

Projekt

„Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“

(gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück)

Abschlussbericht (2010)

Rainer Buchwald, Anne Rath und Melanie Willen

Arbeitsgruppe „Vegetationskunde und Naturschutz“, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften (IBU), Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Jürgen Müller

Institut für Management Ländlicher Räume, Lehrstuhl für Landschaftsökologie
Universität Rostock



Inhalt

1	Einleitung.....	9
2	Eigenschaften des Hochmoorgrünlandes.....	11
2.1	Physikalische Eigenschaften von Hochmoorböden.....	11
2.2	Chemische Eigenschaften von Hochmoorböden.....	11
2.3	Flatterbinsen-Problematik.....	14
3	Die Bewirtschaftung von Hochmoorgrünland	16
3.1	Beweidung.....	16
3.2	Mahd	19
3.3	Düngung.....	20
4	Bewirtschaftungsvarianten 2006 - 2010	23
5	Bodenchemie der Projektflächen.....	29
6	Bodenfauna (Regenwürmer)	47
7	Flora und Vegetation der Projektflächen	52
7.1	Methodik der Vegetationsaufnahmen.....	52
7.2	Ergebnisse 2010	53
7.3	Auswertungsmethoden.....	54
7.4	Entwicklung der Varianten (und Teilvarianten) in den Versuchsjahren 2006 bis 2010 und Bewertung der jeweiligen Bewirtschaftungsvarianten.....	58
7.5	Fazit aus geobotanischer Sicht	71
8	Untersuchungen zur Regulierung der Flatterbinse (<i>Juncus effusus</i>) auf landwirtschaftlich genutzten Hochmoorstandorten	74
8.1	Parzellenversuche Darß.....	74
8.2	Streifenanlagen Dümmerniederung.....	78
8.3	Gefäßversuch.....	83
8.4	Schlussfolgerungen für die Regulierung der Flatterbinse.....	87
9	Aspekte der energetischen Verwertung von binsen-reichen Grünlandaufwüchsen.....	89
9.1	Einleitung und Zielstellung.....	89
9.2	Material und Methoden.....	90
9.3	Ergebnisse	93
9.4	Fazit und Schlussfolgerungen	96
10	Ökonomische Betrachtungen	97
10.1	Einführung.....	97

10.2	Flächenbezogene Kosten-Nutzen-Betrachtungen	98
10.3	Aspekte der Verfahrensrentabilität	100
10.4	Zusammenfassung und Ausblick.....	102
11	Optionen für die zukünftige Nutzung von Hochmoorgrünland in NW-Deutschland.....	103
12	Zusammenfassung und Fazit	111
13	Öffentlichkeits- und Informationsarbeit (Publikationen, Abschlussarbeiten und Tagungen); Danksagung	118
14	Literatur	124
15	Anhang.....	131
15.1	Tabellen.....	131
15.2	Abbildungen	170

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis (Anhang)

Tabelle A 1: Bodenchemie, pH-Werte (0,01 M CaCl ₂), (Teil 1)	131
Tabelle A 2: Bodenchemie, Kalium-Werte (mg K / 100 ml Boden), (Teil 1)	133
Tabelle A 3: Bodenchemie, Phosphor-Werte (mg P / 100 ml Boden), (Teil 1).....	135
Tabelle A 4: Bodenchemie, C/N-Verhältnis, (Teil 1)	137
Tabelle A 5: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2006 (Varianten).....	139
Tabelle A 6: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2007 (Varianten).....	140
Tabelle A 7: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2008 (Varianten).....	141
Tabelle A 8: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2009 (Varianten).....	142
Tabelle A 9: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2010 (Varianten).....	143
Tabelle A 10: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2006 (Varianten).....	144
Tabelle A 11: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2007 (Varianten).....	145
Tabelle A 12 : Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2008 (Varianten).....	146
Tabelle A 13: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2009 (Varianten).....	147
Tabelle A 14: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2010 (Varianten).....	148
Tabelle A 15: durchschnittliche Artenzahlen der Braun-Blanquet- und Frequenz-Aufnahmen (BB und F) pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen ...	149
Tabelle A 16: Gesamtartenzahlen der Braun-Blanquet- und Frequenz-Aufnahmen (BB und F) pro Jahr und Variante.....	149
Tabelle A 17: Shannon-Index und Evenness der Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	149
Tabelle A 18: Deckungsgrade der Flatterbinse in den Braun-Blanquet- und Frequenz-Aufnahmen (BB und F) pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	150
Tabelle A 19: Deckungsgrade der Flatterbinse als Anteil der Gesamtdeckung der Krautschicht in den Braun-Blanquet- und Frequenz-Aufnahmen (BB und F) pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	150
Tabelle A 20: Stetigkeiten (%) der häufigsten Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	151

Tabelle A 21: Stetigkeiten (%) der häufigsten Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	151
Tabelle A 22: Gesamtartenzahlen der verschiedenen Gilden in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	152
Tabelle A 23: Deckungsanteile der verschiedenen Gilden in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	152
Tabelle A 24: Durchschnittliche Artenzahlen der verschiedenen Gilden in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	153
Tabelle A 25: Gesamtartenzahlen der verschiedenen Gilden in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	153
Tabelle A 26: Durchschnittliche Artenzahlen der verschiedenen Gilden in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	154
Tabelle A 27: Gesamtartenzahlen der Zielarten-Gruppen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	154
Tabelle A 28: Deckungsanteile der Zielarten-Gruppen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	155
Tabelle A 29: Durchschnittliche Artenzahlen der Zielarten-Gruppen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	155
Tabelle A 30: Gesamtartenzahlen der Zielarten-Gruppen in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	156
Tabelle A 31: Durchschnittliche Artenzahlen der Zielarten-Gruppen in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	156
Tabelle A 32: Gesamtartenzahlen der Ökologischen Strategietypen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	156
Tabelle A 33: Deckungsanteile der Ökologischen Strategietypen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	157
Tabelle A 34: Durchschnittliche Artenzahlen der Ökologischen Strategietypen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	157
Tabelle A 35: Gesamtartenzahlen der Ökologischen Strategietypen in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	158
Tabelle A 36: Durchschnittliche Artenzahlen der Ökologischen Strategietypen in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	158
Tabelle A 37: Gesamtartenzahlen an Feuchtezeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	159
Tabelle A 38: Gewichtete Mittelwerte der Feuchtezahl (F) und Deckungsanteile der Feuchtezeiger in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	159

Tabelle A 39: Mittelwerte der Feuchtezahl (F) und durchschnittliche Artenzahlen der Feuchtezeiger in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	159
Tabelle A 40: Gesamtartenzahlen an Feuchtezeigern in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	160
Tabelle A 41: Mittelwerte der Feuchtezahl (F) und durchschnittliche Artenzahlen der Feuchtezeiger in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	160
Tabelle A 42: Gesamtartenzahlen an Säure- und Basenzeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	160
Tabelle A 43: Gewichtete Mittelwerte der Reaktionszahl (R) und Deckungsanteile der Säure- und Basenzeiger in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	161
Tabelle A 44: Mittelwerte der Reaktionszahl (R) und durchschnittliche Artenzahlen der Säure- und Basenzeiger in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	161
Tabelle A 45: Gesamtartenzahlen an Säure- und Basenzeigern in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	162
Tabelle A 46: Mittelwerte der Reaktionszahl (R) und durchschnittliche Artenzahlen der Säure- und Basenzeiger in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	162
Tabelle A 47: Gesamtartenzahlen an Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	162
Tabelle A 48: Gewichtete Mittelwerte der Stickstoffzahl (N) und Deckungsanteile der Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	163
Tabelle A 49: Mittelwerte der Stickstoffzahl (N) und durchschnittliche Artenzahlen der Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	163
Tabelle A 50: Gesamtartenzahlen an Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	163
Tabelle A 51: Mittelwerte der Stickstoffzahl (N) und durchschnittliche Artenzahlen der Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen.....	164
Tabelle A 52: Gesamtartenzahlen an Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante	164
Tabelle A 53: Gewichtete Mittelwerte der Futterwertzahl (FW) und Deckungsanteile der Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	164
Tabelle A 54: Mittelwerte der Futterwertzahl (FW) und durchschnittliche Artenzahlen der Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	165

Tabelle A 55: Gesamtartenzahlen an Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	165
Tabelle A 56: Mittelwerte der Futterwertzahl (FW) und durchschnittliche Artenzahlen der Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	165
Tabelle A 57: Gesamtartenzahlen an mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	166
Tabelle A 58: Gewichtete Mittelwerte der Mahdverträglichkeitszahl (M) und Deckungsanteile der mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	166
Tabelle A 59: Mittelwerte der Mahdverträglichkeitszahl (M) und durchschnittliche Artenzahlen der mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	166
Tabelle A 60: Gesamtartenzahlen an mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante	167
Tabelle A 61: Mittelwerte der Mahdverträglichkeitszahl (M) und durchschnittliche Artenzahlen der mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	167
Tabelle A 62: Gesamtartenzahlen an weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante.....	167
Tabelle A 63: Gewichtete Mittelwerte der Weideverträglichkeitszahl (W) und Deckungsanteile der weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	168
Tabelle A 64: Mittelwerte der Weideverträglichkeitszahl (W) und durchschnittliche Artenzahlen der weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	168
Tabelle A 65: Gesamtartenzahlen an weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante	168
Tabelle A 66: Mittelwerte der Weideverträglichkeitszahl (W) und durchschnittliche Artenzahlen der weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen	169
Abbildung A 1: Variante 7a, 2006	170
Abbildung A 2: Variante 7a, 2007	170
Abbildung A 3: Variante 7a, 2008	170
Abbildung A 4: Variante 7a, 2009	170
Abbildung A 5: Variante 7a, 2010	170
Abbildung A 6: Schlechter Zustand der Variante 1 im Jahr 2010	171

Abbildung A 7: Variante 1, Überblick	171
Abbildung A 8: Variante 2, Überblick mit gemulchter Schneise	171
Abbildung A 9: Variante 3 a-c, Überblick	171
Abbildung A 10: Variante 4, Überblick	171
Abbildung A 11: Variante 5, Überblick	171
Abbildung A 12: Variante 6a, Überblick	172
Abbildung A 13: Variante 6b, Überblick	172
Abbildung A 14: Variante 6c, Überblick	172
Abbildung A 15: Variante 7b, Überblick	172
Abbildung A 16: Variante 7c, Überblick	172
Abbildung A 17: Variante 7d, Überblick	172
Abbildung A 18: Variante 7e, Überblick	173
Abbildung A 19: An <i>Juncus effusus</i> fressender Esel	173
Abbildung A 20: Befressener Flatter-binsen-Horst	173
Abbildung A 21: Schafe auf Variante 1	173
Abbildung A 22: Lage der Untersuchungsflächen.....	174

1 Einleitung

Noch bis in die 50er Jahre hinein war 50% des nordwestdeutschen Grünlandes als Sumpfdotterblumenwiesen, Pfeifengraswiesen und Seggenriede einzuordnen (MEISEL & HÜBSCHMANN 1976 in ROSENTHAL 1995), also in extensiv bewirtschaftete artenreiche Bestände. Heute beträgt der Flächenanteil gefährdeter Feuchtwiesen nur noch ca. 5 - 10% der nordwestdeutschen Grünlandfläche (HENGSTENBERG et al. 1995). Ursache für die tief greifenden Veränderungen und die drastische Abnahme artenreicher Feuchtgrünländer sind in erster Linie die Entwässerungstätigkeiten der Land- und Wasserwirtschaft. Durch Grundwasserabsenkungen in Verbindung mit Düngung, Intensivnutzung und zum Teil sogar Umbruch entstand immer einheitlicheres, artenarmes Intensivgrünland. Viele Flächen fielen durch Nutzungsaufgabe brach oder wurden aufgeforstet. Die durch angepasste Nutzung entstandene bäuerliche Kulturlandschaft konnte sich nur kleinräumig erhalten, wobei Flora und Fauna häufig auf kleine Restpopulationen zurückgedrängt wurden (ROSENTHAL 1995). Die Erhaltung der verbliebenen Restbestände genießt heute höchste Priorität im Naturschutz, ist jedoch zum Erreichen von Naturschutzziele wie der Förderung angepasster Lebensgemeinschaften und ihrer langfristigen Sicherung nicht mehr ausreichend. Die Wiederherstellung degradiertes Lebensräume gewinnt darum immer größere Bedeutung.

In Niedersachsen befindet sich ein großer Teil des Grünlandes auf Hoch- und Niedermoorstandorten. Mit 2494 km² Hochmoorfläche ist Niedersachsen das an Hochmooren reichste Bundesland Deutschlands, jedoch sind nur noch weniger als 2% dieser Moore in einem naturnahen Zustand. Seit über 100 Jahren werden weite Teile (etwa 2/3 der gesamten Hochmoorfläche) landwirtschaftlich genutzt, nachdem sie mit Hilfe unterschiedlicher Praktiken, hauptsächlich nach der Methode der „Deutschen Hochmoorkultur“, urbar gemacht wurden. Während früher viele Flächen auch ackerbaulich genutzt wurden, dient das kultivierte Hochmoor heute in erster Linie als Grünland (BLANKENBURG 1999).

Hochmoorgrünländer gelten sowohl aus landwirtschaftlicher als auch aus ökologischer Sicht als Problemstandorte. Aus landwirtschaftlicher Sicht machen zum einen die sich im Laufe der Nutzung deutlich verschlechternden physikalischen Bodeneigenschaften Schwierigkeiten, zum anderen kommt es bei weniger intensiver

Nutzung zur Dominanz von landwirtschaftlich wenig nützlichen Arten mit geringen Futterwerten, zu denen neben Ampfer- und Distelarten besonders die Flatterbinse (*Juncus effusus*) zählt. Aus ökologischer Sicht ist die meist intensive Nutzung fragwürdig, da sie zum einen zu artenarmen Beständen führt und zum anderen aufgrund von Düngung und immer stärkerer Entwässerung den Verlust der Torfsubstanz beschleunigt. Aber auch ein Brachfallen steht den naturschutzfachlichen Interessen meist entgegen, da die Flächen sich gewöhnlich zu artenarmen hochwüchsigen Beständen entwickeln, die auch von Wiesenvögeln kaum genutzt werden.

Wie also sollte mit Hochmoorgrünland in Zukunft umgegangen werden? Aufgrund der genannten Probleme steht neben den möglichen Nutzungen mit landwirtschaftlichen oder naturschutzfachlichen Zielen auch die Option zur Diskussion, große Flächen des Hochmoorgrünlandes für den Torfabbau freizugeben. Wäre ein solcher Schritt – neben dem Verlust von im Laufe von Jahrtausenden gewachsener Torfsubstanz – auch ein nicht rückgängig zu machender Fehler im Kampf gegen den Verlust von Feuchtgrünland in Deutschland? Können die Hochmoorgrünländer überhaupt einen Beitrag zur Erhaltung von Feuchtgrünlandarten leisten, indem sie in artenreiche Bestände umgewandelt werden, und – wenn ja – durch welche Nutzungsformen wäre das möglich?

Mit dieser Frage setzt sich das Projekt „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“ auseinander, welches von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert wird. Ziel des Projektes ist es herauszufinden, inwieweit durch bestimmte Bewirtschaftungsmethoden erreicht werden kann, Hochmoorgrünland ökologisch aufzuwerten und Nutzungsformen zu finden, die sowohl den naturschutzfachlichen Interessen genüge tun als auch für die Landwirtschaft möglichst einträglich sind, um so eine dauerhafte Verbesserung und Sicherung der Flächen zu erreichen. In den folgenden Ausführungen sollen zum besseren Verständnis die Eigenschaften des Hochmoorgrünlandes und die Hauptaspekte der Bewirtschaftung dargestellt werden.

2 Eigenschaften des Hochmoorgrünlandes

2.1 Physikalische Eigenschaften von Hochmoorböden

Eine landwirtschaftliche Nutzung verändert die Moorböden tiefgreifend. Bei der Entwässerung eines intakten Hochmoores treten in den ersten Jahren allein durch den Verlust des Auftriebes Sackungsverluste von bis zu 30% der Gesamtmächtigkeit auf. Die zusätzlich eintretenden Höhenverluste durch Mineralisierungsprozesse belaufen sich je nach Nutzungsintensität auf 0,5 bis 1 cm pro Jahr. Insgesamt gesehen ist bei Grünlandnutzung mit Höhenverlusten von ca. 20 cm in 40 Jahren zu rechnen, bei Ackernutzung sind die Verluste sogar doppelt so hoch (BLANKENBURG 1999). KUNTZE (1983) spricht in diesem Zusammenhang vom „Teufelskreis der Moornutzung“: Jeder Entwässerung folgt eine Abnahme der Torfmächtigkeit, woraufhin wiederum tiefer entwässert werden muss. Bei dem Verlust an physikalisch günstigen Torfen durch Torfschrumpfung treten zunächst staunasse Standorte mit kurzfristigen Vernässungen nach Niederschlagsereignissen und nachfolgend tiefen Abtrocknungen des oberen Torfhorizontes in regenarmen Perioden auf. Durch Zunahme der Feinporen entsteht ein Haftnässeboden, der sich kaum noch entwässern lässt. Die Nutzung dieser Flächen wird vielfach als nicht lohnend eingeschätzt und aufgegeben, oder die Flächen werden tief umgebrochen; das aber ist nur sinnvoll, wenn geeignete mineralische Schichten unter den Torfen liegen. Nach Tiefenumbruch ist ein Moor jedoch nicht mehr existent (SCHMATZLER 1999). Allein im Bereich der Landwirtschaftskammer Weser-Ems wurden von 1950 bis 1965 mehr als 40.000 ha Hochmoor durch Pflügen beseitigt (HAYEN 1982 in DIERSSEN 2001).

