme

	0 % SSH	5 % SSH	10 % SSH
Hb (g/L)	104 ± 5,83	103 ± 10,4	108 ± 13,3
Htk (L/L)	0,30 ± 0,02	0,29 ± 0,03	0,31 ± 0,06
MCHC (g/L)	348 ± 16,0	356 ± 14,8	345 ± 23,1
Leukozyten (G/L)	9,56 ± 2,52	10,5 ± 3,01	11,3 ± 2,90
Crea (µmol/L)	73,4 ± 7,35	71,3 ± 8,22	78,8 ± 9,07
CK (U/L)	64,9 ± 24,0	45,8 ± 7,74	39,3 ± 2,08
GLDH (U/L)	27,1 ± 18,1	58,1 ± 75,9	50,2 ± 95,5
AST (U/L)	43,3 ± 14,9	42,8 ± 10,9	40,7 ± 15,3

Anders hingegen bei den Befunden aus den **Sektionen**; hier konnte bei allen drei Schafen eine katarrhalisch-hämorrhagische Enteritis diagnostiziert werden (s. Abb. 1).



Abb. 1: Katarrhalisch-hämorrhagische Enteritis bei Schafen infolge einer SSH-Aufnahme (Sektion nach 10% Variante)

### 3.2 Kühe

Im Vergleich zu den Schafen war bei den Milchkühen (n=2) infolge der Aufnahme von SSH mit dem Futter ein noch ausgeprägterer Einbruch in der **Futteraufnahme** (s. Abb. 2) zu beobachten (TS-Aufnahme von 2 – 3% der KM → unter 1% der KM!).



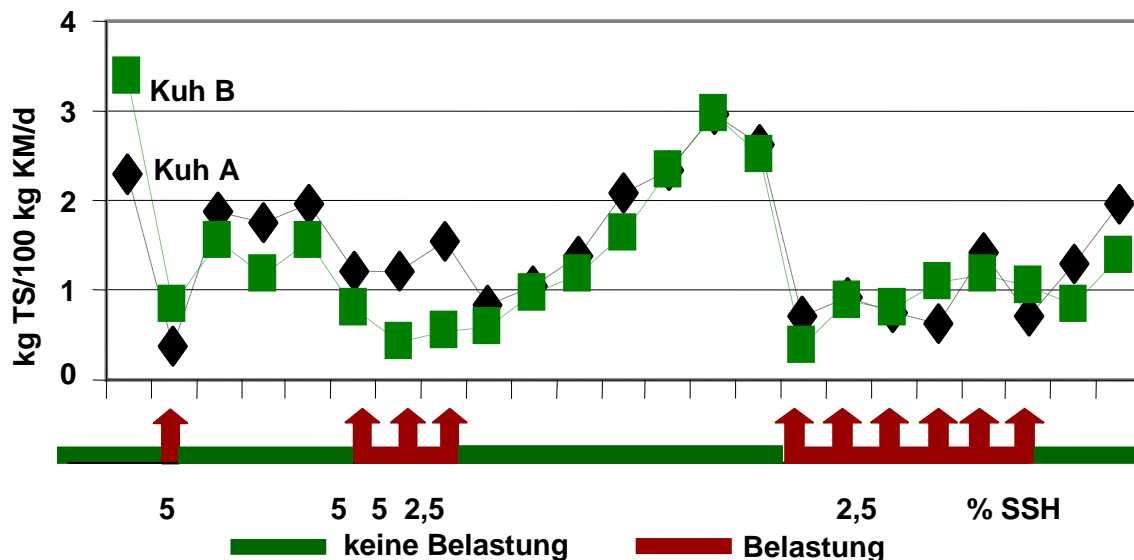


Abb. 2: Einfluss der SSH-Zulage zur TMR auf die Futteraufnahme von Milchkühen

Hier kam es bei Angebot einer mit 5% SSH kontaminierten TMR zu einer Reduktion der konsumierten Futtermenge auf Werte unter 1 kg Trockensubstanz/100 kg KM/d. Auch eine Belastung mit 2,5 % SSH wurde von den Kühen noch sensorisch wahrgenommen, d.h. erkannt und mit einer Reduktion der Futteraufnahme quittiert (s. Abb. 2). Um sich an die maximal tolerable Kontamination heranzutasten, wurde die SSH-Zulage stufenweise von 5,0 über 2,5 bis zu 2,0 bzw. 1,25 % der üblichen Futteraufnahme reduziert (s. Tabelle 6).

Tab. 6: Futteraufnahme von Milchkühen in Abhängigkeit vom Anteil des SSH in der Gesamt-TMR

Anteil (%) des SSH an der TMR	Futteraufnahme (kg TS/100 kg KM/Tag)	
	Kuh A	Kuh B
5	0,67 <sup>a</sup> ± 0,22	0,92 <sup>a</sup> ± 0,48
2,5	0,84 <sup>a</sup> ± 0,30	0,94 <sup>a</sup> ± 0,37
2,0	1,45 <sup>b</sup> ± 0,19	1,86 <sup>b</sup> ± 0,29
1,25	1,43 <sup>b</sup> ± 0,27	1,90 <sup>b</sup> ± 0,30
0	2,34 <sup>c</sup> ± 0,09	2,07 <sup>c</sup> ± 0,19

Hierbei zeigte sich, dass selbst die Zulage von lediglich 1,25% SSH (i. TS) zu einer signifikanten Reduktion der Futteraufnahme führte.

In einem weiteren Versuch, in dem dann die SSH-Zulage nicht zur TMR, sondern zu einem separat angebotenen Heu erfolgte, zeigte sich ebenfalls bereits bei Anteilen von 1,25% eine Verweigerung der Futteraufnahme.

Ebenso wie bei den Schafen kam es auch bei den Kühen infolge der Aufnahme an Sumpfschachtelhalm zur einer Beeinträchtigung der **Kotqualität** (s. Tabelle 7).

Tab. 7: Trockensubstanzgehalt im Kot von Kühen infolge SSH-Aufnahme

SSH (%)	Kuh A SSH Aufnahme		Kuh B SSH Aufnahme	
	g TS/Tag	g/kg uS	g TS/Tag	g/kg uS
5	280 ± 98,7	118 ± 8,54	205 ± 66,8	109 ± 5,69
2,5	151 ± 75,1	129 ± 12,6	128 ± 66,2	139 ± 17,8
1,25	150 ± 15,5	151 ± 11,2	121 ± 22,8	144 ± 6,09
0	---	149 ± 8,55	---	142 ± 6,31

Im Vergleich zur Kontrolle (0% SSH) führte die Zulage von 5% SSH zu einer Reduktion des Trockensubstanzgehaltes im Kot, der also dünnbreiiger und zudem dunkler als üblich war (bei einer Untersuchung auf okkultes Blut mittels Schnelltest war das Ergebnis negativ). Erst bei einer Reduktion des SSH-Anteils auf 2,5 % (Kuh B) bzw. 1,25 % SSH (beide Kühe) konnte wieder eine übliche Kotqualität beobachtet werden.

Auch hier wurde wiederum eine Vielfalt an Blutparametern untersucht; ähnlich zu den Erfahrungen mit Schafen waren auch hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen zu ermitteln (s. Tabelle 8).