2.2 Chemische Eigenschaften von Hochmoorböden

Nassböden sind unter natürlichen Bedingungen Stoffsenken, weil dort der Abbau der organischen Substanz gehemmt ist. Global gesehen haben Moorökosysteme einen geringen Flächenanteil von nur ca. 3%. Dennoch sind hier jeweils etwa 30% der in Böden gespeicherten C- und N-Vorräte akkumuliert (AUGUSTIN et al. 1996). Durch die mit Wasserstandsabsenkungen verbundene Nutzung haben die Moore ihre Funktion als wichtigste Senken im Landschaftsgefüge jedoch weitestgehend verloren und sind im Zuge der Kultivierung von entsorgenden zu hochgradig belastenden und

belasteten Ökosystemen, also „sources“ (Quellen) geworden (Succow 2001). Die vermehrte Freisetzung der klimarelevanten Spurengase Kohlendioxid (CO₂) und Lachgas (N₂O) leistet offenbar einen größeren Beitrag zum Treibhauseffekt als die von intakten oder wiedervernässten Mooren ausgehende Emission von Methan (CH₄) (AUGUSTIN et al. 1996).

Hochmoore zeichnen sich durch extreme Nährstoffarmut aus. Auf entwässerten und kultivierten Hochmooren werden durch Mineralisierung zwar Nährstoffe freigesetzt, in erster Linie erhalten solche Flächen die Nährstoffe aber durch Düngung. Hohe Mineraldüngung, vor allem ein Überangebot von Stickstoff, und Aufkalkung der Narbe führen zu erhöhtem Torfschwund, der mehrere Zentimeter pro Jahr betragen kann (SCHMATZLER 1999).

Ein hoher pH-Wert führt zu einer wesentlich höheren Bodenatmung, also zu einer höheren CO₂-Freisetzung als ein niedriger pH-Wert. Überdies wird die Bodenatmung vom Wassergehalt des Bodens bestimmt. Optimale Umsetzungen werden bei Wassergehalten von 60 bis 80% der maximalen Wasserkapazität erreicht, bei höheren Wassergehalten treten im Boden anaerobe Verhältnisse auf. Dadurch wird die CO₂-Freisetzung herabgesetzt, allerdings wird durch Mikroorganismen Methangas gebildet. Je tiefer ein Boden entwässert ist, desto geringer sind daher Bildung und Austrag an Methan. Nach langjähriger intensiver landwirtschaftlicher Nutzung geben Böden nach Wiedervernässung mehr Methan ab als extensiv oder gar nicht landwirtschaftlich genutzte Böden (SCHEFFER 1995).

Eine Nährstoffanreicherung ist auf Hochmoortorfen gewöhnlich auf die oberen Zentimeter beschränkt. In organischen Böden werden neben dem löslichen Kalium auch Phosphate nicht so stark fixiert wie in mineralischen Böden. Schon unterhalb der Grasnarbe bei > 0,2 m unter Gelände werden im Grünland pH-Werte unter 4 erreicht, was oligotrophe Verhältnisse anzeigt und bereits dem Wert natürlicher Hochmoore entspricht (BLANKENBURG 1999).

Eine Besonderheit des Hochmoorgrünlandes im Vergleich zu anderen Grünlandstandorten ist die Tatsache, dass eine reduzierte Düngung die Erträge schnell und im Ausmaß stärker sinken lässt: VON BORSTEL (1996) geht bei einem gänzlichen Wegfall der Düngung von einer Senkung des Ertrages auf nur knapp 20% des Optimalertrages innerhalb weniger Jahre aus. Dies bedeutet, dass zumindest ein Nährstoff so schnell verloren geht, dass er unterhalb eines Schwellenwertes zum

limitierenden Faktor wird. Viel stärker als durch den Stickstoff- und Phosphorgehalt werden die Bestände vom Gehalt an Kalium beeinflusst.

Kalium

Im Gegensatz zu tonreichen Böden, bei denen aufgrund des hohen K-Fixierungsvermögens die Auswaschung mit meist unter $5 \text{ kg K ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ sehr gering ist, liegt in tonarmen Sandböden und organischen Böden (bei hohem K-Angebot) die Auswaschung bei bis zu $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002).

PÖPLAU & ROTH (1995, in SUCCOW 2001) stellten für ein tiefgründiges, aschearmes Durchströmungsmoor (in einigen Aspekten annähernd vergleichbar mit einem Hochmoor) nach vierjähriger extensiver Nutzung eine starke Minderung des pflanzenverfügbaren Kalium-Gehaltes fest, welches bis hin zu Mangelerscheinungen bei den Pflanzen führte. Auch VAN DUREN & PEGTEL (2000) schreiben, dass auf vormals drainierten Torfböden von einer Kalium-Limitierung ausgegangen werden kann, wenn der Input an K gering ist und der Output durch Nutzung hoch ist.

Phosphor

In der Regel sind landwirtschaftlich genutzte Böden zumindest in den oberen Zentimetern reich an Phosphat. Sie lassen sich üblicherweise nur über eine lange Periode hinweg durch Nutzung ausmagern, da selbst bei intensiver Nutzung nur maximal $30 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ entzogen werden können (SCHEFFER 1995). SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (2002) geben für Moorböden allgemein an, dass höhere P-Austräge auftreten können, da der Gehalt mineralischer Sorbenten gering ist. VAN DUREN & PEGTEL (2000) betonen, dass es gerade auf Hochmoorböden zu einer Phosphat-Limitierung kommen kann, besonders auf sehr kalk- oder eisenreichen Standorten, da der Phosphor dann in festen Bindungen vorliegt. Die Verfügbarkeit von Phosphor (im Gegensatz zu derjenigen von Stickstoff) sinkt bei Entwässerung. Eine höhere Mineralisierung setzt zwar auch mehr Phosphor frei, aber aufgrund der durch die höheren Redoxpotentiale verstärkten P-Bindung an Eisen(III)-Verbindungen wird die Verfügbarkeit des Nährstoffes geringer.

Stickstoff

Hochmoorböden weisen nach KUNTZE & SCHEFFER (1992, in SCHEFFER 1995) jährliche Stickstoff-Mineralisationsraten von 100 bis 200 kg ha⁻¹ a⁻¹ auf. Im Vergleich dazu liegt die Rate bei extensiv genutzten nährstoffarmen Böden bei nur 40 bis 70 kg N ha⁻¹ und bei Niedermoorböden sogar bei bis zu 900 kg ha⁻¹. Der so mineralisierte Stickstoff wird zum Teil von den Pflanzen aufgenommen. Wenn jedoch kein Stoffexport über Pflanzen möglich ist, werden die überschüssigen Stickstoffmengen letztlich im Winter als Nitrat ausgewaschen. Besonders bei stark entwässerten Hochmoorböden ist die Mineralisation hoch. Wie die Bodenatmung werden auch die Prozesse der Mineralisation durch eine Wiedervernässung reduziert. Wasseranstau fördert anaerobe Prozesse wie die Denitrifikation, bei der Nitrat zu elementarem Stickstoff reduziert wird. Endprodukt kann dann neben N₂ auch das klimarelevante N₂O sein (SCHEFFER 1995).

2.3 Flatterbinsen-Problematik

Auf Moorgrünländern ist die Flatterbinse (*Juncus effusus*) ein besonderes Problem: MEYER schreibt 1959, dass im Weser-Ems-Gebiet 30% des Moorgrünlandes verbinst waren, während der Anteil verbinster Flächen auf Sandboden nur 8,6% und auf Marschen- und Lehmboden nur 1,8% (MEYER 1959) ausmachte. Bei der Flatterbinse handelt es sich um eine horstbildende Art, welche eine horizontale Scheinachse (Sympodium) bildet. Pro Jahr werden drei bis sechs kurze Sprossfolgen ausgebildet, von denen aber nur zwei bis drei Triebe entwickeln. Die ruhenden Sprossknospen werden beispielsweise nach einer Mahd aktiviert, was zu einer besonderen Regenerationsfähigkeit führt und die Bekämpfung der Art deutlich erschwert. Ältere Achsenabschnitte sterben etwa nach dem dritten Jahr ab, zersetzen sich jedoch nur langsam (vgl. Kapitel 8).

Durch ihr ausgeprägtes Aerenchym, welches den Gaswechsel untergetauchter Organe ermöglicht, ist *Juncus effusus* an überflutete und verdichtete, staunasse Standorte hervorragend angepasst. Flatterbinsen keimen nur dort, wo der Boden eine erhöhte Feuchtigkeit aufweist (MEYER 1959), haben an diesen feuchten Standorten jedoch deutliche Konkurrenzvorteile gegenüber anderen Arten vor allem auf sauren Böden.

Die Flatterbinse produziert eine große Menge an Samen, laut AGNEW (1967 in MEYER 1959) sind es im Mittel 390.000 Samen je Horst. Zugleich haben die Samen eine hohe Lebensdauer und bilden somit eine permanente Diasporenbank aus. Die Flatterbinse ist in den Flächen, in denen sie sich bereits etabliert hat, sehr schwer zu bekämpfen. Herkömmliche Eindämmungsverfahren wie mehrmaliger tiefer Schnitt oder chemische Behandlung mit anschließender Mahd führen durchaus zu Erfolgen; allerdings stellen diese Methoden keine abschließende Lösung dar, sondern müssen ständig wiederholt werden (ausführliche Darstellung vgl. Kapitel 8).

In den Untersuchungen von MEYER (1959) zeigte sich, dass die Flatterbinse im ersten Entwicklungsstadium sehr empfindlich gegen die Konkurrenz durch andere Arten ist. Wenn andere Pflanzen (im Versuch eine Mischung aus *Trifolium repens*, *Phleum pratense* und *Poa trivialis*) schnell eine geschlossene und dichte Narbe bilden, fehlt der Binse das notwendige Licht. Im Freiland zeigte sich, dass *Juncus effusus* sich umso schlechter entwickeln konnte, je stärker mit Phosphor gedüngt wurde. Dies ist wiederum auf die rasche Narbenbildung anderer Arten zurückzuführen. Die Versuchsflächen waren vorher umgebrochen und neu eingesät worden, die Ergebnisse lassen sich also nicht direkt auf Flächen übertragen, auf denen die Binse bereits dominant ist.

3 Die Bewirtschaftung von Hochmoorgrünland

Um eine erhöhte Torfzehrung zu verhindern, ohne die Flächen brach fallen zu lassen, und um eine möglichst reiche Struktur und Zusammensetzung der Vegetation zu erhalten, bietet sich eine extensive Nutzung an. Eine extensive Grünlandnutzung bringt Einschränkungen in der Beweidungsdichte bzw. in Mahdzeitpunkt und -häufigkeit mit sich. Ebenso muss die Düngermenge gering gehalten werden, und es sollten möglichst leichte Arbeitsmaschinen zum Einsatz kommen. Von Pflügen muss auf extensivem Hochmoorgrünland-Standorten grundsätzlich abgesehen werden, in gleicher Weise gelten konventionelle Rinderrassen als problematisch.

Laut SCHMATZLER (1999) zeichnet sich extensiv genutztes Hochmoorgrünland dadurch aus, dass es keine oder kaum Stickstoffdüngung erhält und hohe Wasserstände sowie eine wechselnde Oberflächenstruktur aufweist. Daraus folgen ein geringer und verspäteter Aufwuchs und eine herabgesetzte Zersetzung der Torfe. Späte Mahdtermine und/oder ein geringer Viehbesatz kennzeichnen die Nutzung. VON BORSTEL (1996) schlägt für Extensiv-/Naturschutzgrünland eine Besatzstärke von bis zu 1,4 GV (Großvieheinheiten) pro ha vor sowie eine (N)PK-Düngung von bis zu 1,4 DE (Dungeinheiten). Die bei Beweidung, Mahd und Düngung speziell im Hochmoorgrünland zu beachtenden Einschränkungen sind im Folgenden dargestellt.

3.1 Beweidung

Bei einer Beweidung von Hochmoorgrünland ist auf viele Gesichtspunkte zu achten, die das Erreichen der Bewirtschaftungsziele beeinflussen können. DIERSSEN & HÖRMANN (1999) weisen darauf hin, dass es selbst bei geringer(er) Beweidungsdichte zu einer weiteren Erhöhung der Lagerungsdichte des Oberbodens kommt und somit die Stau- und Haftnässebildung gefördert wird. Nach SCHALITZ (1995, in SUCCOW 2001) hingegen trägt eine extensive Beweidung mit 0,5 bis 1,5 GV pro ha zur Verfestigung der Moorböden, die einer Selbstauflockerung unterliegen, bei und wirkt so gegen Mineralisation und Stickstoff-Freisetzung.

Dies ist besonders unter folgendem Gesichtspunkt von Interesse: BLANKENBURG (1995) weist auf die Problematik hin, dass auf Extensivierungsflächen aufgrund des Wiesenbrüterschutzes häufig im Frühjahr das Walzen untersagt ist. Dies führt dazu,

dass eine eventuell im Winter durch frostbedingte Hebung vom Torfunterboden gelöste Grünlandnarbe nicht wieder in Bodenschluss gebracht werden kann, woraus geringere Wassergehalte in der Narbe resultieren. Dies führt zu abnehmenden Erträgen für die Landwirtschaft. Gleichzeitig kann diese Tatsache aber auch unter dem Gesichtspunkt betrachtet werden, dass sich lückigere Bestände bilden, in denen sich anstelle von Gräsern Kräuter ansiedeln können und es dadurch zu einer Erhöhung der Artenvielfalt kommen kann.

Auf Flächen mit hohem Anteil der Flatterbinse muss eine Beweidung mit solchen Tierarten bzw. -rassen stattfinden, die mit geringer Futterqualität zurechtkommen. Binsen gehören zu den Weideunkräutern, die aufgrund ihrer anatomisch-morphologischen Eigenschaften (wie z.B. harten, ledrigen, stachelspitzigen Blättern) von Weidetieren in der Regel verschmäht werden (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Die Flatterbinse hat (nach DIERSCHKE & BRIEMLE 2002) die Futterwertzahl 2, was einem sehr geringen Futterwert entspricht. Binsen sind schwer verdaulich und können leicht zu Reizungen und Entzündungen der Schleimhäute des Verdauungstraktes führen (OPITZ VON BOBERFELD 1994). Hochleistungsrassen sind auf solchen Flächen nicht einsetzbar; günstiger sind alte Haustierrassen, die gewöhnlich an geringere Futterqualitäten adaptiert sind und deutlich weniger anfällig für Krankheiten sind.

Auf Hochmoorgrünland ist zusätzlich zu beachten, dass die teilweise staunassen Flächen mitunter über längere Zeiträume so nass sind, dass nur an solche Bedingungen angepasste unempfindliche Rassen geeignet sind. Die Moorschnucke ist ein Beispiel für eine robuste Schafrasse. Laut EIGNER & SCHMATZLER (1991) sind die Tiere genügsam und widerstandsfähig; gute Weide oder gar Kraftfutter wird von der Rasse langfristig nicht vertragen. Das Bentheimer Landschaf, eine ebenfalls selten gewordene Rasse, kommt mit einem gewissen Grad an Feuchtigkeit zurecht. Daher wird es hauptsächlich in den Pufferzonen von Mooren eingesetzt, ist also für die Beweidung von Hochmoorgrünland geeignet. Esel bevorzugen frische bis trockene Standorte und können nicht auf allzu nassen Flächen eingesetzt werden, sind aber bezüglich der Futterqualität wenig anspruchsvoll und eignen sich deshalb für die Beweidung von Flächen mit hohem Flatterbinsenanteil.

Auch verschiedene Rinderrassen kommen für die Beweidung von feuchten extensiv genutzten Hochmoorgrünländern in Frage, hier sind in erster Linie schottische Highland-Rinder und Galloways zu nennen. Beide Arten sind genügsam und robust.

Der Nachteil der Beweidung mit Rindern gegenüber der Beweidung mit Schafen liegt zum einen darin, dass Rinderweiden stärker umzäunt werden müssen, was einen erhöhten Aufwand bedeutet. Das Hauptproblem ist aber, dass die Trittbelastung höher ist und somit die Lagerungsdichte des Bodens erhöht wird; außerdem kann es bei nassem Boden schnell zu Narbenverletzungen kommen (EIGNER & SCHMATZLER 1991). Grundsätzlich sind Schafe wegen des geringeren Auflagegewichts geeigneter als Rinder; Rinder sollten in geringer Dichte und mit wenig anspruchsvollen Rassen nur dort eingesetzt werden, wo in Zeiten starker Niederschläge eine Ausweichmöglichkeit in etwas erhöhte, weniger vernässte Teilflächen existiert, so dass sich die Verletzung der Vegetationsnarbe in Grenzen hält.

In solchen Narbenschäden können sich laut OPITZ VON BOBERFELD (1994) wiederum unerwünschte Arten leicht ansiedeln, die sich über Ausläufer oder über Samen schnell ausbreiten, darunter auch die Flatterbinse, die bei Aktivierung der Diasporenbank schnell Herden bildet (KÖLBEL et al. 1990). Allerdings ist es natürlich auch möglich, dass sich in den offenen Bodenstellen erwünschte Arten des Grünlands etablieren können. Der Tritt der Weidetiere kann außerdem unter Umständen dazu führen, dass es zu Gelegeverlusten bei Bodenbrütern kommt. Diese Gefahr ist allerdings bei einer geringen Beweidungsdichte wesentlich geringer einzuschätzen als beim Walzen; Nutzen und Schaden der Beweidung müssen abgewogen werden (EIGNER & SCHMATZLER 1991). ROSENTHAL (1998) schlägt während der Brutzeit eine Beweidungsdichte von nicht über 0,5 bis 3 Tieren pro Hektar vor, unabhängig von Großvieheinheiten.