Tab. 8: Blutparameter bei Kühen in Abhängigkeit von der SSH-Aufnahme

	0 % SSH	5 % SSH	10 % SSH
Hb (g/L)	10,2 ± 0,40	10,2 ± 0,55	11,4 ± 1,10
Htk (L/L)	30,5 ± 1,35	27,9 ± 1,37	26,9 ± 0,40
MCHC (g/L)	33,4 ± 0,31	36,5 ± 0,99	42,6 ± 4,32
Leukozyten (G/L)	8333 ± 1234	8700 ± 361	7933 ± 635
Crea (µmol/L)	94,1 ± 7,94	94,1 ± 4,40	90,6 ± 6,96
CK (U/L)	132 ± 7,64	174 ± 13,3	172 ± 18,6
GLDH (U/L)	7,90 ± 0,71	14,6 ± 4,44	21,9 ± 5,47
AST (U/L)	63,7 ± 11,8	75,0 ± 4,00	87,0 ± 7,00

Zudem wurde bei den Kühen auch die Qualität der **Milch** überprüft. Dabei zeigten sich im Milchfett-, -protein- und -lactose-Gehalt keine Veränderungen infolge einer SSH-Aufnahme. Auch die in der Literatur vereinzelt beschriebene „bläuliche Verfärbung“ der Milch konnte zu keinem Zeitpunkt beobachtet werden.

### 3.3 Pferde

Im Gegensatz zu den Wiederkäuern zeigte sich bei den Pferden – selbst bei einer Belastung der Ration mit 20% SSH - keine Beeinflussung der **Futteraufnahme**. Die Tiere nahmen das Mash, dem in unterschiedlichen Mengen SSH zugemischt wurde, spontan und vollständig auf.

Auch hinsichtlich der Kotqualität zeigten sich Unterschiede zu den bei den Wiederkäuern erhobenen Befunden: So kam es hier infolge der Zulage von SSH zum Krafftutter nicht zu einer Reduktion, sondern sogar zu einem signifikanten Anstieg des TS-Gehaltes im Kot (s. Tabelle 9), d.h. der Kot wurde hier eher fester.

Tab. 9: Trockensubstanzgehalt im Kot der Pferde in Abhängigkeit vom SSH-Anteil im Futter (Angebot des SSH über ein Mash)

SSH-Anteil (%) <sup>1)</sup>	0	5	10	20
TS-Gehalt (g/kg uS)	206 <sup>a</sup> ± 38,4	221 <sup>abc</sup> ± 34,7	240 <sup>b</sup> ± 29,3	317 <sup>c</sup> ± 15,5

<sup>1)</sup> der TS der gesamten Ration

Zur Überprüfung der Verdaulichkeit wurden die Pferde in speziellen Bilanzständen aufgestellt, in denen neben der Ermittlung der Futteraufnahme auch eine quantitative Erfassung des abgesetzten Kotes möglich war, um die scheinbare Verdaulichkeit anhand der Formel  $[(F-K)/F \times 100]$  kalkulieren zu können (s. Tabelle 10).

Tab. 10: Scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz bei Pferden nach Aufnahme von Futter mit unterschiedlich hohen SSH-Kontaminationen

SSH-Anteil (%)	0	5	10	20
sV <sub>os</sub> (%)	57,8 ± 3,70	59,3 ± 4,91	58,5 ± 1,28	58,7 ± 1,59

Die Zulage des SSH führte selbst bei einem Anteil von 20% im Futter zu keiner nachteiligen Beeinflussung der scheinbaren Verdaulichkeit der organischen Substanz.

Bei der Überprüfung der diversen Blutparameter wurde – da bei Pferden laut Angaben der Literatur die Wirkungen der Thiaminase aus dem Sumpfschachtelhalm im Vordergrund stehen sollen – zudem der Thiamingehalt überprüft (s. Tabelle 11).

Tab. 11: Thiamingehalte im Blut der Pferde in Anhängigkeit zur SSH-Aufnahme

SSH-Anteil (%)	0	5	10	20
Thiamin (µg/L)	57,8 ± 3,70	59,3 ± 4,91	58,5 ± 1,28	58,7 ± 1,59

Bei den Blut-/Harnparametern Hb, Htk, MCHC, Leukozyten, Crea, CK, GLDH und AST (hier im Einzelnen nicht dargestellt) zeigten sich keinerlei Abweichungen. Und auch die Thiamingehalte (s. Tabelle 11) wiesen - selbst bei der 20% Variante - keine Abweichungen auf.

#### 4. Diskussion

Mit dem vorliegenden Teilprojekt sollte die maximal tolerable Kontamination von Grundfutter mit Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) bei Wiederkäuern (Kühe, Schafe) und Pferden ermittelt werden. Hintergrund der Studie war eine infolge von Renaturierungsmaßnahmen

starke Kontamination von landwirtschaftlichen Grünlandaufwüchsen im Bereich Asseler Sand mit Equisetum, was die Frage nach der möglichen landwirtschaftlichen Nutzung dieser Flächen aufwarf. Da es im Palustringehalt des Sumpfschachtelhalms durchaus Schwankungen geben kann, wurde die Giftpflanze auf eben beschriebenen Flächen von Hand geerntet, um die Versuche später im hiesigen Institut unter standardisierten Fütterungsbedingungen durchführen zu können. Der nachgewiesene Palustringehalt entsprach dann auch Gehalten, die in anderen Teilprojekten ermittelt wurden. Von den in der Literatur beschriebenen Effekten konnte in erster Linie die schlechte Akzeptanz des Futters nach Zulage des SSH – zumindest bei den Wiederkäuern - bestätigt werden. Dabei verweigerten die Schafe ein Futter, welches zu 5% SSH enthielt, die Kühe zeigten sich noch sensibler; hier wurden bereits Gehalte von 1,25% sensorisch wahrgenommen. Anders hingegen die Pferde, welche sogar die 20% Variante noch spontan und zügig aufnehmen. Warum es im Futteraufnahmeverhalten derartige tierartspezifische Unterschiede gab, lässt sich nur mutmaßen. Möglicherweise spielt hier die Art der Futteraufnahme eine entscheidende Rolle. Während Kühe und Schafe das Futter mit der Zunge aufnehmen (hier sind durchaus eine Reihe von Geschmackspapillen lokalisiert), erfolgt dies bei den Pferden überwiegend mit den Lippen. Möglicherweise kommt in diesem Zusammenhang eher die Kieselsäure, denn dem Palustrin- oder Thiaminase-Gehalt eine Bedeutung zu, indem sie zu einer mechanischen Reizung führt (kristallartige Strukturen). Die reduzierte Futteraufnahme führte bei den Milchkühen – wie zu erwarten - zu einer reduzierten Milchproduktion. Bei den Schafen wäre sicherlich eine Kachexie die Folge gewesen, die hier aufgrund der relativ kurzen Versuchsdauer noch nicht sehr stark ausgeprägt war. Neben der Futterverweigerung konnte zudem eine negative Beeinflussung der Kotqualität bei Kühen und Schafen beobachtet werden, wie es auch in der Literatur beschrieben wird (signifikant reduzierter TS-Gehalt im Kot, Kotqualität s. Abb. 3).



Abb. 3: Konsistenz des Schafkotes vor (links) und nach (rechts) Aufnahme einer Ration mit einem Anteil von 5% Sumpfschachtelhalms

Ob für diese Beeinflussung der Kotqualität eine veränderte Passagezeit infolge des Palustrins bzw. eine mechanische Reizung im Darmbereich durch die Silikate verantwortlich zu machen ist, kann nicht gesagt werden. Fakt ist jedoch, dass in der Sektion der Wiederkäuer eine katarrhalisch-hämorrhagische Enteritis diagnostiziert werden konnte. Diese war bei den Schafen deutlicher ausgeprägt, wobei diese aber auch die höher kontaminierten Rationen (5 bzw. sogar 10%) erhalten hatten, während die Kühe die Ration mit einem Anteil von 5% SSH bereits verweigerten. Ob derartige Befunde auch bei den Pferden vorlagen, kann nicht gesagt werden, da diese nicht einer Sektion zugeführt wurden. Es erscheint aber sehr unwahrscheinlich, zumal es bei den Pferden sogar zu einem Anstieg im TS-Gehalt des Kotes kam. Bezüglich der Blutparameter zeigten sich weder bei den Wiederkäuern, noch bei den Pferden Einflüsse einer Zulage von SSH; ebenso konnten keine Veränderungen an der Milchqualität gefunden werden, die auf die Aufnahme von SSH zurückzuführen waren. Unter Umständen lassen sich die ausgebliebenen klinischen Symptome durch eine nicht ausreichend lange Versuchsdauer erklären. Es muss erklärend angefügt werden, dass die Menge des manuell geernteten Sumpfschachtelhalms der limitierende Faktor für die Versuchsdauer war. So wog ein Wedel durchschnittlich 2,13 g (uS), was einer Menge von rund 0,7 g im getrockneten Zustand entsprach. Um beispielsweise eine adaequate Menge an SSH bei der 5% Variante im Versuch mit den Schafen zugeben zu können, waren pro Tier und Tag 45 g SSH (i.TS) erforderlich; dies entspricht einer Menge von rund 64 Wedeln pro Tier und Tag. Bei den Kühen waren die Futteraufnahmen entsprechend höher, so dass allein aufgrund der notwendigen Menge an SSH eine zeitliche Begrenzung der Versuche notwendig war. Parallel wurden jedoch auch Fütterungsversuche mit Schafen und Pferden im Feld gemacht (s. Teilprojekt Landwirtschaftskammer Hannover); hier decken sich die bisher vorliegenden Ergebnisse mit den dort erhobenen Befunden (d.h. bei Pferden konnten keine Probleme beobachtet werden).

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Wiederkäuer die Futteraufnahme mit zunehmenden SSH-Anteilen verweigerten; die maximal tolerierte Menge betrug weniger als 1% der TS. Die Folgen in der Praxis dürften demnach eine reduzierte Leistung (Ansatz, Milchproduktion) sowie ein langsamer Verfall der Tiere sein, wenn es parallel auch noch zu Durchfall kommt. Bei fehlendem Angebot von alternativen Futtermitteln dürften zudem Diarrhoe und Enteritiden auftreten. Andere Untersuchungsergebnisse zeigten sich hingegen bei den Pferden; hier wurden Anteile bis zu 20% an SSH im Futter toleriert und auch vertragen. Dies mag sicherlich zunächst auch auf die kürzere Expositionszeit zurückzuführen sein; andererseits werden die Tiere unter praxisüblichen Fütterungsbedingungen seltener mit derart stark belasteten Rationen konfrontiert werden. Selbst in einem auf dem Asseler Sand gewonnenen Heu konnte nur ein maximaler Anteil von 3% SSH nachgewiesen werden.

Für eine endgültige Aussage sind sicherlich Versuche mit noch längerer Dauer erforderlich. Zum jetzigen Zeitpunkt lässt sich jedoch die Befürchtung der Landwirte teilen, dass Kühen und Schafen auf stark belasteten Weiden nicht genügend Futter aufnehmen bzw. auf derartigen Flächen kein qualitativ hochwertiges Futter geerntet werden kann, welches von die Tieren in ausreichender Menge gefressen wird. Andererseits steht einer Heuwerbung für Pferde nichts entgegen, wobei jedoch ein häufigeres Wenden und eine ausreichende Trocknung des Materials anzuraten ist (unter diesen Erntebedingungen bröckelt der Sumpfschachtelhalm und gelangt so nicht ins Pressgut), um eine möglichst geringe Kontamination des Heus zu gewährleisten.

## 5. Literatur (zu B1)

KAMPHUES J. (1990): Verweigerung der Aufnahme von Heu bei Zuchtbullen bedingt durch eine Kontamination mit Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*). Tierärztl. Praxis 18 (4), 349-351

KERN, H. (1957): Beitrag zur Kenntnis der Inhaltsstoffe und der toxischen Dosis des Sumpfschachtelhalms (*Equisetum palustre*). Stuttgart, Tech. Hochschule, Diss.

KNIGHT, A. P. u. WALTER, R.G. (2003): A Guide to Plant Poisoning of Animals in North America, Teton NewMedia, Jackson, USA

LOTT, D.G. (1951): The Use of Thiamin in Mare's Tail Poisoning of Horses. Can J Comp Med Vet Sci. 15(11), 274 – 276

MEETZ, A. (1932): Der Einfluss des Sumpfschachtelhalms (*Equisetum palustre*) auf die Zusammensetzung der Milch und des Butterfettes. Milchwirtsch. Forsch. 13, 405 - 430

STÖBER, M. (2006): Fütterungs-, mangel- und vergiftungsbedingte Krankheiten der Organe des zentralen Nervensystems, in: G. DIRKSEN, H.-D. GRÜNDER U.M. STÖBER (Hrsg.): Die klinische Untersuchung des Rindes. 5. Auflage, Parey Verlag, Berlin, Hamburg, S. 1140

UOTILA, I. (1956): Kortteiden ja erityisesti suokortteen (*Equisetum palustre* L.) vahingollisuudesta kotieläinten ruokonnassa sekä tämän lajin levinneisyydestä suomessa. [Über die Schädlichkeit von Schachtelhalm, insbesondere von Duwock (*Equisetum palustre* L.) bei der Fütterung von Haustieren und über die Verbreitung dieser Art in Finnland.] Helsingin, Yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Diss.





## Anlage B2:



### „Energetische Verwertung *Equisetum palustre* – reicher Grünlandaufwüchse“

Kooperationspartner Universität Rostock innerhalb der Verbundmaßnahme

„Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten unter Berücksichtigung der Sporenpflanze Sumpfschachtelhalm“ – Koordination LWK Niedersachsen

Aktenzeichen: 26540 – 33/2

### B 2: Ergebnisbericht Universität Rostock

Teilprojekt „Energetische Nutzbarkeit von Sumpfschachtelhalm in Verfahren der Biomethanisierung“

#### Inhalt

- 1 Anlass und Zielsetzung
- 2 Arbeitsschritte und angewandte Methoden
- 3 Ergebnisse und Ausblick
- 4 Öffentlichkeitsarbeit

## 1 Anlass und Zielsetzung

Für Aufwüchse, deren starker Besatz mit Sumpfschachtelhalm eine Verfütterung an Nutztiere ausschließt, müssen dringend alternative Verwertungsoptionen außerhalb der tierischen Veredelung erarbeitet werden. Anderenfalls drohen nicht mehr beherrschbare Pflegekosten bzw. die Aufgabe der naturschutzfachlichen Zielstellungen für diese Flächen. Als Lösung bietet sich die energetische Verwertung der Aufwüchse an, da die verfahrenstechnischen Voraussetzungen und der Absatz der erzeugten Energie wesentlich günstiger zu beurteilen sind als dies bei etwaigen stofflichen Verwertungsszenarien der Fall wäre.

Die derzeit praxisrelevanten Konversionstechnologien (Biogas, Verbrennung) für halmgutartige Biomassen im energetischen Verwertungsbereich stellen divergierende Ansprüche an das zu verwertende Substrat. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Bereitstellungskonzepte und weiterer lokaler Gegebenheiten lassen sich die grundsätzlichen Vor- und Nachteile der potentiellen Verwertungspfade abschätzen, wenn die Substrateigenschaften bekannt sind. Da die direkte thermische Nutzung (Verbrennung) mit den Kriterien Proteinarmut, hohe TS-Gehalte sowie geringe Mineralstoffkonzentrationen Anforderungen stellt, welche die Substrateigenschaften des Sumpfschachtelhalmes konterkarieren, wird diese Verwertungsoption im Projekt nicht vorrangig verfolgt.

Im Focus dieser Untersuchungen steht vielmehr die Energieproduktion auf Basis der anaeroben Methanogenese Sumpfschachtelhalm-haltiger Pflegeaufwüchse.