Ein grundsätzliches Problem bei der Beweidung ist folgendes: Solange wohlschmeckende Pflanzen vorhanden sind, werden harte, schlecht schmeckende Pflanzen nicht oder nur zögerlich verbissen: „Es liegt an der Kunst des Schäfers, die Schafe unter Umständen zu zwingen, das zu fressen, was sie eigentlich nicht so gerne mögen“ (EIGNER & SCHMATZLER 1991). Beweidung ruft durch die selektive Aufnahme von Arten eine Verschiebung der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes hervor und kann so im besten Fall zu einer Erhöhung der Artenvielfalt führen, da die entstehende Strukturvielfalt eine kleinräumige Koexistenz von Arten mit verschiedenen Wuchsstrategien und Nährstoffansprüchen ermöglicht (SACH 1999). Bei ungünstiger Weideführung hingegen können sich ungünstige Dominanzverhältnisse weiter ausweiten, und schützenswerte Arten können verloren

gehen. Bei der Beweidung ist es daher wichtig, die richtige Besatzdichte zu finden. Wenn zu viel Futter angeboten wird (Unterbeweidung) und die Tiere lediglich die bestschmeckenden Pflanzen selektieren, werden die übrig bleibenden Teile überständig und rohfaserreicher und können sich ggf. stärker ausbreiten, wodurch die Futterqualität abnimmt und das Artenspektrum eingeschränkt werden kann. Bei sehr knappem Futterangebot (Überbeweidung) werden zwar auch die weniger beliebten Pflanzen vom Vieh genutzt; es werden jedoch die schmackhaften Pflanzen (sehr) stark verbissen (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002), und empfindliche Arten können verschwinden.

BAKKER (1989) stellte in seinen Untersuchungen fest, dass in einer nassen, beweideten Fläche *Agrostis capillaris* und *Juncus effusus* dominant wurden. In einer beweideten überstauten Fläche wurde die Flatterbinse sogar zur einzigen dominanten Art. In den gemähten Vergleichsflächen dagegen konnte sich *Juncus effusus* kaum ausbreiten, und es kam nicht zu extremen Dominanzverhältnissen. Grundsätzlich sollte bei einer Beweidung eine Nachmahd oder ein Mulchen stattfinden, da sich sonst unerwünschte Arten, die von den Weidetieren verschmäht werden, stärker ausbreiten. Dies sind unter anderem auf nassen und feuchten Standorten *Juncus effusus* und *J. conglomeratus*, auf wechselfeuchten bis -frischen *Deschampsia cespitosa*, *Rumex obtusifolius* und *Cirsium arvense* (ROSENTHAL 1998). Zur Aushagerung an Nährstoffen ist eine Beweidung selbstverständlich weniger geeignet als eine Mahd mit anschließender Entfernung des Mahdgutes. Es werden je nach Nährstoff 70 bis 100% der aufgenommenen Menge wieder ausgeschieden und somit ungleichmäßig auf der Fläche verteilt (OPITZ VON BOBERFELD 1994).

3.2 Mahd

Im Gegensatz zur Beweidung bedeutet die Mahd für alle Pflanzen gleichermaßen einen plötzlichen Einschnitt. Wie stark einzelne Pflanzenarten eingeschränkt oder gefördert werden, hängt von den Eigenschaften der Pflanze ab sowie vom Zeitpunkt und der Häufigkeit des Schnittes. So werden bei tiefem Schnitt Ausläufer- und Rhizompflanzen gefördert, und bei rascher Schnittfolge werden Obergräser und hochwüchsige Kräuter zurückgedrängt, die sonst aufgrund ihres raschen Wuchsvermögens Konkurrenzvorteile haben (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Zu

fördernde und auf eine generative Vermehrung angewiesene Arten sollten ihre Samenreife vor der Mahd abgeschlossen haben. Andererseits ist es in Beständen ohne schützenswerte Arten von Interesse, die unerwünschten Arten durch eine vor der Blüten- und Fruchtbildung ausgeführte Mahd in ihrem phänologischen Rhythmus zu stören, weshalb hier eine frühe Mahd zu bevorzugen wäre (SACH 1999). Auch bei dem Ziel der Aushagerung kann es sinnvoll sein, den ersten Schnitt schon in den Mai zu legen, um den Nährstoffaustrag zu erhöhen (ROSENTHAL 1998). Die Interessen des Schutzes von Pflanzenarten und -gemeinschaften müssen jedoch gewöhnlich (so auch im Projekt) mit den Interessen des Wiesenbrüterschutzes abgestimmt werden, was häufig einen späteren Mahdtermin bedingt. Die Vegetation stellt einen wichtigen Faktor für die Wiesenvögel dar. Zum einen kann sie deren Nahrung beherbergen oder die Eigenschaften des Bodens mit dessen Eignung als Nahrungsstätte anzeigen, zum anderen bietet sie Schutz und Deckungsraum (ROSENTHAL 1998). Eine frühe und häufige Mahd kollidiert erheblich mit den Reproduktionsphasen von Wiesenlimikolen; auf der anderen Seite ist eine ein- bis zweimalige Nutzung für viele Limikolen Voraussetzung für die Besiedlung, da nur hierdurch der offene, weit überschaubare Charakter der Flächen erhalten bleibt. Im Rahmen von Naturschutzprogrammen werden die Mahdtermine meist zeitlich nach hinten verlegt (ab Mitte Juni), um den Wiesenvögeln die Aufzucht der Küken zu ermöglichen. Diese Vorgehensweise kann dann problematisch werden, wenn der Boden so hohe Nährstoffgehalte aufweist, dass der Pflanzenbestand sehr schnell sehr hoch aufwächst und somit die Lebensbedingungen für die Vögel wiederum verschlechtert werden (ROSENTHAL 1998).

Die Bodenverdichtung ist bei der Mahd grundsätzlich geringer als bei der Beweidung, allerdings muss auf leichtes, an die Bodenbedingungen angepasstes Gerät geachtet werden.

3.3 Düngung

Auch wenn bei einer Extensivierung zunächst an Aushagerung gedacht wird, kann eine gewisse Grunddüngung aus bestimmten Gründen sinnvoll und notwendig sein. Die Frage der Düngung von Hochmoorgrünland beinhaltet verschiedene Gesichtspunkte.

Zum einen beeinflusst Düngung den pH-Wert, der wiederum eine Wirkung auf die Mineralisierungsraten hat (vgl. Kap. 2.2) und somit auch auf die Abgabe von Treibhausgasen wirkt. Aus Sicht des Klimaschutzes ist ein niedriger pH-Wert also eigentlich als günstiger einzuschätzen. Auch um die Torfzehrung möglichst gering zu halten, ist eine saure Bodenreaktion von Vorteil. Wird andererseits auch der Schutz der Wiesenvögel mitbetrachtet, ist es notwendig, dass der pH-Wert nicht zu weit abgesenkt wird, da sonst die Bodenfauna verarmt, die den Vögeln als Nahrung dient. Auch für die Artenvielfalt der Pflanzen ist ein sehr niedriger pH-Wert ungünstig.

Wie oben (Kap. 2.2) beschrieben, kommt es im Hochmoorgrünland schnell zu Kalium-Mangel. Tritt dieser in einer Grünland-Fläche auf, führt er zu Mindererträgen, wodurch auch der Entzug anderer Nährstoffe verlangsamt wird. Außerdem kommt es durch die resultierende lückige Vegetation zu einer stärkeren Bodenerwärmung, die die Bodendegradierungsprozesse weiter vorantreibt (Succow 2001). Eine entzugsorientierte Kalium-Düngung erscheint somit sinnvoll. Dies beschränkt sich in erster Linie auf nicht vernässbare Böden, da bei vernässen Böden die Mineralisationsrate schon durch die hohen Wasserstände gemindert ist und eine lückige Vegetationsdecke im Sinne des Wiesenbrüterschutzes oder der Ansiedlung von Feuchtwiesenarten auch von Vorteil sein kann.

JANSSENS et al. (1998) kommen in ihren Untersuchungen zu dem Schluss, dass es einen Zusammenhang zwischen der Artenzahl der Höheren Pflanzen und dem Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium gibt. Die höchste Artenzahl wurde bei mäßigem Phosphorgehalt unterhalb der optimalen P-Konzentration des Bodens für Pflanzenernährung ($5 - 8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) nachgewiesen. Bezüglich des Kaliums liegt die höchste Artenzahl bei $20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, was der optimalen K-Konzentration für Pflanzennahrung entspricht. Im Gegensatz zu hohen Phosphorgehalten sind hohe Kaliumgehalte mit dem Ziel großer Diversität vereinbar. Andere Faktoren wie pH, Anteil organischer Substanz oder die Gehalte an Gesamt-Stickstoff und Kalzium zeigen keine klare Relation zur Artenzahl. Auch VAN DUREN & PEGTEL (2000) halten ein niedriges, aber ausgeglichenes Nährstoffniveau für vorteilhaft, um eine möglichst hohe Artendiversität zu erreichen.

Allgemein ist im Projekt eine Düngung mit Kalium und Phosphor sowohl aus Gründen der Phytodiversität sinnvoll als auch in Bezug auf die Wiesenbrüter und nicht zuletzt deshalb, damit ein lohnenswerter landwirtschaftlichen Ertrag erbracht

werden kann. Stickstoff hingegen ist in den Böden in der Regel in ausreichender Menge vorhanden und muss nicht aufgetragen werden. Zum einen wird er durch die Mineralisation ständig neu freigesetzt (vgl. Kap. 2.2), zum anderen sorgt auch die atmogene Deposition für eine dauernde Nachlieferung des Nährstoffes. In Deutschland beträgt diese zwischen 15 und 50 kg N ha⁻¹ a⁻¹, wobei sie in der Nähe von Industrieanlagen und Massentierhaltungen auf ca. 100 kg ha⁻¹ a⁻¹ ansteigen kann.

Laut ROSENTHAL (1998) sind auf Hochmoorböden Vorrat und Nachlieferung sowohl von Kalium als auch von Phosphor gering, die Aushagerungsdauer ist kurz. Für Stickstoff wird ein mittlerer Vorrat und eine mittlere Nachlieferung angegeben, die Dauer der Aushagerung ist trotzdem gering.

4 Bewirtschaftungsvarianten 2006 - 2010

Bewirtschaftung 2006/2007. Im Projekt werden die Auswirkungen von 7 verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten auf die Abundanz und Frequenz der Flatterbinse sowie auf die Phytodiversität von Hochmoorgrünland vergleichend untersucht. Ursprünglich war ein Untersuchungsdesign von 7 Varianten à 1 ha auf einer einheitlich bewirtschafteten Ausgangsfläche vorgesehen. Dieses in der ersten Antragsfassung vorgeschlagene Design konnte nicht realisiert werden, da die Gutachter die Flächengröße einer Variante (1 ha) aufgrund von Nachbarschaftseffekten für zu klein hielten. Das in der zweiten Fassung vorgeschlagene Design sieht pro Variante eine Gesamtfläche von 5 ha vor; da jedoch im gesamten Emsland keine zusammenhängende und einheitlich bewirtschaftete Fläche von $7 \times 5 = 35$ ha für das Projekt gefunden werden konnte, weisen die Ausgangsflächen der 7 Varianten unterschiedliche Ausgangsbedingungen auf; teilweise gibt es sogar innerhalb einer Variante unterschiedlich bewirtschaftete, voneinander getrennte Teilflächen, so dass sich die inhaltliche Unterteilung von Varianten (V1, V3neu, V6, V7) in Teilvarianten ergab (siehe unten). Diese unterschiedlichen Ausgangsbedingungen machen eine vergleichende Betrachtung der Varianten mit statistischer Absicherung leider unmöglich; es bleibt die separate Betrachtung einer Variante in ihrer Entwicklung vom Ausgangszustand (2006 bzw. 2008; siehe unten) bis zum aktuellen Zustand (2010).

Die in den Jahren 2006 und 2007 verwendeten Varianten sind in Tab.1 zusammengefasst dargestellt. Ihre Auswahl erfolgte in Anlehnung an die in Norddeutschland gängige Bewirtschaftung von Moorgrünland, lässt also unübliche oder seltene Bewirtschaftungsformen außer Acht. Jede Bewirtschaftungsvariante wird auf einer Gesamtfläche von 5 ha durchgeführt und besteht aus fünf Teilflächen à 1 ha; diese liegen teils unmittelbar nebeneinander, teils getrennt in wenigen Teilstücken à ca. 0,5-3,0 ha. Der Variantenvergleich umfasst die Nutzungsformen Wiese und Weide sowie zusätzlich eine reine Mulchvariante. Die Bewirtschaftungsvarianten „Wiese“ und „Weide“ wurden in zwei unterschiedlichen Typen umgesetzt, wobei jeweils ein Typus ein zweimaliges Mulchen vorsieht, während dieses beim jeweils anderen Typus fehlte. Mit Ausnahme der reinen Mulchvariante (Variante 7 in Tab.1) sehen

alle anderen Varianten eine regelmäßige Düngung vor, um den nutzungsbedingten Nährstoffentzug zu kompensieren.

Durch die Düngung soll ferner erreicht werden, dass sich ein für Bodenleben und Vegetation akzeptabler pH-Wert ($> 4,0-4,5$) einstellt. Die reine Mulchvariante ohne Düngung ist in diesem Zusammenhang als Kontrolle gegenüber den anderen Varianten zu verstehen. Die Varianten 1, 2, 5 und 6 beinhalten die Düngung mit anorganischem PK-Dünger, während die Varianten 3 und 4 eine Gölledüngung vorsehen, wie sie in der aktuellen landwirtschaftlichen Praxis üblich ist. Die Weidegänge und Schnitte sollen für alle Varianten mit gleicher Nutzungshäufigkeit jeweils zum gleichen Zeitpunkt erfolgen, um so eine möglichst große Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Der in Absprache mit den Bewirtschaftern festgelegte Nutzungszeitraum ist ebenfalls der Tab.1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Bewirtschaftung der Varianten V1 - V7 in den Jahren 2006 und 2007.

		Beweidung	1. Mahd	2. Mahd	1. Mulchen	2. Mulchen	Düngung
ATP	V 1	ab 16.05.	-	-	15.02. bis 15.03.	16.10. bis 30.11.	16.06. bis 15.07.
ATP	V 2	ab 16.05.	-	-	-	-	16.06. bis 15.07.
Papenburg	V 3	-	08.06. bis 22.06.	16.08. bis 15.09.	15.02. bis 15.03.	16.10. bis 30.11.	16.06. bis 15.07.
Papenburg	V 4	-	08.06. bis 22.06.	16.08. bis 15.09.	-	-	16.06. bis 15.07.
Vrees	V 5	-	08.06. bis 22.06.	16.08. bis 15.09.	15.02. bis 15.03.	16.10. bis 30.11.	16.06. bis 15.07.
Vrees / Bockholte	V 6	-	08.06. bis 22.06.	16.08. bis 15.09.	-	-	16.06. bis 15.07.
Vrees	V 7	-	-	-	08.06. bis 22.06.	16.08. bis 15.09.	-

Zur Vergleichbarkeit notwendig:

- Gleicher Schnittzeitpunkt; bei Variante 1 und 2 gleiche Beweidungszeiträume
- Gleiche Schnitthöhe, gleiche Beweidungsdichte
- Gleiche Düngermenge und Düngungsweise im gleichen Zeitraum

Düngungsweise:

- Varianten 1, 2, 5 und 6 mit PK-Düngung in 2006 und 2007
- Varianten 3 und 4 mit Gülledüngung in 2006 und 2007 (16.6.-15.7. und September / Oktober)

Die Beweidung des Moorgrünlandes (Varianten 1 und 2) erfolgte mit Bentheimer Landschaften, Moorschnucken und jeweils zwei Eseln, die auch mit niedrigen Futterqualitäten auszukommen vermögen. Die Wiesennutzung der Mähvarianten entspricht der heute üblichen konventionellen Grünlandbewirtschaftung, d.h. der erste Schnitt erfolgte im Frühsommer (Mitte Juni) zum Ende der Brutsaison bei Wiesenvögeln. Der zweite Schnitt war für den Spätsommer festgelegt (August/September). Die Festsetzung des zweimaligen Mulchens (Varianten 1, 3 und 5) orientiert sich einerseits an der derzeitigen Naturschutzpraxis in Wiesenvogelgebieten, andererseits an der aktuellen landwirtschaftlichen Praxis: Das

erste Mulchen erfolgte im Herbst, das zweite Mulchen im Frühjahr des darauf folgenden Jahres. Bei der reinen Mulchvariante (Variante 7) wurden die beiden Maßnahmen jeweils im Juni und August/September durchgeführt, also zeitlich parallel zur zweimaligen Wiesenmahd der Varianten 3-6.

Die Lage der 7 Varianten im Raum Papenburg-Aschendorf (Varianten 1-4) und im Raum Vrees (Varianten 5-7) und der Untersuchungsstellen von Bodenchemie und Vegetation ist den Karten des Anhangs zu entnehmen. Die Varianten 1, 3, 4, 6 und 7 sind in Teilvarianten unterteilt, da hier die 5 ha einer gesamten Variante keine zusammenhängende Fläche aufweisen oder einheitlichen Gradienten der Standortfaktoren zeigen(s.o.). Die Vegetation wird wie die Bodenchemie und die Regenwurm-Biomasse sowohl auf der Ebene der Varianten als auch der Teilvarianten beschrieben und analysiert.