Folgende Versuchsfragestellungen ergaben sich aus der Tatsache, dass die potentiellen Gärsubstrate mit nennenswerten Anteilen von *Equisetum palustre* behaftet sind, zu deren Einsatz in der Biogasproduktion bis dato weder wissenschaftliche Untersuchungen noch Praxiserfahrungen vorliegen:

1. Gehen von den Toxinen des Sumpfschachtelhalmes inhibitorische Effekte auf die wesentlichen Mikroorganismen-Gemeinschaften der stufenweisen Methanogenese aus?
2. Gibt es weitere substratspezifische Eigenschaften der Art, die den Einsatz in Biogasfermentern beeinflussen?
3. Welches Fermentationsverfahren eignet sich am besten für die Vergärung stark Duwock-kontaminierter Pflegeaufwüchse und welche Methanausbeuten sind zu erwarten?

Von der Beantwortung dieser Fragen versprechen wir uns belastbare Hinweise und Einsatzempfehlungen von mit *Equisetum palustre* behafteten Landschaftspflegeaufwüchsen als Substrat in Biogasanlagen.

## **2 Arbeitsschritte und angewandte Methoden**

### **2.1 Arbeitsschritte**

Den Untersuchungen zur Gäreignung der Substrate wurde eine Voruntersuchung vorangestellt. Ziel dieser Untersuchung war es, mögliche gravierende Toxineinflüsse früh zu erkennen, um auf dieser Grundlage die erfolgversprechendsten Konzentrationen in den Substratmischungen einzustellen und die nur zeitlich begrenzt zur Verfügung stehenden Messeinrichtungen optimal auf die Untersuchungssubstrate abstimmen zu können.

Dem schloss sich die Bestimmung der Gasausbeute nach VDI 4630 im Batchversuch als Beurteilungsgrundlage für das Verfahren der Naßfermentation an. Geprüft wurden sechs Varianten mit unterschiedlichen Massenanteilen an *Equisetum palustre* sowie zwei Referenzvarianten und zwar sowohl als Frischmaterial als auch als Feuchtsilage. Die gleiche Versuchsanstellung wurde 2011 mit im Frühjahr 2010 gewonnenem Material in gleicher Variantenkonstellation wiederholt.

Die Bestimmung der Methanausbeuten im Verfahren der Trockenfermentation (siehe Abb. 2) erfolgte für *Equisetum palustre* als Reinsubstrat und als Mischsubstrat mit typischer Begleitvegetation des Feuchtgrünlandes. Variiert wurde die Perkolatführung mit dem Ziel, ein den Substratbesonderheiten angepasstes Management zu etablieren.

Zusätzlich zur Kernaufgabe wurde in der Vegetationsperiode 2011 eine Populations- und Wuchsstadiensammlung initiiert, welche weitere Aufschlüsse über Ausmaß und Ursachen der Variation des Palustringehaltes liefern soll.

### **2.2 Methoden**

#### **2.2.1 Prüfsubstrate**

Die Bemessung der möglichen inhibitorischen Effekte der Toxine des Sumpfschachtelhalms warf etliche methodische Probleme auf: Da die Mittel für mikrobiologische Untersuchungen der Budgetkürzung in der Antragsphase zum Opfer fielen und keine hinreichend großen Mengen reinen Palustrins für enge Konzentrationsabstufungen bei ansonsten gleicher Substratmatrix zur Verfügung standen, konnte die Dosis=>Wirkung-Beziehung nicht nach pharmakologisch üblicher Art und Weise direkt und Organismen bezogen verfolgt werden.

Als Lösung des Problems wurde die durch einen Vorversuch optimierte, gestaffelt abgestufte Substratsanteils-Beimengung mit nachträglicher Palustrinbestimmung gewählt. Die geprüften Substrate und deren Zusammensetzung sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1: Zusammensetzung der Prüfsubstrate (Mischungsanteile in % m)

Prüfvariante	<i>E. palustre</i> L.	Begleit-vegetation	<i>E. arvense</i> L.
V 1	100	0	0
V 2	80	20	0
V 3	50	50	0
V 4	20	80	0
V 5	10	90	0
V 6	0	100	0
V 7	0	0	100

Dieser Ansatz erschwert jedoch die kausale Interpretation der gemessenen Kenngrößen der Biomethanisierung, da mögliche Effekte sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe mit sonstigen Substrateffekten vermengt (confounded) auftreten können. Um also etwaige inhibitorische Effekte des Spermidin-Alkaloids Palustrin auf die Methanogenese von denen der sonstigen Substrateigenschaften trennen zu können, wurde der nach Liebenow und Liebenow (1981) als ungiftig geltende Ackerschachtelhalm (*Equisetum arvense*), im gleichen Entwicklungsstadium geerntet, als Referenz ausgewählt und in beiden Versuchsjahren mit untersucht (Versuchsvariante V 7, siehe Tab. 1).

Das Pflanzenmaterial wurde am 20.05.2009 sowie am 02.06.2010 im Naturschutzgebiet „Assler Sand“ bei Stade gesammelt und geborgen (Abb. 1).

Für die Durchführung der Biogasversuche wurden insgesamt drei verschiedene Variantenherkünfte geerntet:

- *Equisetum palustre* rein (Einzelpflanzensammlung)
- Begleitvegetation rein (mesophiles Grünland, Teilflächenmahd, Negativselektion von *Equisetum palustre* per Hand)
- Mischvegetation, Mahd (mesophiles Grünland, Teilflächenmahd, *Equisetum palustre* mit hohen Bestandesanteilen)



Abb. 1: Werbung der Gärsubstrate auf Teilflächen mit hoher *Equisetum*-Abundanz

Über Stichprobenziehung und botanische Separation wurden die *Equisetum*-Anteile im Mischsubstrat quantifiziert. Die als Mischvegetation beerntete Biomasse setzte sich aus circa 60 %-Masse *E. palustre* und 40 %-Masse Begleitvegetation zusammen. Neben der Prüffart *Equisetum palustre* wurden auch die weiteren toxischen Arten *Ranunculus acer* sowie *Rhinanthus serotinus* aus der Biomasse der Begleitvegetation entfernt. Ein Teil der Probenmenge wurde nach aliquoter Teilung eingefroren.

Tab. 2: Botanische Zusammensetzung der Begleitvegetation  
(Beprobungsjahre 2009 und 2010)

Pflanzenart	Deutsche Bezeichnung	Ertragsanteile [%]	
		2009	2010
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	2	4
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Knick-Fuchsschwanz	18	8
<i>Agrostis ssp.</i>	Straußgräser	20	8
<i>Festuca pratensis</i>	Wiesenschwingel	4	6
<i>Festuca rubra</i>	Rotschwingel	+	8
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	3	6
<i>Lolium perenne</i>	Deutsches Weidelgras	10	1
<i>Poa pratensis</i>	Wiesenrispengras	2	2
<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliches Rispengras	4	8
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitzwegerich	14	10
<i>Ranunculus acer</i> *	Scharfer Hahnenfuß	-	(2)
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	6	15
<i>Rhinanthus serotinus</i> *	Großer Klappertopf	-	(1)
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesensauerampfer	4	5
<i>Taraxacum officinalis</i>	Gewöhnlicher Löwenzahn	12	+
<i>Trifolium pratense</i>	Wiesenklee	1	12

\*) Arten wurden wegen möglicher toxischer Effekte aus den Substraten entfernt

Am Folgetag sind die verschiedenen Varianten entsprechend des unterschiedlichen Massenbedarfes der Versuchsreihen aufgeteilt worden. Das Gros des Materials wurde in einem Gewächshaus auf den für die Silierung optimalen Wassergehalt angewelkt und anschließend in großen Regentonnen einsiliert.

### 2.2.1 Untersuchungsmethoden

Die Analyse des **Palustringehaltes** erfolgte mittels HPLC/MS-Kopplung. Für die Massenspektroskopie wurde das Esquire3000® von Bruker mit Ionenfalle und APCI-Quelle eingesetzt. Einzelheiten sind den Berichten von Dr. Beuerle (TU Braunschweig) sowie Dr. Schütze (JKI Quedlinburg) zu entnehmen.

Die Gäreignung der Substrate ist für das Verfahren der **Nassvergärung** mit einer diskontinuierlichen Batchanlage (siehe Abb. 2) unter mesophilen Temperaturbedingungen nach VDI-Richtlinie 4630 bei einer Verweilzeit von 34 Tagen geprüft worden.

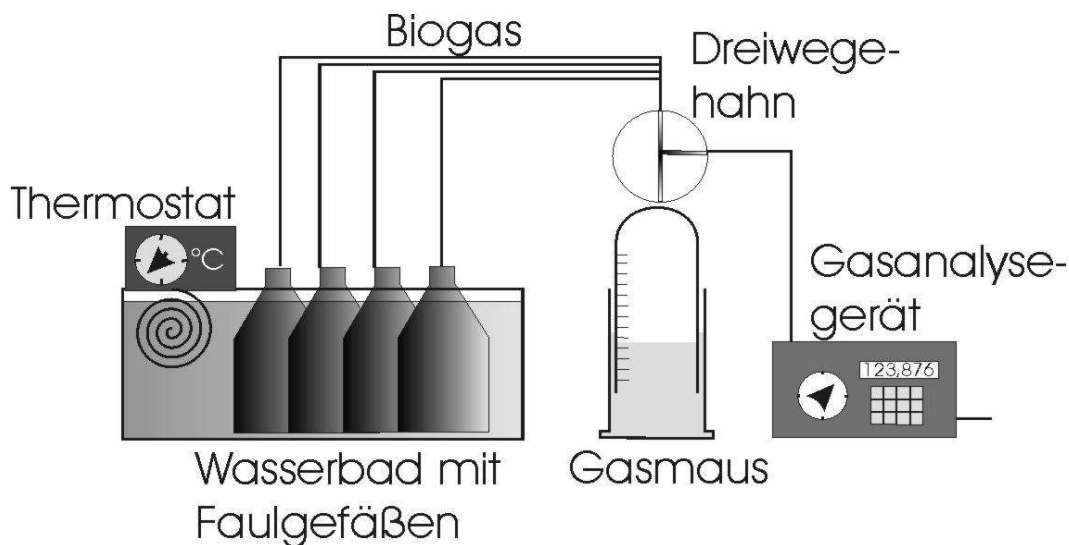


Abb. 2: Schematische Darstellung des Batch-Versuchsaufbaus zur Bestimmung der Gasausbeute

Die Varianten sind entsprechend der angestrebten Zusammensetzung in einer für die Vergärung sowie die Analytik hinreichenden Menge (ca. 150 g) eingewogen und gemischt worden. Jeder Variante wurde eine repräsentative Probe entnommen und auf deren Gehalt an TS-, oTS- sowie freien organischen Säuren untersucht. Anhand des Gehaltes an organischer Substanz, des Gärrestes bzw. der Substratvarianten, wurden die Mischungsanteile der zu vergärenden Suspension ermittelt. Das Mischungsverhältnis ist

nach VDI 4630 auf 2 : 1 (Gärrest : Substrat) festgelegt. Dieses Verhältnis soll sicherstellen, dass selbst bei der Vergärung von energiereichen Substraten ein ausreichendes Puffervermögen der Suspension vorhanden ist. Als Impfmateriale bzw. Inokulum wurde der Gärrest einer Nassfermentationsanlage verwendet, dessen Restgaspotential als zusätzliche Variante erfasst und von den Gaserträgen der Varianten subtrahiert worden ist. Nach Versuchsbeginn ist das entstandene Biogasvolumen täglich abgelesen und zusammen mit den relevanten Umweltbedingungen protokolliert worden. Die Analyse der Biogaszusammensetzung fand dann statt, wenn eine für eine qualifizierte Analyse ausreichende Menge an Biogas entstanden war (500 ml). Das Biogaspotential der einzelnen Varianten wurden entsprechend der VDI 4630 auf Normbedingungen umgerechnet und auf  $L_N$  Biogas bzw.  $L_N$  Methan\*kg oS<sup>-1</sup> bezogen.

Auch die zweistufige **Feststoffvergärung** könnte unter mesophilen Temperaturbedingungen für die Biomethanisierung des beschriebenen Substrates vorteilhaft sein. Die diesbezüglichen Feststoffvergärungsversuche fanden bei der S.I.G Dr. Ing. STEFFEN GmbH in Lühburg, etwa 50 km südöstlich von Rostock, statt. Diese Anlage hat gegenüber Versuchsanlagen im Labormaßstab den Vorteil, dass dort praxisnahe Bedingungen geschaffen werden können.

Die Versuchsanlage ist in einem freistehenden Container untergebracht, in den 2 isolierte Holzboxen („Fermenter-Bänke“) eingebaut sind. Dort stehen mehrere Fermenter zur Verfügung. Die angestrebte mesophile Reaktionstemperatur wird über einen Radiator pro Fermenterbank realisiert, der zwischen den Fermentern 4 und 5 bzw. 7 und 8 steht. Die Heizungen werden über einen Thermocontroller pro Fermenter-Bank angesteuert. Dessen Thermofühler ist an dem Fermenter platziert, der am weitesten von dem Radiator entfernt steht. Über den Radiatoren sind Ventilatoren angebracht, die eine gleichmäßige Temperaturverteilung ermöglichen sollen (Abb. 3).

Das erzeugte Biogas gelangt über die Gasleitungen zu einem der beiden Messplätze. Jedem Fermenter ist ein Trommelgaszähler zugeordnet. Auf Höhe der Messplätze zweigen sich von jeder Gasleitung ein Probenahme-Stutzen, sowie ein „U-Rohr“ ab. Der Probenahme-Stutzen wird verwendet, um die Biogaszusammensetzung zu ermitteln. An dem mit Wasser gefüllten „U-Rohr“ kann der Druck abgelesen werden, der in dem jeweiligen Fermenter herrscht.

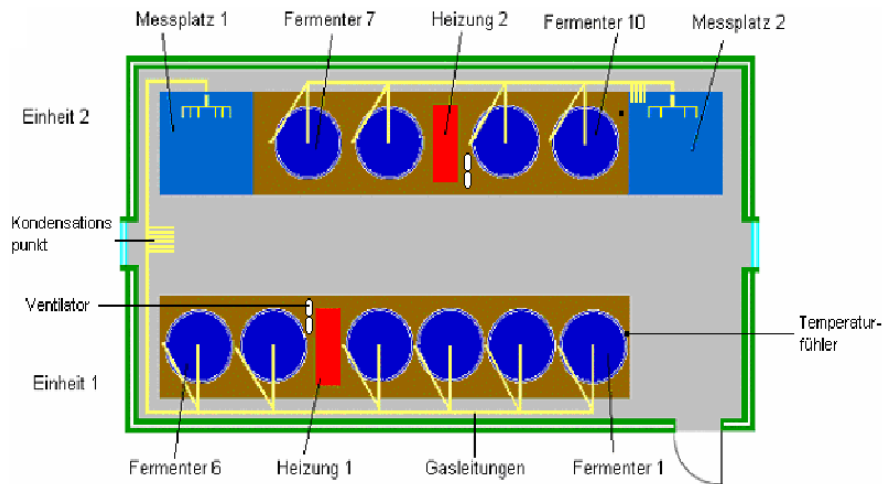


Abb. 3: Aufbau und Anordnung der Feststoffvergärungsanlage

Ein einzelner Fermenter hat ein Volumen von 120 l. Dieses wird durch eine Drainschicht und den für die Entgasung notwendigen Kopfraum auf ein effektives Nutzvolumen von etwa 70 l reduziert. Eine Verstopfung des Perkolatabflusses durch Feststoffe wird durch ein grobmaschiges Sieb sowie die Drainschicht wirkungsvoll verhindert (Abb. 4).