In Absprache mit der Unteren Naturschutzbehörde des Lkr. Emsland und den beteiligten Landwirten wurde die oben beschriebene Bewirtschaftung der sieben Varianten ab Frühjahr 2007 in folgender Weise geändert:

- (1) In jedem weiteren Projektjahr (2007-2010) wurde eine schwache Grunddüngung mit PK durchgeführt, während ursprünglich nur eine Düngung in den ersten zwei Jahren vorgesehen war.
- (2) Aufgrund der schweren Befahrbarkeit einiger Flächen im Winterhalbjahr und des engen Zeithorizonts vor Brutbeginn der Kiebitze und anderer Wiesenvögel (Anfang/Mitte März) wurde die zweite Mulchung der Varianten 1, 3 und 5 aufgegeben; die einmalige Mulchung fand ab 2007 jeweils in letzten Monaten eines Jahres (Oktober bis Dezember) statt.

Bewirtschaftung 2008-2010. Im Laufe des Jahres 2007 konnten die Flächen der Varianten V3 und V4 aufgrund der extrem nassen Bodenverhältnisse nicht oder nur unregelmäßig im Rahmen der Projektvorgaben bewirtschaftet werden. Daher wurden diese beiden Varianten aufgegeben und durch zwei neue Varianten ersetzt.

Die **neu eingerichtete Variante 3** liegt wie die Varianten 1 und 2 auf dem Gelände der Autoteststrecke bei Papenburg. In Anlehnung an die bisherige Bewirtschaftung dieser Fläche wurde hier eine im Projekt neue Bewirtschaftungsvariante eingerichtet: Die Flächen wurden Mitte Juni gemäht und erhielten ab etwa Mitte Juli ggf. bis in den Spätherbst hinein mehrmals eine Stoßbeweidung durch eine große Schafherde, sobald jeweils wieder genügend Aufwuchs vorhanden war. Die Anzahl der Beweidungsgänge war vom Verlauf der Witterung in der Vegetationsperiode abhängig. Eine PK-Düngung erfolgte wie bei den anderen Varianten im Sommer.

Die **neu eingerichtete Variante 4** liegt nordöstlich der Ortschaft Esterwegen nicht weit vom Küstenkanal. Auf dieser Fläche wurde ebenso wie auf der vormaligen Variante 4 eine Bewirtschaftung mit Gülle-Düngung erprobt. Neben einer zweimaligen Mahd im Früh- und Spätsommer erfolgte eine Wintermulchung, gegüllet wird die Fläche im üblichen Zeitraum zwischen Mitte Juni bis Mitte Juli. Diese Fläche wird seit längerer Zeit auf diese oder ähnliche Weise per Vertragsnaturschutz bewirtschaftet. Eine Zusammenstellung der aktuellen Bewirtschaftungsvarianten ist in Tab.2 zu finden.

Tabelle 2: Bewirtschaftung der Varianten V1 bis V7 ab 2008.

		Beweidung	1.Mahd	2.Mahd	Mulchen	Düngung
ATP	V1	ab 16.05.	-	-	16.10. – 31.12.	16.06. – 15.07. PK
ATP	V2	ab 16.05.	-	-	-	16.06. – 15.07. PK
ATP	V3 NEU	Stoßbeweidung nach erster Mahd	08.06. – 22.06.	-	16.10. – 31.12.	16.06. – 15.07. PK
Esterwegen	V4 NEU	-	08.06. – 22.06.	16.08. – 15.09.	-	16.06. – 15.07. GÜLLE
Vrees	V5	-	08.06. – 22.06.	16.08. – 15.09.	16.10. – 31.12.	16.06. – 15.07. PK
Vrees	V6	-	08.06. – 22.06.	16.08. – 15.09.	-	16.06. – 15.07. PK
Vrees	V7	-	-	-	08.06. - 22.06. u. 16.08. - 15.09	-

Bewirtschafter für die Untersuchungsflächen waren/sind die folgenden Betriebe (Landwirte):

- Sozialer Ökohof St. Josef e.V. Papenburg (Andreas Menger, Horst Seeler): Varianten 1, 2, 3alt und 3neu, 4alt (ATP-Versuchsgelände)
- Maïke Graedener, Berge: Varianten 5 und 7 (bis 2009; in 2010 Wilhelm Heymann)
- Christof Dierkes, Vrees: Variante 6 (Teilflächen)
- Heinz Breer, Werlte-Bockholte: Variante 6 (Teilflächen)
- Heinrich Kiep, Esterwege: Variante 4neu

5 Bodenchemie der Projektflächen

Nach einer ersten Untersuchung der Bodenchemie im Frühjahr 2006 (incl. Varianten 3alt und 4alt) wurden im Frühjahr 2009 von allen Flächen der 7 Bewirtschaftungsvarianten (1, 2, 3neu, 4neu, 5-7) Bodenproben entnommen und im Herbst auf den pH-Wert, das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis sowie die Gehalte an biologisch verfügbarem Kalium und Phosphor im Oberboden hin untersucht. Für die beiden neuen Varianten 3 und 4 wurden, da sie in 2006 noch nicht hatten beprobt werden können, im Frühjahr 2010 Bodenproben untersucht, so dass für alle bis 2010 durchlaufenden Varianten jeweils 2 Untersuchungen vorliegen. Die Probenahme erfolgte jeweils zwischen Anfang März und Anfang April. Die für die chemischen Untersuchungen benötigten Bodenproben wurden mit Hilfe eines Bodenprobennehmers (Windaus 8003 05006) gestochen. Innerhalb der festgelegten Beprobungsflächen wurden durch wiederholtes Einstechen jeweils mehrere Mischproben aus einer Tiefe von 0 – 10 cm hergestellt. Die Trocknung erfolgte bei 20-30 °C. Anschließend wurden die Proben von Hand gemörsert und durch ein 2 mm – Sieb (Retsch) gesiebt.

Im Folgenden werden für die vier Parameter jeweils die Methoden der Aufarbeitung und Messung der Proben sowie die Bewertung der gemessenen Werte dargestellt. Für jede Variante V (mit 5 ha) wurden 20 Mischproben genommen. Während die Varianten 2 und 5 aufgrund ihrer Homogenität nicht in Teilvarianten unterteilt wurden, gibt es von V1 zwei, von V3neu vier, von V6 drei und von V7 fünf Teilvarianten (vgl. Tabellen Bodenchemie im Anhang: Tab. A1-A4).

a) pH-Wert

Methodik. 10 g luftgetrockneter Feinboden wird mit 25 ml $c(\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}) = 0,01$ mol/l (für pH in CaCl_2) versetzt (SCHLICHTING et al. 1995). Nach einer Stunde, während der die Mischung geschüttelt wird, kann der pH-Wert direkt im Überstand gemessen werden (pH 330i von WTW).

Ergebnisse. Allgemein liegt bei den Einzel- und Mittelwerten des pH-Wertes eine nur geringe Varianz vor (Tab.3; Tab.A1). In 2006 wurden die niedrigsten Werte mit 2,8 und 3,2 (V2) sowie 3,0 und 3,1 (V7) gemessen; in 2009 waren dies 3,1 (V7) und 3,3 (V2). Die höchsten Einzelwerte wurden in 2006 mit 4,4 (V1), 4,4 und 4,6 (V5), 4,4

(V6) sowie 4,5 und 4,6 (V7) ermittelt, in 2009 mit 4,5 (V5, V6) und 4,4 (V4, V7) und in 2010 mit 4,7 (V4).

Die Mittelwerte der 7 Varianten liegen für 2006 zwischen 3,7 (V2) und 4,1 (V5), diese wiederum gemittelt bei einem Gesamt(mittel)wert von 3,9. Für 2009 liegen diese Mittelwerte zwischen 3,7 (V7) und 4,2 (V4neu), alle 7 Mittelwerte lassen sich wiederum zu einem Gesamt(mittel)wert von ebenfalls 3,9 zusammenfassen (Abb.1 und 2); in 2010 wurde für V3neu 3,8 und für V4neu 4,2 als Mittelwert berechnet. Auch die Spanne der Einzelwerte pro Variante ist als gering einzustufen, sie reicht maximal bis 1,6 (2006) und 1,3 (2009) jeweils in V7.

Tabelle 3: Mittelwerte der vier bodenchemischen Parameter in den 7 Varianten (Untersuchungsjahre 2006, 2009 und 2010).

	V1		V2		V3neu		V4neu		V5		V6		V7	
	2006	2009	2006	2009	2009	2010	2009	2010	2006	2009	2006	2009	2006	2009
pH (CaCl ₂)	3,8	3,8	3,7	3,8	3,8	3,8	4,2	4,2	4,1	4,0	3,9	4,0	3,8	3,7
C/N-Verhältnis	22,9	24,2	23,1	23,2	21,1	23,5	21,1	21,4	24,4	23,6	25,3	26,8	24,5	26,3
K ⁺ (mg * 100ml ⁻¹ TS)	8,3	6,5	3,7	2,3	4,8	3,4	7,0	3,8	7,1	4,9	6,5	6,2	7,7	5,3
PO ₄ -P (mg * 100ml ⁻¹ TS)	3,2	1,7	1,7	1,1	1,7	1,4	2,0	1,8	3,7	3,0	3,5	3,1	4,1	2,6
Brachealter (Jahre)	0		> 15		0		0		0		0		>15/wenige	

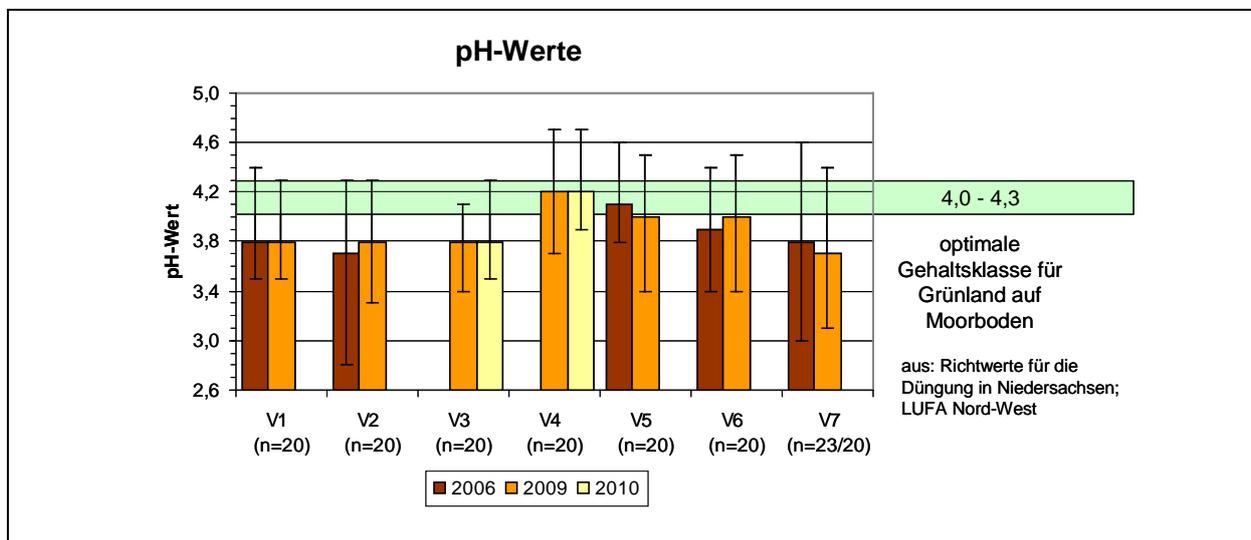


Abbildung 1: pH-Werte der 7 Varianten im Vergleich der Jahre 2006, 2009 und 2010 (jeweils mit Minimum, Maximum und Mittelwert).

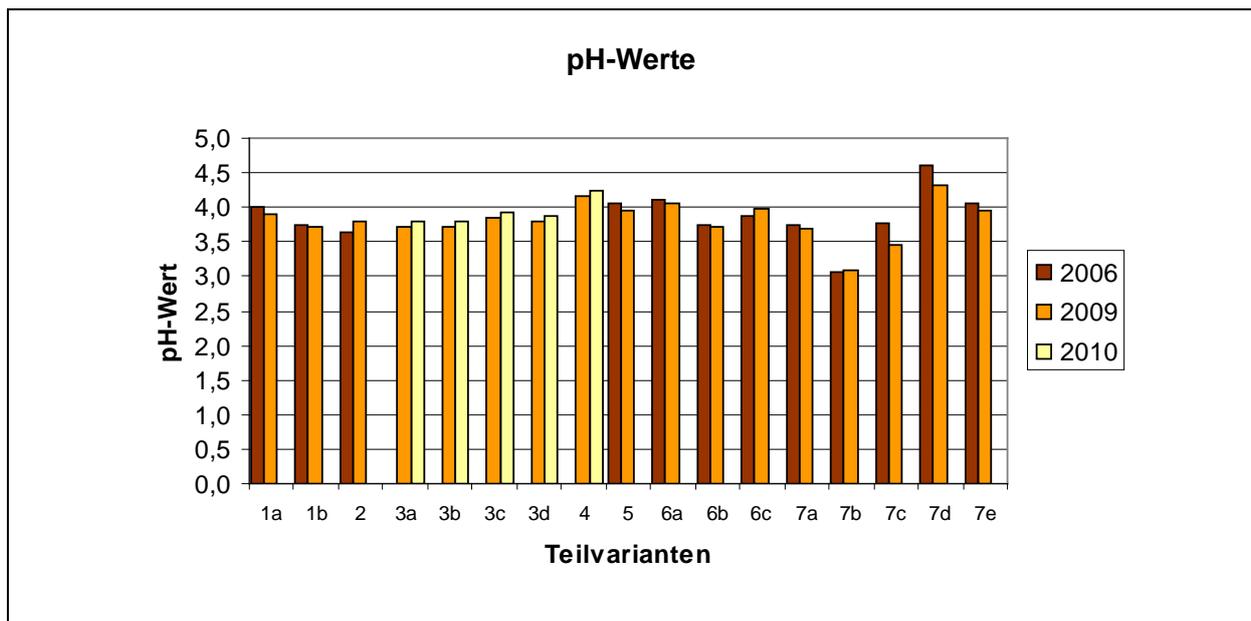


Abbildung 2: pH-Werte der 17 Teilvarianten/Varianten im Vergleich der Jahre 2006, 2009 und 2010; angegeben ist jeweils der Mittelwert. Optimale Gehaltsklasse für Grünland auf Moorböden: pH = 4,0-4,3 (vgl. Abb.1).

In den meisten Fällen sind die Böden aufgrund niedriger pH-Werte schlecht versorgt (Abb.1 und 2; Tab.A1). Dabei hat die Landwirtschaftskammer Niedersachsen das Optimum für nordwestdeutsches Moor-Grünland auf 4,0-4,3 festgelegt. Nach dieser Einstufung lag die niedrigste Gehaltsklasse A/B ($\text{pH} < 4,0$) im Jahr 2006 in allen Varianten mit Ausnahme von V5 und auch in der Mehrzahl der Teilvarianten vor. In 2009 war dies in den Varianten V1, V2, V3neu und V7 sowie in der Mehrzahl der Teilvarianten der Fall, während die Varianten V4neu (4,2) sowie V5 und V6 (jeweils 4,0) die optimale Gehaltsklasse C aufwiesen; in 2010 waren bei V3 alle Mittelwerte der Teilvarianten und fast alle Einzelwerte unterhalb des Schwellenwertes 4,0 angesiedelt, während dieses bei V4 nur für 4 Einzelwerte gilt.

Der Vergleich der Werte von 2009 zu denen der ersten Untersuchung 2006 zeigt eine weitgehend konstante Situation der Bodenreaktion (Tab.3; Tab.A1). Während die Mittelwerte der Varianten V2 und V6 um eine zehntel pH-Einheit zugenommen haben, ist der Mittelwert konstant geblieben (V1) oder hat um 0,1 abgenommen (V5 und V7); bei V3 und V4 ist aufgrund des Wechsels bei den Untersuchungsflächen kein solcher 3-Jahresvergleich möglich.

Bewertung. Die pH-Werte natürlicher und naturnaher Hochmoor-Standorte, die mit einer spezifischen Hochmoor-Vegetation bewachsen sind, belaufen sich in einer

Spanne von etwa 2,5 bis (3,5-)4,0. Höhere Werte als etwa 4,0 weisen daher mit Sicherheit auf menschliche Nutzung oder Beeinträchtigung hin, die häufig mit Entwässerungen, Nutzungen (früherer Buchweizen-Anbau, Grünlandnutzung, aktueller Ackerbau, Aufforstung), Immissionen u.a. einhergehen. Die wichtigsten Folgen sind Torfsackung, -schwund und -verdichtung, Emissionen von klimarelevanten C- und N-Verbindungen sowie Verlust von Nährionen (Nitrat, diverse Basen) in das Grund- und Oberflächenwasser. Im vorliegenden Fall sind hohe pH-Werte durch jahrzehntelange, teilweise intensive Grünlandnutzung bedingt, die durch tiefe randständige Gräben und regelmäßige Düngung ermöglicht wird. Entscheidender Faktor dürfte die Düngung mit NPK und/oder Gülle in den vergangenen 10 Jahren gewesen sein, deren regelmäßige Gaben in V5, V6a und V4 für überwiegend über 4,0 liegende Einzelwerte verantwortlich sind. Die niedrigsten Werte weisen auf fehlende Umsetzung des PK-Düngers (V2) und fehlende Düngung (V7) hin und sind in fast allen Fällen mit einer hohen Dichte der Flatterbinse und geringen Dichte an (v.a. anspruchsvollen) Süßgräsern verbunden. Die recht große Vielfalt an pH-Werten in den Einzel- und Teilflächen der reinen Mulchvariante (V7) weist jedoch darauf hin, dass sich trotz gleicher Brachesituation in den 10-15 Jahren vor Projektbeginn eine davor liegende unterschiedliche Bewirtschaftung bis heute in eine unterschiedliche Bodenreaktion und Nährstoffverfügbarkeit (vgl. Gehalte an Kalium und Phosphor) ‚durchpaust‘. Eine weitere Ursache für die hohe Varianz der Einzelwerte dürfte in der Sandbeimischung durch Tiefpflügen oder Auftrag in einigen Teilflächen von V7 liegen.

b) Pflanzenverfügbares Kalium

Methodik. Für die Herstellung des benötigten Bodenextrakts werden 2,5 g luftgetrockneter Feinboden mit 50 ml CAL-Gebrauchslösung versetzt und 90 min. auf dem Horizontalschüttler geschüttelt (SCHLICHTING et al. 1995). Danach wird der Extrakt abfiltriert. Die Kalium-Konzentration kann direkt aus dem Extrakt am AAS (SpectrAA 300 von Varian) gemessen werden.