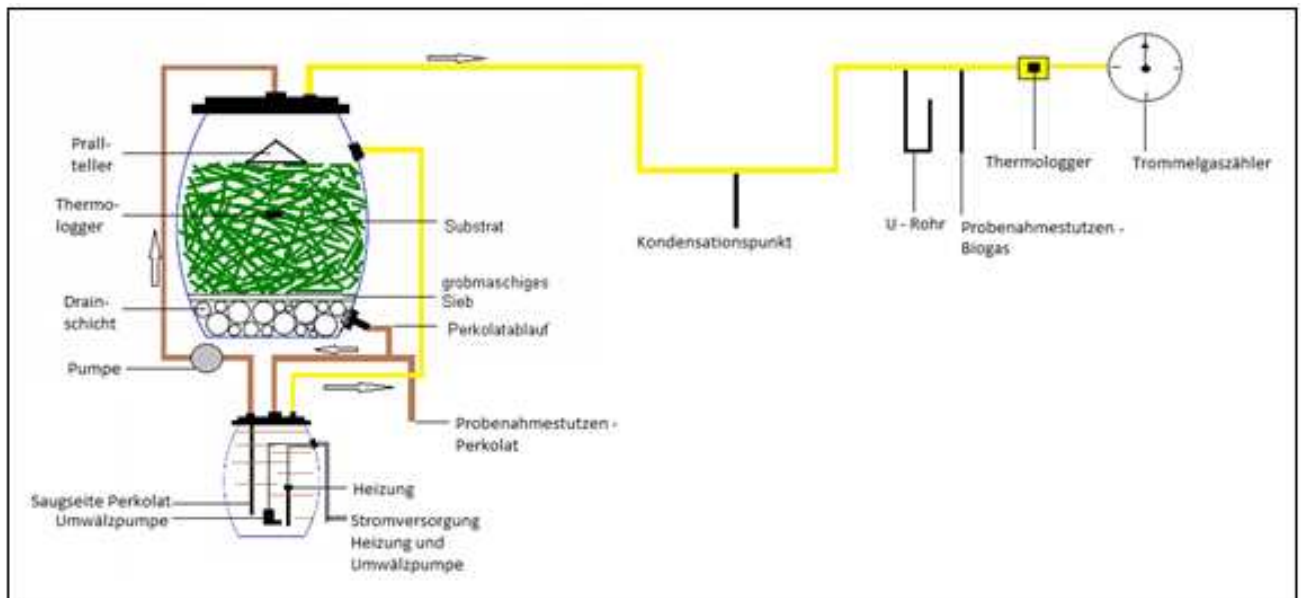


Abb. 4: Schematische Darstellung eines Gärbehälters im Prüfverfahren der Feststoffvergärung

Die Perkolations-technik wurde innerhalb der Versuchsreihe variiert, um Hinweise für eine dem Substrat bestmöglich angepasste Verfahrensweise zu erlangen. Zum einen wurde manuell mittels Bohrmaschinenaufsatzpumpe dreimal pro Tag mit  $30 \text{ l} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$  perkoliert, zum



anderen auf automatisierte Rotationsschlauchpumpen zurückgegriffen und sechs tägliche Perkolationen realisiert.

Um etwaige Temperaturunterschiede erfassen zu können, wurden die verwendeten Fermenter mit je einem Thermologger ausgestattet. Zwei weitere Thermologger wurden verwandt, um die Gastemperatur vor dem Eintritt in den Trommelgaszähler zu erfassen. Zwischen den verwendeten Trommelgaszählern befand sich ein Sensor einer handelsüblichen Wetterstation. Diese zeichnete zusätzlich die herrschende Raumtemperatur sowie den Luftdruck auf.

Die Analyse einer Reihe weiterer Substratspezifika wie chemische Analysen der Substrate, Effluats und Gärreste, die Gaszüchtigkeit, die Lagerungsdichte sowie die Gärrestbeschaffenheit erfolgte nach Standardmethoden gemäß guter Laborpraxis. Aus Übersichtsgründen wird an dieser Stelle auf eine ausführliche Darlegung der Methoden verzichtet.

### 3 Ergebnisse und Ausblick

#### 3.1 Ergebnisse der Batchversuche zur Simulation der Nassvergärung

Der Biogasertrag je kg organischer Substanz sowie der Gehalt an Methan im Biogas wurden sowohl von der botanischen Zusammensetzung des Substrats als auch vom Jahr der Substratbergung signifikant beeinflusst (siehe Tab. 3). Ob das geprüfte Pflanzenmaterial frisch oder siliert fermentiert wurde, war hingegen von geringer Relevanz.

Tab. 3: Einflüsse der Prüffaktoren auf substratspezifische Kenngrößen der Methanogenese (Ergebnisse des F-Tests, Haupteffekte der Varianzanalyse, GLM)

	Art des Prüfsubstrats (V1 - V7)	Jahr der Substratbergung	Substratbeschaffenheit (frisch bzw. siliert)
Biogasertrag (NL je kg oTM)	< 0,01 **	< 0,01 **	0,11 <sup>n.s.</sup>
Methangehalt (in % <sub>Vol</sub> BG)	< 0,01 **	0,001 ***	0,65 <sup>n.s.</sup>

Die Methanerträge der Prüfsubstrate sind in Abb. 5 dargestellt. Beide Reinsubstrate der Equisetum-Arten wiesen vergleichbare Methanausbeuten auf, welche denen der grasdominierten Begleitvegetation (V6) sogar überlegen waren.