Ergebnisse. Bei der Messung der Konzentration an löslichem Kalium (alle Angaben im folgenden Text: in mg pro 100 ml Boden) konnten weitaus deutlichere Unterschiede als beim pH-Wert ermittelt werden. Die höchsten Einzelwerte wurden 2006 mit 12 (V1), 12 und 11 (V5), 11 (V4alt und V6) sowie 12-16 mg (V7) gemessen

werden; drei Jahre später lagen die maximalen K-Werte bei 12 (V1), 13 (V4neu) sowie 10 und 13 mg (V7) (Tab. A2). Die minimalen Werte wurden 2006 mit 2 und 3 (V2), 3 (V4alt) sowie 3 und 4 mg (V7) erreicht, in 2009 dagegen in V2 (1 mg), V7 (2 mg) und V1/V3neu/V5 (3 mg) und in 2010 in V4 (1 mg).

Die Mittelwerte der 7 Varianten reichen im Jahr 2006 von 4 (V2) bis 8 mg (V1, V7), diejenigen der Teilvarianten von 4 (V2) und 5 (V4alt-a, V6c) bis hin zu 9 (V4alt-b, V7-2) und 11 mg (V7a) (Tab.3, Abb.3 und 4). In 2009 belaufen sich die Mittelwerte der Varianten in einer Spanne zwischen 3 (V2) bis zu 7 mg (V4neu) mit einem arithmetischen Mittel bei 5,5 mg pro 100 ml Boden, im Folgejahr bei 3 (V3neu) und 4 mg (V4neu). Die Spanne der Einzelwerte innerhalb der Varianten ist als sehr gering mit 3 mg (V2, V3neu in 2009) und 4 mg (V2 in 2006) bis hoch mit 11 mg (V7 in 2009) und 13 mg (V7 in 2006) einzustufen.

Im Vergleich der beiden wesentlichen Bestandsaufnahmen des Bodenchemismus (2006 zu 2009) ergibt sich für alle 5 möglichen Vergleichsvarianten eine Abnahme, die ebenfalls eine weite Spanne zwischen 0,3 mg (V6) und 2,4 mg (V7) umfasst (Tab.3; Abb.3 und 4). Im Vergleich zum Ausgangszustand 2006 handelt es sich dabei um Abnahmen zwischen 5% (V6) und 31% (V7).

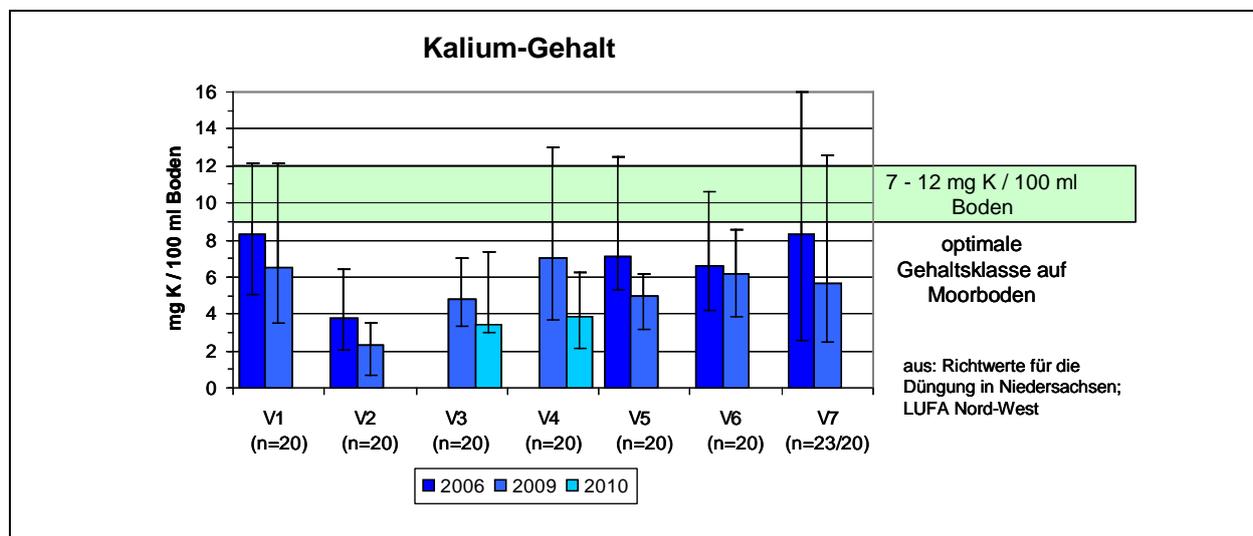


Abbildung 3: Kalium-Gehalte der 7 Varianten im zeitlichen Vergleich der Jahre 2006, 2009 und 2010 (jeweils mit Minimum, Maximum und Mittelwert).

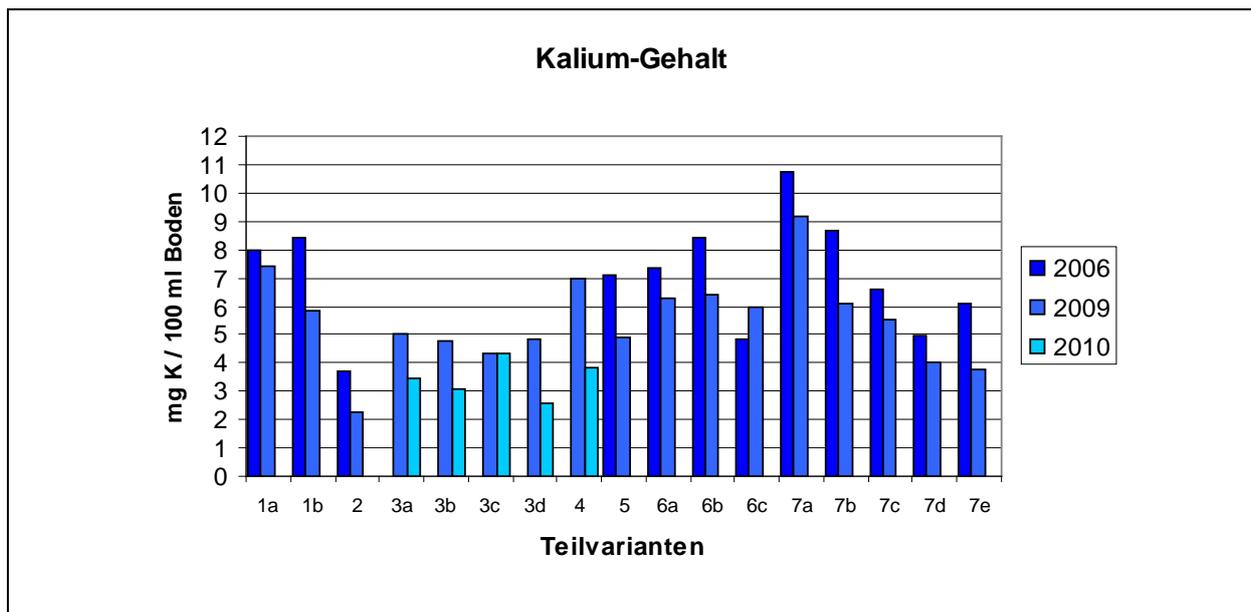


Abbildung 4: Kalium-Gehalte der 17 Teilvarianten/Varianten im zeitlichen Vergleich der Jahre 2006, 2009 und 2010 (jeweils mit Mittelwert); optimale Gehaltsklasse für Grünland auf Moorböden: 7-12 mg pro 100 ml Boden (vgl. Abb.3).

Bewertung. Nach Angaben der Landwirtschaftskammer Hannover (Richtwerte für die Düngung in Niedersachsen; März 2008) gelten für Anmoor- und Moorböden mit landwirtschaftlicher Nutzung folgende Klassen der Kalium-Gehalte (in mg K / 100 ml Boden), woraus sich die Düngungsempfehlungen ableiten:

≤3: sehr niedrig (Klasse A)

4-6: niedrig (Klasse B)

7-12: anzustreben (Klasse C)

13-24: hoch (Klasse D)

25-50: sehr hoch (Klasse E)

> 50: extrem hoch (Klasse F)

Nach dieser Klassifikation liegen die Mittelwerte 2006 bei sechs Varianten in Klasse C und bei Variante 2 in Klasse B; zum Jahr 2009 haben sich die Mittelwerte zu fünf Varianten in Klasse B, einer Variante in Klasse A (V2) und einer Variante in Klasse C (V4neu) hin entwickelt (allerdings ist ein direkter Vergleich nur in 5 der 7 Varianten möglich). In 2006 befanden sich von den 16 Teilvarianten 5 in Klasse B und 11 in Klasse C, während 2009 eine Teilvariante in Klasse A, 12 Teilvarianten in Klasse B und 3 in Klasse C eingestuft wurden; in 2010 wurden 3 von 4 Teilvarianten von V3neu als in der Klasse „sehr niedrig“ und eine in der Klasse „niedrig“ bewertet. Die

143 Einzelwerte der Untersuchungen 2006 verteilen sich wie folgt auf die Versorgungsklassen:

- 15 Werte in Klasse A
- 51 Werte in Klasse B
- 74 Werte in Klasse C
- 3 Werte in Klasse D
- 0 Werte in Klasse E und F

Für die 139 Einzelwerte des Jahres 2009 ergibt sich folgendes Bild:

- 24 Werte in Klasse A
- 76 Werte in Klasse B
- 37 Werte in Klasse C
- 2 Werte in Klasse D
- 0 Werte in Klasse E und F

Für die 40 Einzelwerte (V3neu, V4neu) des Jahres 2010 wurden folgende Klassen ermittelt:

- 22 Werte in Klasse A
- 17 Werte in Klasse B
- 1 Wert in Klasse C

Damit wird deutlich, dass aus landwirtschaftlicher Sicht in 2006 mehr als 10% der Standorte stark unterversorgt, knapp 36% unterversorgt, knapp 52% ausreichend versorgt und etwa 2% schwach überversorgt waren. Innerhalb von drei Jahren verschlechterte sich die Lage deutlich, da nun mehr als 17% der Standorte stark unterversorgt (Klasse A), etwa 55% unterversorgt (Klasse B), nur knapp 27% ausreichend versorgt (Klasse C) und mehr als 1% schwach überversorgt (Klasse D) gelten. Für eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung wären demnach in aktueller Situation deutlich mehr als 2/3 aller untersuchten Standorte zukünftig (deutlich) stärker mit Kalium zu düngen.

Aus nährstoffökologischer Sicht gelten für die Kalium-Gehalte von Mooren folgende Richtwerte (in g Kalium pro kg Trockensubstanz): Hochmoor < 0,4; Übergangsmoor ca. 0,4 – 0,8; Niedermoor > 0,83 (Handbuch der Bodenkunde 1999). Die Mittelwerte aller Varianten lagen in 2006 und 2009 teils knapp, teils deutlich unterhalb der Grenze von 0,4 g K / kg TS Boden und damit im Bereich von geologischen Hochmoor-Standorten. Von den 139 Einzelproben des Jahres 2009 wurde nur bei 6

(entspricht 4,3%) ein Wert von 0,4 oder darüber gemessen, sind demnach eher Übergangs- oder Nieder- als Hochmooren zuzuordnen; sie treten gehäuft in V1 (4 Proben) sowie V4neu (2 Proben) auf.

c) Pflanzenverfügbares Phosphat

Methodik. Die Herstellung des benötigten Bodenextrakts wird wie bei b) beschrieben durchgeführt (SCHLICHTING et al. 1995). Die Bestimmung der Phosphat-Konzentration erfolgt aus dem Extrakt unter Verwendung der Blau-Methode am Photometer (Dr. Lange CADAS 200).

Ergebnisse. Die Einzel- und Mittelwerte der Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphat weisen eine gleichermaßen weite Amplitude wie die Kalium-Gehalte auf, zeigen aber eine noch geringere Versorgung für die landwirtschaftliche Nutzung an. Die höchsten Einzelwerte (jeweils in mg Phosphor pro 100 ml Boden) wurden 2006 in den Varianten V5 (8 mg) und V7 (11 mg) gemessen; in 2009 sind die höchsten Werte in V6 (5 mg), V5 (6 mg) sowie V7 (7 mg) nachgewiesen worden, in 2010 lagen alle Einzelwerte unter 3 mg (Tab.3; Tab. A3). Der niedrigste Einzelwert von 1 mg fand sich 2006 nur in den Varianten V2 und V4, im Jahr 2009 wie auch in 2010 dagegen in allen Varianten mit Ausnahme von V5 und V6 (Tab.A3). Die Mittelwerte der 7 Varianten weisen 2006 eine große Amplitude zwischen 1,7 und 4,1 mg auf mit einem Gesamtmittel von 3,1 mg auf, in 2009/2010 dagegen zwischen 1,1 und 3,1 mg (Gesamtmittel: 2,2 mg) (Tab.3; Abb.5 und 6). Auch die Spannen der Einzelwerte innerhalb der Varianten sind weit gestreut und betragen für 2006 im Minimum 2 mg (V1, V2) und im Maximum 9 mg (V7); sie liegen für 2009 zwischen 1 mg (V2, V3) und 6 mg (V7) und für 2010 bei 1 mg (V3neu) bzw. 2 mg (V4neu).

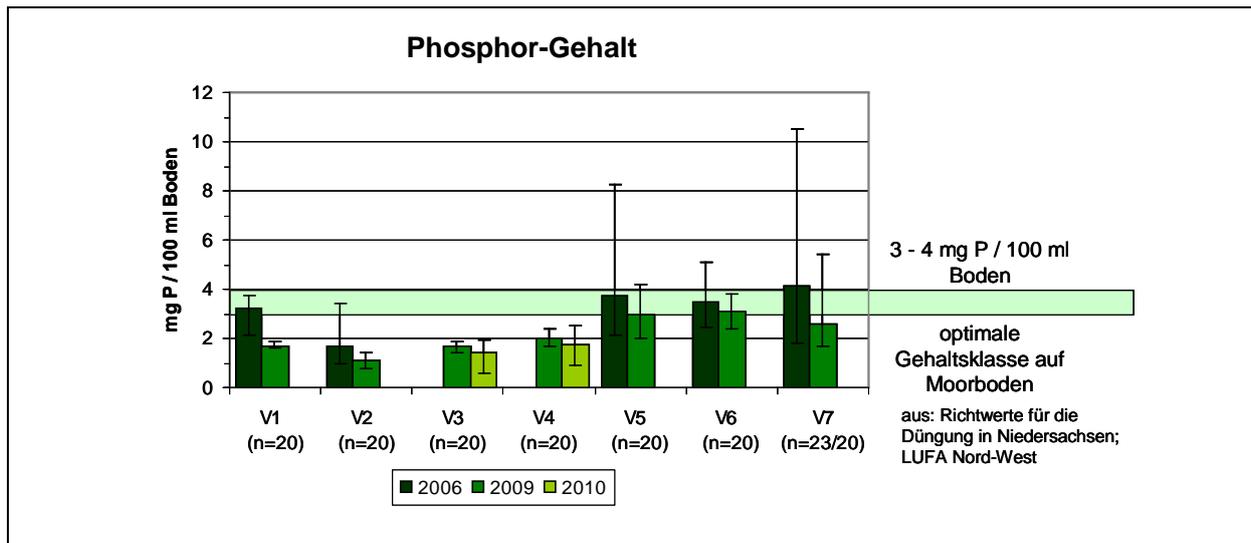


Abbildung 5: Phosphor-Gehalte der 7 Varianten im zeitlichen Vergleich der Jahre 2006, 2009 und 2010 (jeweils mit Minimum, Maximum und Mittelwert).

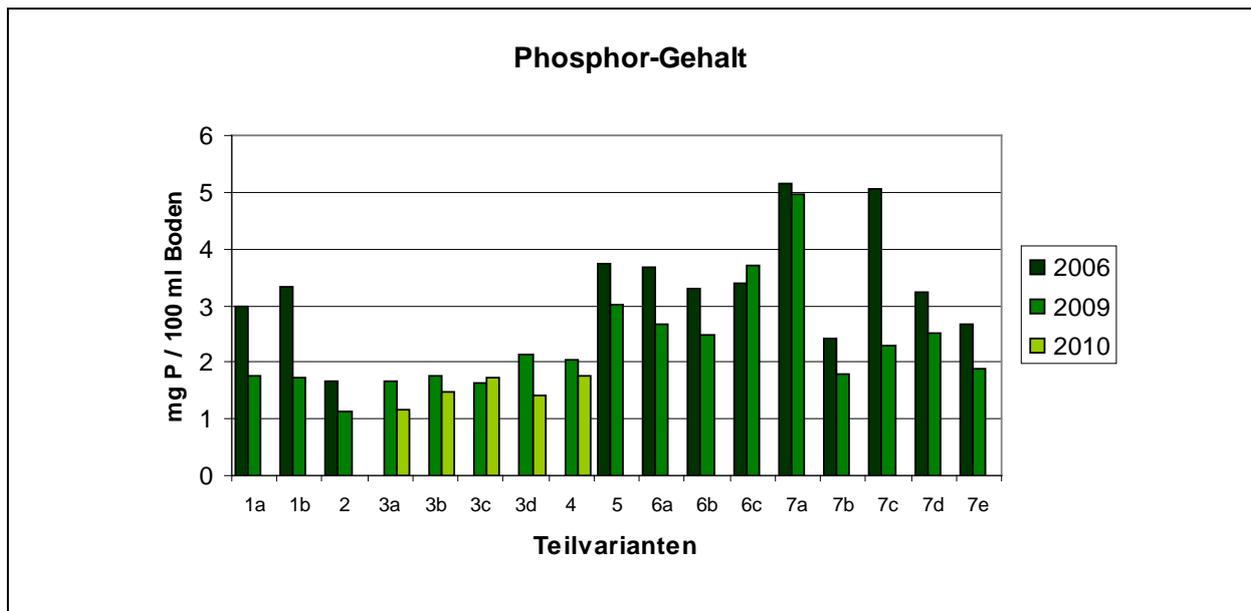


Abbildung 6: Phosphor-Gehalte der 17 Teilvarianten/Varianten im zeitlichen Vergleich der Jahre 2006, 2009 und 2010 (jeweils mit Mittelwert); optimale Gehaltsklasse für Grünland auf Moorböden: 3-4 mg P pro 100 ml Boden (vgl. Abb.5).