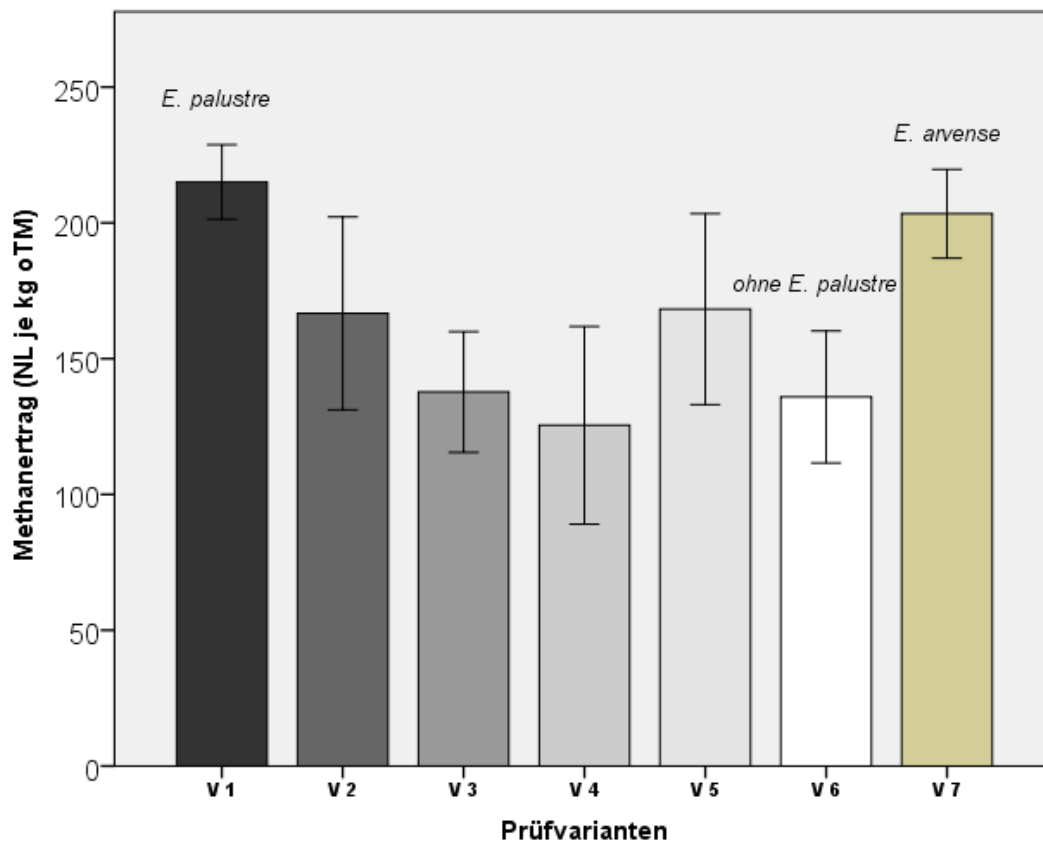


Abb. 5: Methanerträge (Normliter je kg oTM) der Prüfsubstrate (n=4; Fehlerbalken=SE)

Die Mischvarianten V2-V5 unterscheiden sich in den mittleren Methanerträgen nicht signifikant und bewegen sich erwartungsgemäß zwischen den Mischungskomponenten V1 und V6.

### 3.2 Ergebnisse der Feststoffvergärung

Auch im Verfahren der Feststofffermentation konnte der Duwock sein recht hohes Energiepotential unter Beweis stellen, der das des Gemenges, bestehend aus Begleitvegetation und Sumpfschachtelhalm, sogar übertraf (siehe Tab. 4).

Die verfahrenstechnischen Maßnahmen der Animpfung sowie der Verbesserung der Perkolationsführung führten bei einer Gärdauer von jeweils 54 d zu einer weiteren Erhöhung des Biogasertrages (Tab. 4).

Tab. 4: Einflüsse der Prüffaktoren auf substratspezifische Kenngrößen der Methanogenese

Var.	Substratspezifikation	Perkolation	NI Biogas * kg oTS <sup>-1</sup>	NI CH <sub>4</sub> *kg oTS <sup>-1</sup>	CH <sub>4</sub> -Anteil
15	E.p. rein	3 x10 l	413,91	186,58	45,08
16	Mix	3 x10 l	329,63	139,31	42,26
17	E.p. rein mit 20 % Animpfung	6 x 5 l	434,05	228,34	52,61
18	E.p. rein mit 20 % Animpfung	6 x 5 l	443,76	237,72	53,57
19	Mix mit 20% Animpfung	6 x 5l	348,47	200,48	57,53
20	Mix mit 20% Animpfung	6 x 5l	353,72	199,57	56,42
21	E.p. rein mit 20 % Animpfung	6 x 10 l (0- 20d), 6 x 5 l (21-54d)	741,83	377,79	50,93
22	E.p. rein mit 20 % Animpfung	6 x 10 l (0- 20d), 6 x 5 l (21-54d)	728,64	384,43	52,76
23	Mix mit 20% Animpfung	6 x 10 l (0- 20d), 6 x 5 l (21-54d)	685,1	401,71	58,64
24	Mix mit 20% Animpfung	6 x 10 l (0- 20d), 6 x 5 l (21-54d)	674,62	367,80	54,52

Die Biogasausbeute, aber auch die für die Verwertbarkeit des Biogases sehr bedeutsame Methankonzentration konnten durch eine optimierte Perkulationsführung entscheidend erhöht werden.

In Abbildung 6 ist der Verlauf der Methankonzentrationen im Biogas der Varianten E.p. rein sowie Mix in Abhängigkeit von der Perkulationsführung und der Gärdauer beispielhaft dargestellt. Insbesondere Methankonzentrationen oberhalb von 55% sind für eine wirtschaftliche Gestaltung der Biogasverwertung äußerst interessant, da derartige Gasqualitäten (ggfs. nach Aufreinigung vor Ort) direkt in Netze eingespeist werden können. Bei optimierter Perkolatführung kann der Bereich hoher CH<sub>4</sub>-Gehalte ein bis zwei Wochen früher erreicht werden (siehe Abb. 6). Die im Vergleich zur Nassfermentation allgemein höheren Methankonzentrationen sind ein Vorteil des Verfahrens der Feststofffermentation, welcher dazu beitragen kann, den Nachteil der relativ langen Verweildauer zumindest teilweise zu kompensieren.

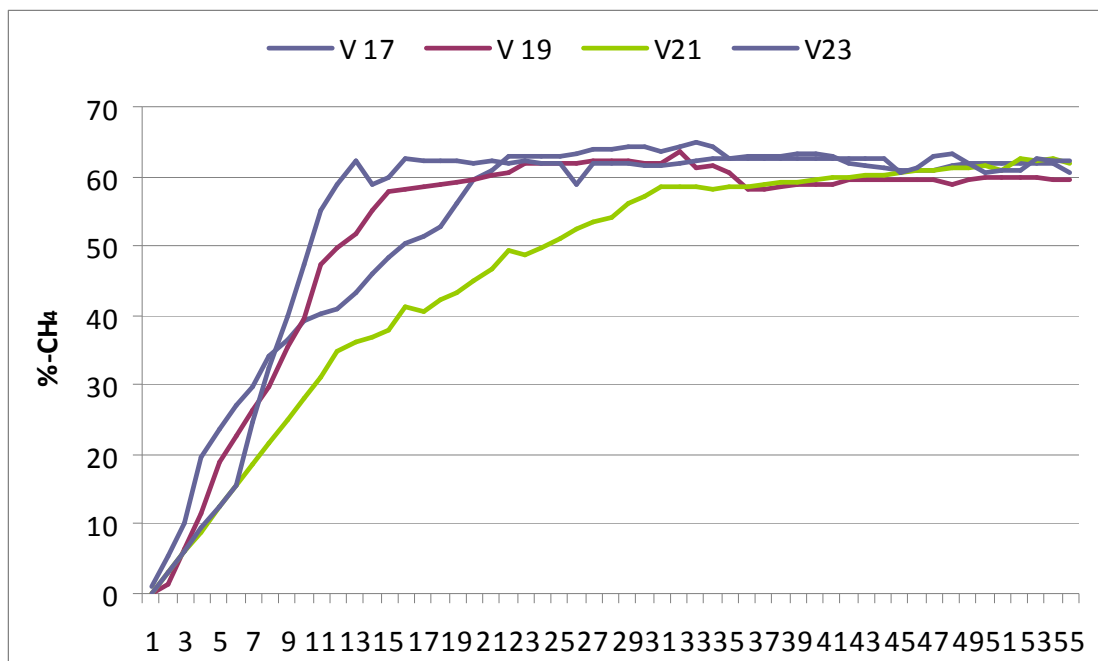


Abb. 6: Verlauf der Methankonzentrationen im Biogas der Varianten E.p. rein sowie Mix in Abhängigkeit von der Perkolationsführung und der Gärdauer

### 3.3 Einfluss des Palustringehaltes auf die Methanogenese

Die Palustringehalte wiesen eine sehr starke jahresspezifische Variation auf, so dass Konzentrationen über 150 mg Palustrin je kg Substrat-TM dem zweiten Beprobungsjahr vorbehalten blieben (siehe Tab. 5 und 6).