Wie bei den K-Konzentrationen sind auch bei den P-Gehalten in 2009 durchweg Abnahmen gegenüber 2006 zu verzeichnen (Tab.3; Abb.5,6). Die absoluten Rückgänge liegen für die 5 vergleichbaren Varianten zwischen 0,4 (V6) und 1,5 mg (V1, V7); gegenüber dem Ausgangszustand 2006 ergibt das eine relative Abnahme von 11% (V6) bis 35% (V2) und 47% (V1).

Bewertung. Nach Angaben der Landwirtschaftskammer Hannover (Richtwerte für die Düngung in Niedersachsen, März 2008) gelten für Anmoor- und Moorböden mit landwirtschaftlicher Nutzung folgende Klassen der verfügbaren Phosphor-Gehalte (in mg P pro 100 ml Boden), woraus sich die betreffenden Düngungsrichtwerte ergeben:

≤1: sehr niedrig (Klasse A)

2: niedrig (Klasse B)

3-4: anzustreben (Klasse C)

5-6: hoch (Klasse D)

7-13: sehr hoch (Klasse E)

> 13: extrem hoch (Klasse F)

Nach dieser Klassifikation liegt der Mittelwert in 2006 mit Ausnahme von V2 (Klasse B) durchweg in Klasse C, während in 2009 derjenige von V2 in Klasse A, diejenigen der Varianten 1, 3 und 4 in Klasse B und diejenigen der Varianten 5-7 in Klasse C angesiedelt sind. Im Untersuchungsjahr 2006 verteilen sich die 143 Einzelproben in folgender Weise auf 5 Versorgungsklassen:

- 9 Proben in Klasse A
- 37 Proben in Klasse B
- 82 Proben in Klasse C
- 10 Proben in Klasse D
- 4 Proben in Klasse E

Im Jahr 2009 gibt es folgende Verteilung der 140 Einzelproben:

- 33 Proben in Klasse A
- 69 Proben in Klasse B
- 30 Proben in Klasse C
- 7 Proben in Klasse D
- 1 Probe in Klasse E

Für 2010 ergibt sich folgendes Bild bei 40 Einzelproben:

- 15 Proben in Klasse A
- 24 Proben in Klasse B
- 1 Probe in Klasse C

Aus diesen Zahlen wird deutlich, dass sich der Schwerpunkt der Versorgungsklassen innerhalb von 3 Jahren um eine Versorgungsklasse verringert hat. Somit sind aus landwirtschaftlicher Sicht in 2009/2010 knapp 27% der Standorte stark unterversorgt

(gegenüber 6% in 2006), knapp 52% schwach unterversorgt (gegenüber knapp 26% in 2006), gut 17% als „anzustreben“ versorgt (gegenüber gut 57% in 2006), knapp 4% als gut versorgt (gegenüber 7% in 2006) sowie etwa 0,6% als sehr gut versorgt (gegenüber knapp 3% in 2006).

Aus nährstoffökologischer Sicht gelten für die Phosphor-Gehalte von Mooren die folgenden Richtwerte (in g PO₄-P pro kg Trockensubstanz Boden): Hochmoor < 0,44; Übergangsmoor 0,44-0,88; Niedermoor > 0,88. Die Mittelwerte aller Varianten liegen sowohl 2006 als auch 2009 und 2010 deutlich unter der Obergrenze für Hochmoore, ebenso diejenigen aller Teilvarianten und aller Einzelproben.

d) Kohlenstoff-Stickstoff(C/N)-Verhältnis

Methodik. Luftgetrockneter Feinboden wird mit einer Kugelmühle (Retsch) fein zermahlen und dann bei 105°C für mindestens 1 h getrocknet, das Abkühlen erfolgt im Exsikkator (SCHLICHTING et al. 1995). Diese Bodenproben werden in Zinnkartuschen (5 x 9 mm) eingewogen (ca. 2-5 mg) und mit Hilfe eines C/N-Analysers (CHNS-Analyser Flash EA, Firma Thermo) untersucht. Es werden Doppelmessungen durchgeführt.

Ergebnisse. Die Einzelwerte sowohl der C- als auch der N-Konzentrationen weisen große Amplituden auf, während Einzel- und Mittelwerte des C/N-Verhältnisses der jeweils 7 Varianten in beiden Untersuchungsjahren erstaunlich wenig voneinander abweichen (Tab.A4). In 2006 liegen die Mittelwerte des C/N-Verhältnisses bei den Varianten zwischen 22,9 (V1) und 25,3 (V6), diejenigen der Teilvarianten zwischen 21,8 (V3alt-b) und 29,4 (V7b) (Tab.3; Abb.7 und 8). Im Vergleichsjahr 2009 weisen die Mittelwerte eine Spanne zwischen 21,1 (V3, V4) und 26,8 (V6) auf, diejenigen der Teilvarianten zwischen 18,9 (V3neu-c) und 28,9 (V7b); in 2010 betragen die Mittelwerte der Varianten 23,5 (V3neu) und 21,4 (V4neu). Die Maxima der Einzelwerte erstrecken sich in 2006 von 26,7 (V1) bis 35,4 (V7), in 2009 von 24,1 (V3) bis 33,9 (V6), in 2010 25,5 (V3neu) bzw. 28,0 (V4neu); die Minima der Einzelwerte liegen in 2006 zwischen 17,5 (V3) und 21,6 (V6), in 2009 zwischen 15,5 (V3) und 22,1 (V6) und in 2010 bei 21,3 (V3neu) bzw. 18,6 (V4neu) (vgl. Tab.A4).

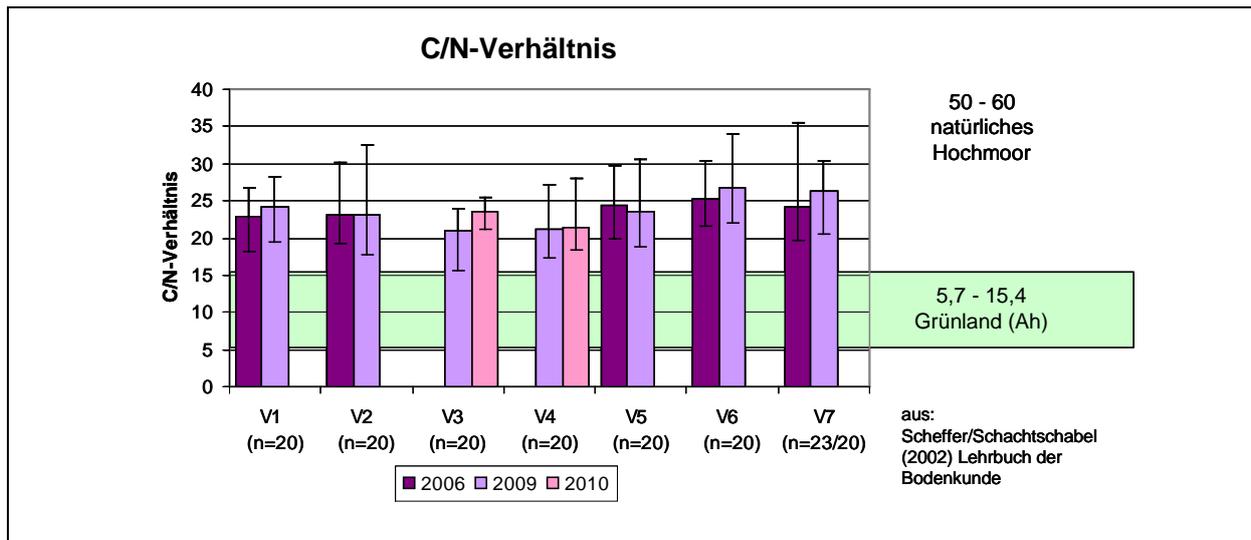


Abbildung 7: Werte des C/N-Verhältnisses im zeitlichen Vergleich der Jahre 2006, 2009 und 2010 (jeweils mit Minimum, Maximum und Mittelwert); der grüne Balken kennzeichnet die für intensive bis mäßig extensive Grünlandnutzung üblichen C/N-Werte (nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002).

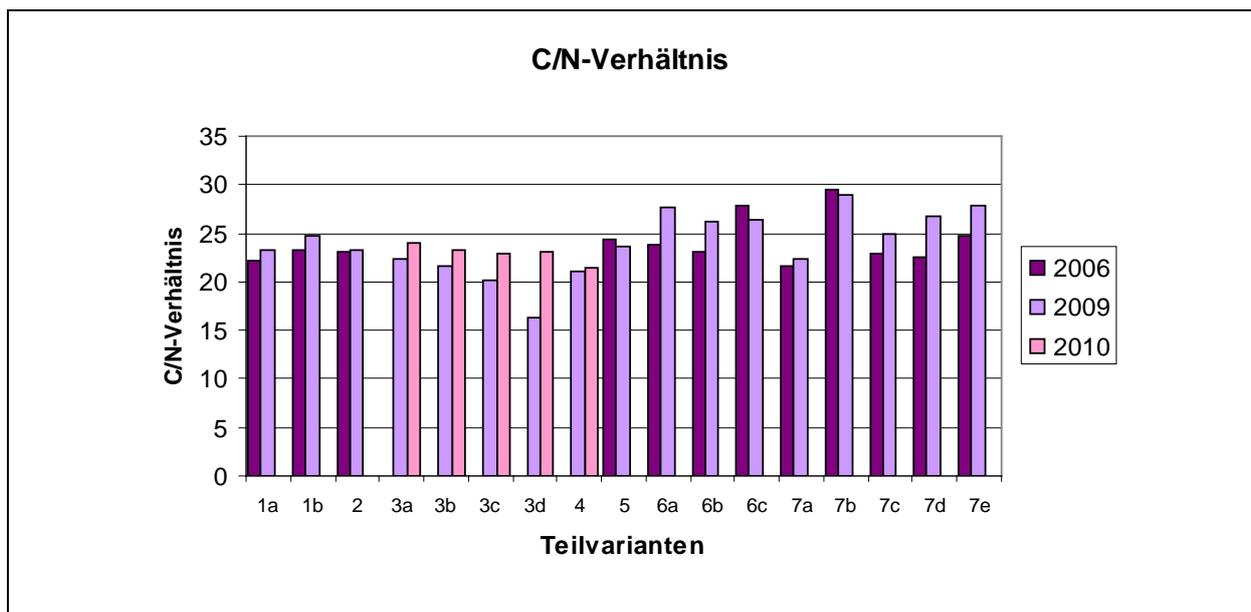


Abbildung 8: Werte des C/N-Verhältnisses im Vergleich der Jahre 2006, 2009 und 2010 (jeweils mit Mittelwert).

Beim Vergleich der Mittelwerte zwischen 2006 und 2009 ergibt sich eine leichte Zunahme des C/N-Verhältnisses und damit relative N-Abnahme bei den Varianten 1, 2, 6 und 7; sie beträgt in V2 0,1 (entspricht 0,4%), in V1 1,3 (5,6%), in V6 1,5 (5,9%) und in V7 1,8 Einheiten (7,3%); eine schwache Abnahme um 0,8 Einheiten (3,3%)

und damit relative Zunahme des N-Gehaltes wurde dagegen in V5 festgestellt (Abb.7 und 8).

Bewertung. Die Gehalte an Kohlenstoff liegen ganz überwiegend oberhalb einer Grenze von 300 g pro kg Trockensubstanz – ein deutlicher Hinweis auf den hohen Anteil an organischer Substanz im Torfboden (BUCHWALD et al. 2009). Einen hohen C-Gehalt über 500 g weisen in 2006 24 und in 2009 31 der insgesamt 143 bzw. 140 Einzelwerte auf. Für den N-Gehalt in Übergangsmooren werden Werte von 10-25, in Hochmooren < 12 g pro kg TS angegeben (Handbuch der Bodenkunde 1999). Von den Einzelwerten der Untersuchungsjahre 2006 und 2009 sind jeweils fast alle im Bereich der Übergangsmoore angesiedelt, während jeweils sehr wenige im Bereich der Hoch- und der Niedermoore/Feuchtwiesen (> 25g N pro kg TS) liegen (BUCHWALD et al. 2009).

Für die C/N-Werte liegen in der Literatur keine klar definierten Grenzen für Torfböden – insbesondere diejenigen von Hochmooren – vor. Bei Klassifizierung der im Projekt erhobenen Werte in die Klassen „hoher N-Anteil“ (C/N 15,5-22,1), „mittlerer N-Anteil“ (C/N 22,8-28,8) und „niedriger N-Anteil“ (C/N 28,9-35,5) ergibt sich folgende Verteilung, wobei alle Einzel- und Mittelwerte über der von SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (2002) genannten Grenze für intensiv bis mäßig extensiv genutztes Grünland liegen:

- für 2006: hoher N-Anteil 38 Proben (26,6%); mittlerer N-Anteil 95 Proben (66,4%); niedriger N-Anteil 10 Proben (7,0%)
- für 2009: hoher N-Anteil 45 Proben (32,1%); mittlerer N-Anteil 86 Proben (61,4%); niedriger N-Anteil 9 Proben (6,4%)
- für 2010: hoher Anteil 14 Proben (35,0%); mittlerer N-Anteil 26 Proben (65,0%)

Legt man dagegen die Angaben von SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (2002) für Hochmoore zugrunde, so erreicht kein einziger im Projekt gemessener Wert die angegebene Schwelle von 50-60.

e) Vergleich der Gehaltsklassen in den Varianten

Der Vergleich der Gehaltsklassen bei den vier Parametern pH-Wert, Kalium- und Phosphorgehalt und C/N-Verhältnis ergibt für die 7 Varianten (mit 143 Probestellen = Einzelwerten in 2006, 140 Probestellen in 2009 und 40 Probestellen in 2010) deutliche Unterschiede in der Versorgung der Böden (Abb.1 bis 8; Tab. A1 bis A4).

Variante 2 (Beweidung mit PK-Düngung, ohne Mulchung) weist die aus landwirtschaftlicher wie naturschutzfachlicher Sicht ungünstigsten Standorte auf. In beiden Untersuchungsjahren wurden überwiegend (sehr) niedrige pH-Werte gemessen. Die Kalium- und Phosphor-Konzentrationen liegen fast durchweg niedrig, bei P ergibt sich für die 20 Proben sogar ein Mittelwert von nur 1,7 mg P pro 100 ml Boden! Etwas günstiger ist die Stickstoff-Versorgung: so wurden in 2006 8 Proben und in 2009 6 Proben mit niedrigem C/N-Verhältnis ermittelt.

Etwas günstiger sieht die Nährstoff-Versorgung in den **Varianten 1 und 3alt/neu** (Beweidung mit PK-Düngung und herbstlichem Mulchschnitt) aus. In 2006 liegen 4 Probestellen von V1 und 7 Probestellen von V3alt in ihrem pH-Wert über oder gleich 4,0; drei Jahre später hat sich diese Zahl auf jeweils 3 erniedrigt. In Hinsicht auf die Kalium-Gehalte sind die Böden gut versorgt: im ersten Untersuchungsjahr liegen 18 Probestellen von V1 und 16 Probestellen von V3alt (n = jeweils 20) im „anzustrebenden“ Bereich, während dies in 2009 nur noch bei 10 (V1) bzw. 2 Probestellen (V3neu) der Fall war. Sehr ähnlich stellt sich die Situation für die Konzentrationen des pflanzenverfügbaren Phosphat-P dar: in 2006 wurden noch 18 (V1) bzw. 13 (V3alt) Probestellen als „anzustrebend“ eingestuft, drei Jahre später ist die Versorgung in beiden Varianten fast ausschließlich nur noch als sehr niedrig oder niedrig gekennzeichnet. Dagegen ist die mittlere N-Versorgung von V1 etwa konstant geblieben: in 2006 war in 5 Proben ein niedriges C/N-Verhältnis zu verzeichnen, in 2009 in 4 Proben. Auch an dieser Stelle sei jedoch nochmals betont, dass bei den Varianten V3 und V4 ein direkter zeitlicher Vergleich aufgrund des notwendigen Flächenwechsels von 2007 auf 2008 nicht möglich ist.

V3neu stellt sich bezüglich dem pH-Wert als räumlich wie zeitlich recht homogen dar (Mittelwerte von Variante und Teilvarianten durchweg 3,7-3,9), während sich die mittleren Kalium-Gehalte von 2009 auf 2010 deutlich reduziert haben (Variante: 4,8 auf 3,4; vier Teilvarianten 4,3-5,0 auf 2,6-4,4). Dasselbe gilt für die P-Werte, die sich bei der Variante von 1,7 auf 1,4 mg und bei den Teilvarianten von 1,6-2,1 auf 1,2-1,7

reduziert haben. Nur leicht erhöht haben sich Einzel- und Mittelwerte des C/N-Verhältnisses von 2009 auf das Folgejahr.

Bei der alten und neuen **Variante 4** (zweimaliger Schnitt mit Gülle-Düngung) stellt sich kein einheitliches Bild dar. **V4alt** ist gekennzeichnet durch eine recht günstige Bodenreaktion (10 Einzelwerte $\geq 4,0$) und eine jeweils mittlere K- und P-Versorgung: die Kalium-Gehalte liegen bei 9 Werten im mittleren (=anzustrebenden) Bereich, bei den anderen 11 Werten (deutlich) darunter; die P-Gehalte liegen 11 Mal im mittleren, 7 Mal im niedrigen und 2 Mal im sehr niedrigen Bereich. **V4neu** zeigt überwiegend pH-Werte über 4,0 und fast durchweg niedrige P-Gehalte auf; dagegen ist die K-Versorgung als überwiegend gut (12 Werte „anzustreben“ oder hoch) anzusehen, ebenso wie die N-Versorgung (13 niedrige C/N-Werte).

Die **Variante 5** (zweimaliger Sommerschnitt mit PK-Düngung und Herbstmulchung) weist im Durchschnitt eine mittlere Bodenreaktion auf, die sich von 2006 auf 2009 allerdings etwas verschlechtert; in jedem Fall ist eine weite Spanne der gemessenen pH-Werte nachzuweisen: in 2006 eine Amplitude von 0,8 (3,8-4,6), in 2009 von 1,1 (3,4-4,5). Die K-Konzentrationen sind wenig stabil: Während 2006 noch 12 Probestellen als „anzustreben“ eingestuft wurden, ist dieses in 2009 bei keiner einzigen mehr der Fall. Die P-Versorgung liegt eher im günstigen Bereich, da die Versorgung in 2006 bei 16 Probestellen und in 2009 immerhin noch bei 11 Probestellen als „anzustreben“ bis (sehr) gut eingestuft wurde. Die Versorgung mit Stickstoff ist – im Vergleich der Varianten wie auch absolut – im mittleren Bereich angesiedelt (in 2006 16 Stellen, in 2009 12 Stellen mit mittleren C/N-Werten).

Auch bei **Variante 6** (zweimaliger Sommerschnitt mit PK-Düngung, ohne Herbstmulchung) liegt eine große Varianz der pH-Werte mit 1,0 (2006) bzw. 1,1 (2009) vor; dabei liegen immerhin 10 (in 2006) bzw. 8 Probestellen im mittleren bis hohen Wertebereich ($\text{pH} \geq 4,0$), so dass von einer recht günstigen Bodenreaktion ausgegangen werden kann. Die Kalium-Versorgung ist dagegen als suboptimal zu bewerten: so wurden in 2006 für jeweils 10 Standorte „anzustrebende“ und niedrige Gehalte festgestellt, in 2009 für 7 Standorte „anzustrebende“ und für 13 Standorte niedrige Gehalte. Sehr günstig stellt sich die Situation für die Konzentrationen an löslichem Phosphat dar: „anzustreben“ ist die Versorgung in beiden Jahren bei der Mehrheit der Probestellen (2006: 16; 2009: 13), und eine gute Versorgung liegt sogar bei 3 (2006) bzw. 2 Probestellen (2009) vor. Die N-Versorgung kann als mäßig gut

eingestuft werden, da in beiden Jahren die mittleren C/N-Werte (22,2-28,8) deutlich überwiegen.

Aufgrund der Aufteilung von **Variante 7** (zweimalige Sommermulchung, ohne Düngung) in fünf voneinander getrennte Teilflächen (= Teilvarianten) weist diese Variante teilweise sehr hohe Varianzen bei den Einzelwerten und den Mittelwerten der Teilvarianten auf. So liegt die Spanne der pH-Werte mit 1,6 (2006) bzw. 1,1 (2009) im oberen Bereich; insgesamt sind drei der Subvarianten im unteren pH-Bereich und zwei im oberen ($\text{pH} \geq 4,0$) angesiedelt. Bei der Kalium-Konzentration ist in gleicher Weise ein weite Amplitude gegeben (2006: 3-13 mg pro 100 ml Boden; 2009: 2-13 mg), wobei der Schwerpunkt in 2006 zwischen „anzustreben“ und gering liegt, in 2009 dagegen deutlich bei gering. Die P-Gehalte weisen mit 2-11 mg (2006) bzw. 1-7 mg ähnlich hohe Varianzen auf; insgesamt ist die P-Versorgung als recht gut mit leicht abnehmender Tendenz von 2006 auf 2009 einzustufen. Die N-Versorgung liegt im mittleren Bereich mit den meisten Werten zwischen ca. 22 und 28 mg pro 100 ml Boden.

f) Fazit

Für die vier untersuchten bodenchemischen Parameter kann insgesamt folgendes Fazit aus landwirtschaftlicher und naturschutzfachlicher Sicht gezogen werden.

(1) Die **pH-Werte** von ca. 60% aller in 2006, 2009 und/oder 2010 untersuchten Probestellen sowie ca. 64% der errechneten Mittelwerte für die 7 Varianten liegen im Bereich von Hochmoor-Standorten ($\text{pH} < 4,0$), d.h. die Mehrzahl der Standorte entspricht noch den Bedingungen des geologischen und ökologischen Torf-Standorts von Hochmooren, ist damit aber für eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung kaum geeignet, da ein dafür notwendiger pH-Wert von mindestens 4,0-4,3 nur durch regelmäßige Gabe von alkalischen Düngern (gelegentliche Kalkung und/oder regelmäßige Applikation von PK möglich ist. Die höheren Werte von 4,0 bis 4,7 liegen allerdings deutlich über denjenigen intakter Hochmoore und erreichen das Niveau basenarmer Niedermoore. Gegenüber dem Vergleichsjahr 2006 haben sich in 2009 nur geringe Veränderungen ergeben.

(2) In Bezug auf die Gehalte an **pflanzenverfügbarem Kalium** sind in 2009/2010 etwa drei Viertel der Probestellen stark oder schwach unterversorgt und bedürfen demnach in Zukunft einer stärkeren Düngung, falls sie weiterhin für eine extensive

landwirtschaftliche Nutzung attraktiv sein sollen. Von n=14 errechneten Mittelwerten für die 7 Varianten liegen zwei im sehr niedrigen, sechs im niedrigen und sechs im mittleren („anzustreben“; allerdings an der unteren Grenze!) Bereich, dagegen sind keine Flächen gut oder sehr gut versorgt. Aus nährstoffökologischer Sicht liegen die Werte der Probestellen und Teilvarianten überwiegend im Bereich der Hochmoore. Im Vergleich von 2009 zu 2006 ist ein Rückgang der Mittelwerte pro Variante von 5-31% nachgewiesen.

(3) Hinsichtlich der Gehalte an **pflanzenverfügbarem Phosphat** sind aus landwirtschaftlicher Sicht etwa 19% der Standorte stark unterversorgt, knapp 40% unterversorgt, etwa 29% gut versorgt („anzustreben“), etwa 11% überversorgt und 1% stark überversorgt. Von den 7 Varianten sind bei 2 Untersuchungsjahren 2 Werte sehr niedrig, 5 Werte niedrig und 7 Werte mäßig hoch („anzustreben“) (n = 14 Mittelwerte). Aus nährstoffökologischer Sicht entsprechen alle Probestellen und Mittelwerte für Teilvarianten und Varianten den Bedingungen eines Hochmoores. Im Vergleich zu 2006 ist für die Varianten 1, 2, 5, 6 und 7 ein Rückgang der Mittelwerte von 11-35% festzustellen.

(4) Zwischen den 140 Probestellen treten in den Untersuchungsjahren 2006 und 2009/2010 teilweise erhebliche Unterschiede in den N- und C-Gehalten und in den daraus berechneten Werten des **C/N-Verhältnisses** auf; dagegen findet man bei den Teilvarianten und Varianten häufig geringere Differenzen. Von allen erhobenen berechneten C/N-Werten liegen 30,0% im unteren Bereich (C/N 15,5-22,1) mit vergleichsweise hohen N-Gehalten, 64,1% im mittleren Bereich (C/N 22,2-28,8) mit mittleren bis niedrigen N-Gehalten sowie 5,9% im unteren Bereich (C/N > 28,8) mit niedrigen bis sehr niedrigen N-Gehalten. Aus landwirtschaftlicher Sicht kann allgemein von einer mittleren bis schlechten, in Bezug auf Moorböden jedoch von einer guten bis mittleren N-Versorgung ausgegangen werden, die aber auf einem weitaus günstigeren Niveau liegt als diejenige mit pflanzenverfügbarem Kalium und Phosphat – damit wird deutlich, dass an den meisten Standorten der Projektflächen eine Limitierung der Aufwüchse nicht durch Stickstoff, sondern eher durch Kalium und teilweise auch Phosphor bestehen dürfte. Aus ökologischer Sicht sind die Standorte den Nieder- und Übergangsmooren, nur in Einzelfällen noch den Hochmooren zuzurechnen. Zwischen den Untersuchungsjahren 2006 und 2009 gibt

es nur klein(st)e Veränderungen, die keine eindeutige Tendenz aufweisen und weitaus geringer ausfallen als die Rückgänge von K und P.

(5) Zusammenfassend wird deutlich, dass sich die untersuchten Hochmoor-Torfstandorte zu unterschiedlichen Anteilen gegenüber den ursprünglichen Bedingungen verändert haben dürften: pH-Werte zu einem guten Drittel, Kalium-Gehalte zu ca. 5%, Phosphor zu 0% und N-Gehalte zu ca. 95%. Aus landwirtschaftlicher Sicht (in Bezug auf Moorböden) sind die untersuchten Standorte reich bis mäßig mit Stickstoff, (sehr) gering mit Kalium (zu etwa 75% unterversorgt) und Phosphor (zu etwa 60% unterversorgt) ausgestattet bei überwiegend zu saurer Bodenreaktion.

6 Bodenfauna (Regenwürmer)

Im Rahmen des Projekts wurden im Frühsommer und Herbst 2006 Bodenproben zur Untersuchung der Regenwurmfauna (Lumbricidae) genommen. Die Regenwürmer wurden vom Boden getrennt, gewogen und anschließend in Alkohol konserviert. Im Zeitraum von Mitte Februar bis Anfang März 2007 wurden die Regenwürmer determiniert und noch einmal gewogen. Die Untersuchung ist im Anhang (CD) ausführlich dargestellt (Leistungsnachweis MAX PETZOLD, 2007).

Artenzusammensetzung und -häufigkeiten. In Deutschland sind aus der Familie Lumbricidae 39 Arten bekannt (GRAFF 1984), von denen in den Untersuchungsflächen insgesamt 6 Arten nachgewiesen wurden. Im Frühsommer traten *Lumbricus castaneus*, *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena octaedra*, *Dendrodrilus rubidus* und *Aporrectodea caliginosa* auf, von denen *L. rubellus* und *A. caliginosa* im Herbst fehlten; dagegen konnte *Octolasion lacteum* im Herbst neu nachgewiesen werden (Tab.4). Die vier Arten *L. castaneus*, *L. rubellus*, *D. octaedra* und *D. rubidus* leben vorrangig epigäisch (d. h. in der Streu- und Humusaufgabe), während *O. lacteum* als endogäische Art (d. h. in Gang-Systemen von 30–50 cm Tiefe lebend) und *A. caliginosa* als teils endogäische und teils anözische Art (d. h. in tiefen Gängen lebend) gelten. Rein anözische Arten konnte M. Petzold nicht feststellen. Von den 249 in den Proben vorgefundenen Individuen konnten nur 97 sicher bis auf die Art bestimmt werden; dagegen waren 152 Individuen überwiegend nicht geschlechtsreif, so dass bei ihnen noch kein Clitellum (als wichtigstes Bestimmungsmerkmal) ausgebildet war und eine sichere Bestimmung daher nicht möglich war.

Tabelle 4: Artenzusammensetzung der Regenwürmer in den Frühlings- und Herbstproben 2006.

	Frühjahr	Herbst
<i>Lumbricus castaneus</i>	x	x
<i>Lumbricus rubellus</i>	x	
<i>Dendrobaena octaedra</i>	x	x
<i>Dendrodrilus rubidus</i>	x	x
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	x	
<i>Octolasion lacteum</i>		x

Die mit Abstand stetigste und häufigste Art ist *Lubricus castaneus*, die nur im Frühsommer in Variante 2 nicht vertreten war (vgl. Abb.11). Sie lebt vorrangig auf oder unter dem Auflagehorizont des Bodens bei pH-Werten von 3,9-8,4 und ernährt sich von Dünger, Kot und sich zersetzenden Pflanzenresten. Höchste Individuenzahlen fanden sich in den Varianten V1 (Frühsommer) und V4 (Herbst), während V2, V3alt und V5 nur geringe Dichten aufwiesen. Eine häufige Art ist weiterhin *Dendrobaena octaedra*, die auf Böden mit hohem Anteil organischer Substanz, bevorzugt unter Schafdung, bei pH-Werten von 3,3-7,7 lebt. Die hohen Individuenzahlen in den Varianten 1 und 2 (Schafbeweidung mit/ohne Mulchen) verwundern daher nicht; dagegen ist *D. octaedra* in V4alt und V6 sehr selten und fehlt in V5 sogar ganz. Wie *L. castaneus* wurde *Dendrodrilus rubidus* in allen Varianten gefunden, allerdings fast durchweg in einzelnen Exemplaren. Es handelt sich um eine Waldart, die auch im Grünland vorkommt; sie wird häufig unter Moos oder an verrottendem Holz gefunden, im Grünland besonders unter Gülle oder dem Kot von Weidetieren. Wie *D. octaedra* gilt sie als säuretolerant mit pH-Werten des Bodens bis etwa 3,3.

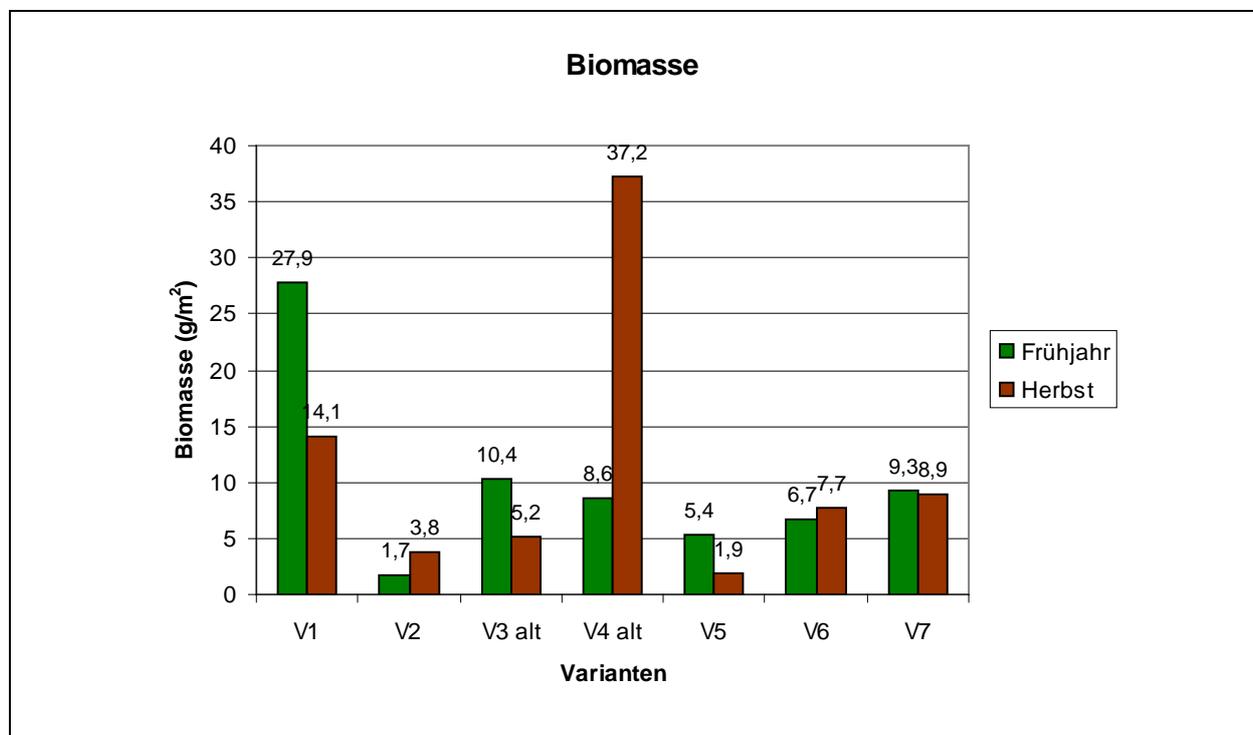


Abbildung 9: Besiedlungsdichten der Regenwürmer (Lumbriciden) im Frühjahr und Herbst 2006 auf den Varianten 1-7; angegeben ist jeweils die Biomasse in g pro m² Boden.