Tab. 5: Zusammensetzung (Mischungsanteile in % m) und Palustringehalte (mg·kg<sup>-1</sup> TM) der Prüfsubstrate (2009)

Prüfvariante	<i>E. palustre</i> L.	Begleit-vegetation	<i>E. arvense</i> L.	Palustringehalt Frischsubstrat	Palustringehalt Silage
V 1	100	0	0	84	39
V 2	80	20	0	108	39
V 3	50	50	0	31	30
V 4	20	80	0	-	-
V 5	10	90	0	15	34
V 6	0	100	0	39	24
V 7	0	0	100	11	-

Den Ursachen dieser starken Variation muss in weiteren Untersuchungen nachgegangen werden.

Tab. 6: Zusammensetzung (Mischungsanteile in % m) und Palustringehalte (mg·kg<sup>-1</sup> TM ) der Prüfsubstrate (2010)

Prüfvariante	<i>E. palustre</i> L.	Begleit-vegetation	<i>E. arvense</i> L.	Palustringehalt Frischsubstrat	Palustringehalt Silage
V 1	100	0	0	1774	2360
V 2	80	20	0	1012	1462
V 3	50	50	0	401	822
V 4	20	80	0	233	209
V 5	10	90	0	86	116
V 6	0	100	0	39	24
V 7	0	0	100	16	-

Es besteht keine Beziehung zwischen dem Palustringehalt und den Biogaserträgen (Abb. 7), so dass negative Beeinflussungen der Methanogenese durch diesen sekundären Inhaltsstoff auszuschliessen sind.

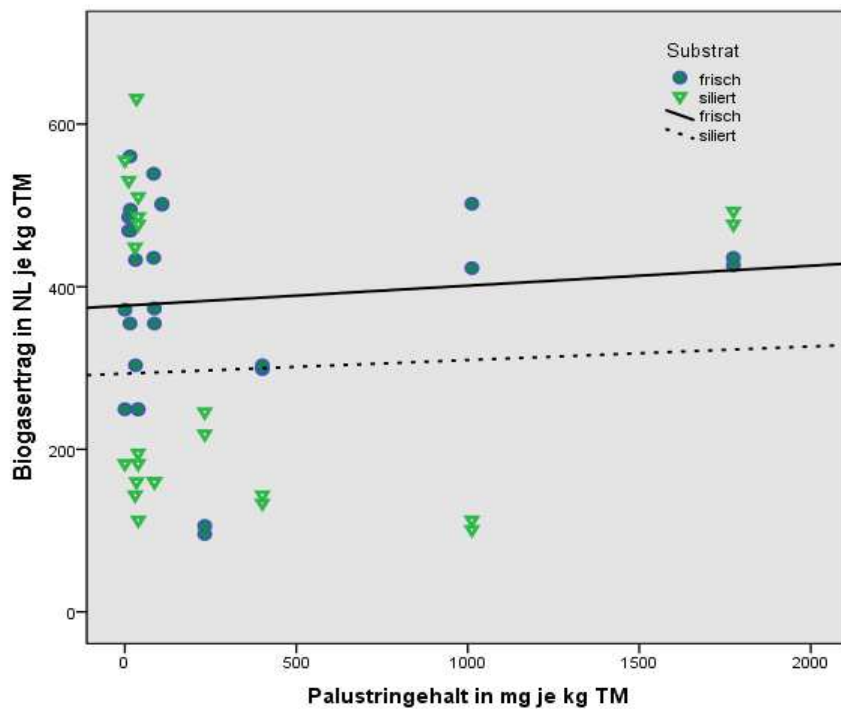


Abb. 7: Biogasertrag (Normliter je kg oTM) der Prüfsubstrate vs. Palustringehalt (mg je kg TM)

Dafür spricht auch das vergleichbare Niveau des Methanertrages beider Schachtelhalmarten bei höchst unterschiedlichem Wirkstoffgehalt.

### 3.4 Schlußfolgerungen und Ausblick

Die Untersuchung zeigt, dass bei der Verwendung von stark mit Duwock besetzten Feuchtgrünland-Aufwüchsen für die Biogasfermentation keine negativen Effekte auf das Prozessgeschehen durch den sekundären 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 TM gegenüber. Da die Gattung *Equisetaceae* ihre Standfestigkeit physiologisch stärker als Gramineen über Zellwandverkieselung als über Lignifizierung realisiert, erscheint der Einsatz stark Duwock-haltiger Aufwüchse in den klassischen Nassvergärungsanlagen als sinnvollste Option. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die entsprechenden Anlagen für den Halmguteinsatz optimiert sind.

Bei hohen Anteilen von Gramineen in der Begleitvegetation und naturschutzfachlich notwendigen späten Pflegeschnitten ist hingegen dem Verfahren der Feststofffermentation der Vorzug zu geben, wobei auf eine Substrat-angepasste Perkolationsführung besonderer Wert zu legen ist.

#### Literatur

Chen, Y., Cheng J.J. und Creamer, K.S. (2008): Inhibition of anaerobic digestion process: A review. In: *Bioresource Technology* 99, 4044-4064, 93-97.

Liebenow, H. und Liebenow, K. (1981): *Giftpflanzen*. 2. Auflage, Fischer Verlag. Jena, 1981.

#### 4 Öffentlichkeitsarbeit

Müller, Jürgen "Analyse von Umweltauswirkungen des Anbaus von Bioenergiepflanzen - Untersuchungen zur Substrateignung von Grünlandaufwüchsen". Posterbeitrag, 04.02.2009, Güstrow (Organisation: Umweltbildungszentrum)

Jantzen, Christian „Zur Eignung von Grünlandaufwüchsen mit dem Bestandesbildner *Equisetum palustre* L. für Verfahren der Biomethanisierung“. Masterarbeit im Studiengang Agrarökologie, Universität Rostock, 2010

Müller, Jürgen; Wiedow, Denny; Jantzen, Christian; Dittmann, Lisa (2012): Eignung von Grünlandaufwüchsen mit dem Bestandesbildner *Equisetum palustre* L. für Verfahren der Biomethanisierung. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (13), S. 129-133

in Vorbereitung:

Jantzen, Christian; Wiedow, Denny; Müller, Jürgen (2013): Vergleich verschiedener energetischer Verwertungspfade von Feuchtgrünlandaufwüchsen am Beispiel von *Equisetum palustre* L. - Tagungsbeitrag „Reed as a Renewable Resource (RRR)“: International Conference on the Utilization of Wetland Plants, Greifswald 2013

Jantzen, Christian; Wiedow, Denny; Müller, Jürgen (2013): Comparison of different utilisation paths of wetland biomass for energy production - the case example of *Equisetum palustre* L. In: Mires and Peat (11)





# Anlage B3

## Projektbericht

### Isolierung und Charakterisierung von Palustrin aus Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*)

**Projektantrag:**

PJ 058/07

„Sicherung Feuchtgrünland – Isolierung des Palustrins aus dem Sumpfschachtelhalm“  
bewilligt am 19.11.2007

**Projektzeitraum:**

01.04.2008 bis 30.09.2008

**Projektziel:**

Das Ziel des Teilprojektes ist es, Palustrin aus *Equisetum palustre* zu isolieren und chemisch/physikalisch zu charakterisieren. Die zu isolierende Menge sollte ca. 100 mg in ausreichender Reinheit betragen. Das isolierte Palustrin wird als Referenzsubstanz für die Methodenentwicklung zur Analyse von Palustrin in Futterproben an Kooperationspartner abgegeben. Dort wird eine entsprechende Analysetechnik zum sensitiven Nachweis von Palustrin aus Futterproben erarbeitet.

**Projektleiter:**

Dr. Till Beuerle  
Technische Universität Braunschweig  
Institut für Pharmazeutische Biologie  
Mendelssohnstr. 1  
38106 Braunschweig  
Tel.: 0531 391 5385  
e-mail: t.beuerle@tu-bs.de