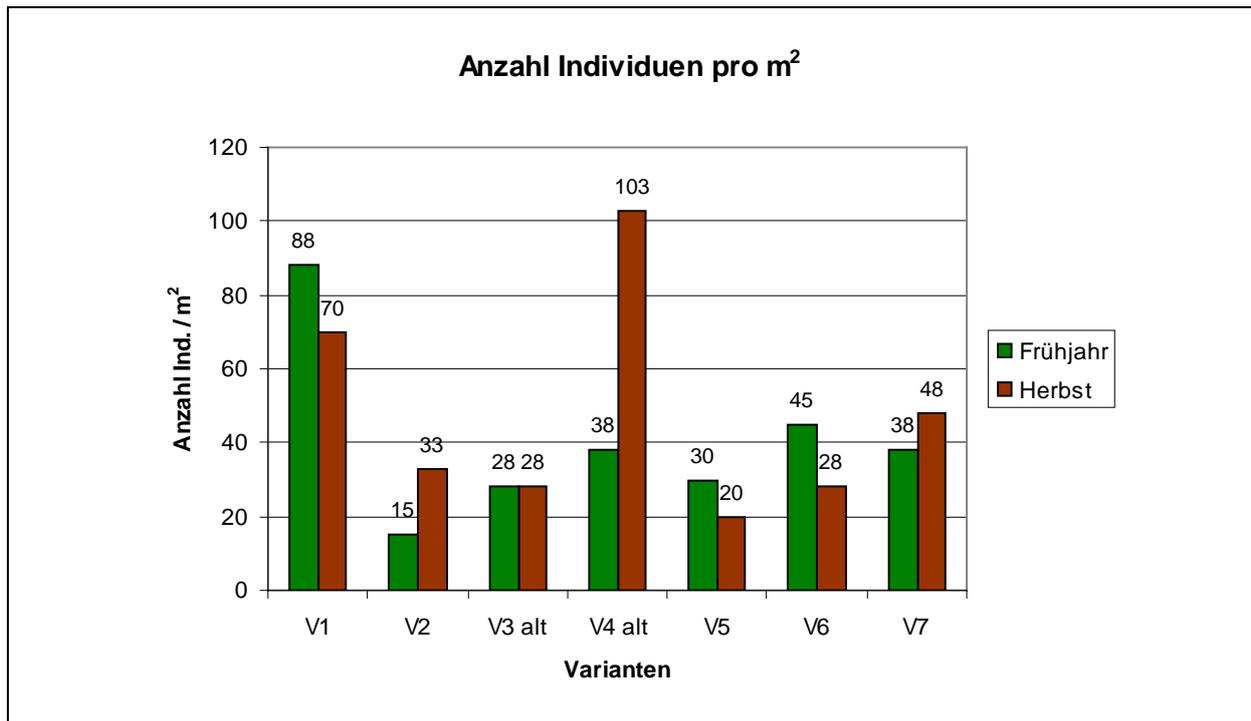


Abbildung 10: Besiedlungsdichten der Regenwürmer (Lumbriciden) im Frühjahr und Herbst 2006 auf den Varianten 1-7; angegeben ist jeweils die Individuenzahl pro m².

Besiedlungsdichte nach Biomasse und Individuenzahl. Insgesamt war die Regenwurm-Dichte und -Biomasse sowohl im Frühsommer als auch im Herbst gering, bedingt durch niedrige pH-Werte und/oder hohe Wasserstände. Die Gesamt-Biomasse aller 10 Proben einer Variante lag zwischen 0,69 und 14,87 g, was einer Besiedlungsdichte von 1,73 g/m² (V2 im Frühsommer) bzw. 37,18 g/m² (V4alt im Herbst) entspricht (Abb.9). Während im Frühsommer die höchste Besiedlungsdichte mit 27,85 g/m² auf den Flächen der Variante 1 und die geringste mit 1,73 g/m² auf denjenigen der Variante 2 festgestellt wurden, wiesen im Herbst Variante 4alt mit 37,18 g/m² die höchste und Variante 5 mit 1,93 g/m² die geringste Dichte auf. Ähnlich der Biomasse waren auch die Individuenzahlen der Lumbriciden auf den Probeflächen vergleichsweise (zu sonstigem Grünland) gering. Sie lagen zwischen 6 Individuen in den 10 Proben der Variante 2 im Frühsommer und 41 Individuen in denjenigen der Variante 4alt im Herbst (Abb.10,11). Besonders niedrige Gesamtzahlen (Summe Frühsommer und Herbst) erreichen die Varianten V2 (48), V3alt (56) und V5 (52), die höchsten dagegen V1 (158) und V4alt (141).

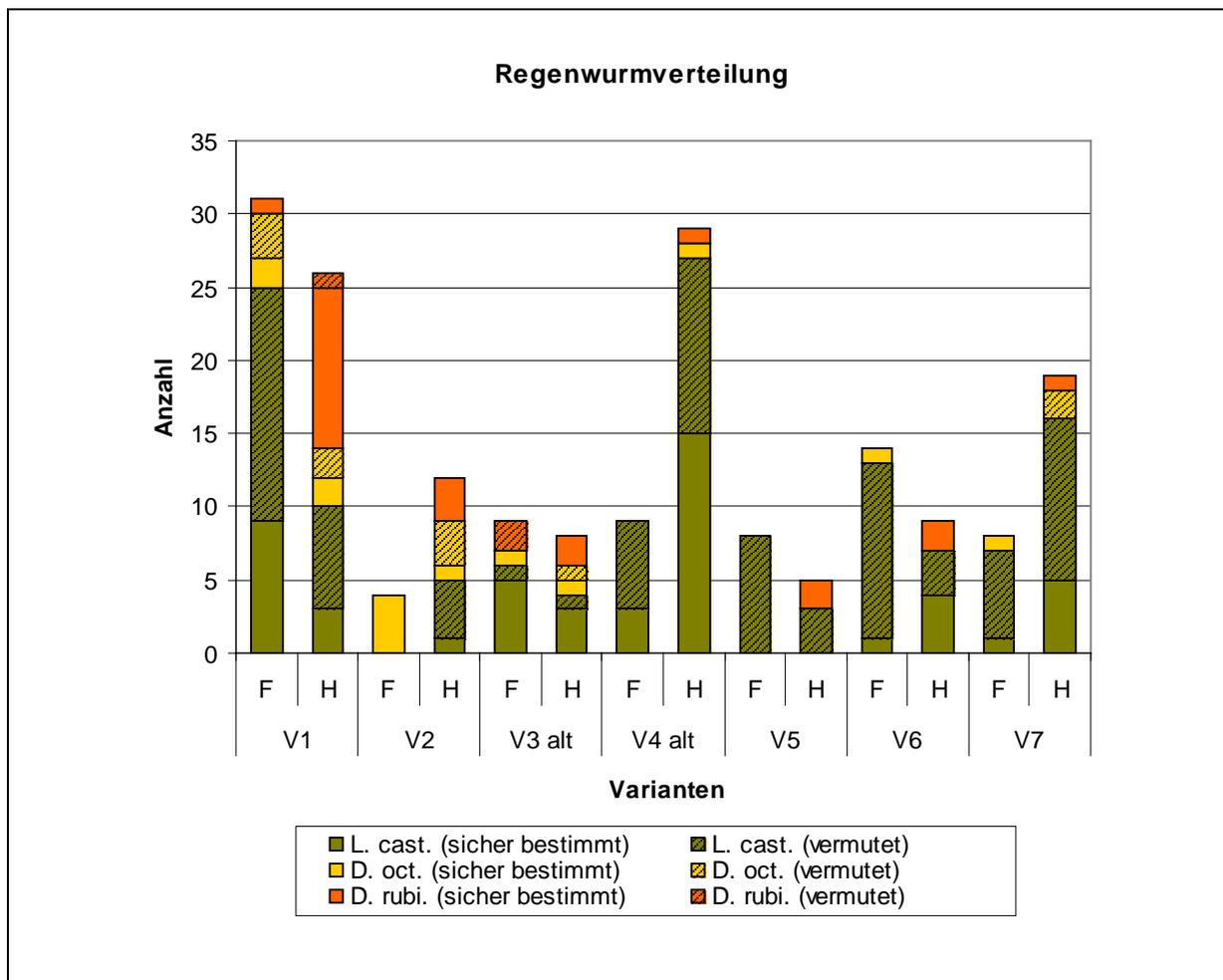


Abbildung 11: Verteilung der drei häufigsten Regenwurm-Arten *Lumbricus castaneus*, *Dendrobaena octaedra* und *Dendrodrilus rubidus* auf die Aufsammlungen von Frühling (F) und Herbst (H) 2006 in den Varianten 1-7.

Bewertung. Aufgrund hoher Wasserstände sind rein anözische Arten in den Untersuchungsflächen nicht vertreten. Mit *Dendrobaena octaedra* wurde eine Art festgestellt, die häufig in Moorböden verbreitet ist; auch die anderen nachgewiesenen Arten sind typisch für Hochmoor-Grünland, da sie durchweg Böden mit hohem organischem Anteil bevorzugen. Demnach kann die festgestellte Lumbriciden-Fauna als repräsentativ für den Biotoptyp angesehen werden, zumal alle dessen typische Arten in den Flächen vorkommen.

Einen direkten Zusammenhang zwischen Zusammensetzung und Biomasse der Regenwürmer und der Flächennutzung der sieben Varianten gibt es nicht, denn die individuenreichsten Varianten 1 (beweidet, gemulcht) und 4alt (gemäht, mit Gülle gedüngt) gehören völlig unterschiedlichen Bewirtschaftungstypen an. Lediglich die starke Konzentration von *D. octaedra* und *D. rubidus* in den Varianten 1 und 2

(Beweichung mit/ohne Mulchen) ist ein direkter Spiegel der Bewirtschaftung, da beide Arten den Kot von Weidetieren als Nahrung bevorzugen.

Die geringen Arten- und Individuenzahlen sind durch die niedrigen pH-Werte der Hochmoor-Torfböden bedingt; da die mittleren pH-Werte der 7 Varianten sich jedoch mit einer Spanne von 3,7-4,1 nur geringfügig unterscheiden, ist eine Charakterisierung der einzelnen Varianten über pH-Wert und Regenwurmfauna kaum möglich. Weiterhin dürfte auch der Zeitpunkt der Untersuchung eine Rolle spielen: eine Aufsammlung im Hoch- oder Spätsommer hätte wahrscheinlich höhere Individuenzahlen und Biomassen, möglicherweise sogar Artenzahlen ergeben.

Aufgrund der nur sehr geringen Arten- und Individuenzahlen der Regenwurmfauna wurde – entgegen den ursprünglichen Planungen – keine zweite Erhebung 2009 durchgeführt. Stattdessen wurde die bestehenden finanziellen und personellen Ressourcen auf zusätzliche bodenchemische Untersuchungen der neuen Varianten V3neu und V4neu konzentriert.

7 Flora und Vegetation der Projektflächen

7.1 Methodik der Vegetationsaufnahmen

Die Vegetation wurde jährlich im Zeitraum von Mai bis Mitte Juni aufgenommen. Dazu wurden zum einen Vegetationsaufnahmen nach der Braun-Blanquet-Methode (im Folgenden: BB-Aufnahmen) auf Dauerbeobachtungsflächen von 30 m² (5 x 6 m) erstellt. Pro ha wurden 4 Vegetationsaufnahmen durchgeführt, pro Variante demnach 20 und insgesamt 140 Aufnahmen. Die Artmächtigkeit wurde nach folgender veränderter Braun-Blanquet-Skala geschätzt (Tab.5, nach WILMANN 1998):

Tabelle 5: Schätzungsskala für die Braun-Blanquet-Aufnahmen.

r:	1 Individuum in der Aufnahme­fläche, auch außerhalb im Bestand nur sehr sporadisch
+	2 - 5 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung < 5%
1:	6 - 50 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung < 5%
2m:	> 50 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung < 5%
2a:	Individuenzahl beliebig, Deckung 5-15%
2b:	Individuenzahl beliebig, Deckung 16-25%
3:	Individuenzahl beliebig, Deckung 26-50%
4:	Individuenzahl beliebig, Deckung 51-75%
5:	Individuenzahl beliebig, Deckung 75-100%

Der Deckungsgrad der Flatterbinse wurde zusätzlich nach folgender veränderter Londo-Skala geschätzt (Tab.6), die im Bereich höherer Deckungsgrade eine feinere Aufteilung ermöglicht als die Braun-Blanquet-Skala:

Tabelle 6: Schätzungsskala für die Artmächtigkeit der Flatterbinse.

+	Deckung < 1 %
1a:	Deckung 1-5%
1b:	Deckung 6-10%
2:	Deckung 11-20%
3:	Deckung 21-30%
etc.	
9:	Deckung 81-90%
10a:	Deckung 91-95%
10b:	Deckung 96-100%

Neben den Braun-Blanquet-Aufnahmen wurden pro ha 10 Frequenzflächen von 1 m² Größe aufgenommen (im Folgenden: F-Aufnahmen), pro Variante also 50 und insgesamt 350 Stück. Hier wurden die Flächen nur nach Vorkommen oder Nicht-Vorkommen (Präsenz-Absenz) der Arten betrachtet. Lediglich für die Flatterbinse wurde der Deckungsgrad nach obiger Tabelle angegeben.

7.2 Ergebnisse 2010

Im Jahr 2010, dem letzten der fünf Projektjahre, konnten die Flächen nach den Projektvorgaben (Tab.2) bewirtschaftet werden. Das bedeutet, dass im Jahr 2011 ein weiterer Erfassungsdurchgang theoretisch möglich wäre. Lediglich die Fläche der Variante 2 wurde gemäß der Absprachen nicht weiter im Projekt gehalten und nach Abschluss der Vegetationsaufnahmen im Mai freigegeben; mittlerweile wurde sie komplett erneuert.

Alle Vegetationsaufnahmen konnten im vorgesehen Zeitraum von Anfang Mai bis Mitte Juni abgeschlossen werden. Für die Varianten 1, 2, 5, 6 und 7 war dies der fünfte Durchgang, für die Varianten 3 und 4, die erst im Jahr 2008 neu eingerichtet worden waren, stellte das Jahr 2010 das dritte Erfassungsjahr dar.

Die Vegetationsentwicklung lag im Jahr 2010 zum Aufnahmezeitpunkt deutlich hinter der vom Vorjahr zurück. Der Grund hierfür ist in erster Linie in der lang (bis Mitte März) andauernden Winterkälte zu sehen. Der extrem warme, trockene und

sonnenscheinreiche April konnte die Verzögerung nicht wieder ausgleichen. Der Mai wiederum war kühl, nass und sonnenscheinarm.

Die phänologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes bestätigen für den Untersuchungszeitraum eine verzögerte Vegetationsentwicklung. So lag der Beginn der Vegetationsperiode im Grünland 10 Tage später als im langjährigen Mittel; der erste Heuschnitt lag noch 9 Tage hinter dem Mittelwert (Quelle: <http://www.dwd.de>). Zum Vergleich: Im Jahr 2009 war die Vegetationsentwicklung leicht verzögert, im Jahr 2008 leicht fortgeschritten, im Jahr 2007 deutlich fortgeschritten und im 2006 deutlich verzögert.

7.3 Auswertungsmethoden

Zur abschließenden Auswertung der Veränderungen in den sieben verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten wurden verschiedene Parameter ausgewertet, die anhand der Vegetationsdaten ermittelt werden konnten; sie sind in den Tabellen A15 bis A66 für die Varianten dargestellt, in den Tabellen B15 bis B66 für die Teilvarianten.

Zunächst wurde die **Deckung der Flatterbinse** (*Juncus effusus*) betrachtet, die auf den Untersuchungsflächen die Hauptproblemart darstellt und massiven Einfluss auf die Qualität der Flächen hat, sowohl was die landwirtschaftliche Nutzung als auch die naturschutzfachliche Wertigkeit angeht. Da die Deckung von *Juncus effusus* (ebenso wie die aller anderen Arten) sehr stark durch die Frühjahrswitterung beeinflusst sein kann, wurde sie zusätzlich als **Anteil an der gesamten Krautdeckung** berechnet, um diesen Einfluss des phänologischen Zustandes der Gesamtvegetation herauszunehmen.

Es war ein Hauptziel des Projekts, durch die Bewirtschaftung eine Abnahme der Flatterbinsen-Deckung zu erreichen, so dass eine solche Abnahme als besonders positive Entwicklung angesehen wird. Zur Nutzung des Aufwuchses als Heu (Futter für Schafe) ist ein Binsenanteil von unter 10-15% wichtig, da es sonst von den Tieren nicht mehr angenommen wird und sich außerdem die Trocknung schwierig gestaltet (Seeler mündlich; Schäfer des Ökohofs St. Josef).

Neben der Deckung wurde auch die **Stetigkeit der Flatterbinse** betrachtet, also der Anteil der Untersuchungsplots (hier prozentual dargestellt), in denen *Juncus effusus* vorkommt. Während der Deckungsgrad einer Art recht stark durch die

Frühjahrswitterung beeinflusst sein kann, ist ihr Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein eine weitgehend konstante Größe. Neben der Stetigkeit der Flatterbinse wurden auch die Stetigkeiten der anderen drei häufigsten Arten (*Holcus lanatus*, *Rumex acetosa* und *Poa trivialis*) jeweils direkt verglichen. Die Stetigkeiten aller vorkommenden Arten der Versuchsjahre sind in **Stetigkeitstabellen** zusammengefasst, sowohl für die Braun-Blanquet- als auch für die Frequenz-Aufnahmen sowie sowohl für die Varianten (Tab.A5 bis A14) als auch für die Teilvarianten (Tab.B5 bis B14).

Darüber hinaus wurde die Veränderung der **Artenzahlen** untersucht. Grundsätzlich wird hier eine hohe Artenzahl positiv bewertet. Zusätzlich werden die Artenzahlen in verschiedenen Differenzierungen wie dem jeweiligen Artenanteil an verschiedenen Gilden, Zielartengruppen, Strategietypen, ökologischen Zeigerwerten und Futterwerten betrachtet (s.u.).

Fünf Versuchsjahre des Projekts reichen nicht aus, um eine nennenswerte Einwanderung neuer Arten in die Flächen zu beobachten und um so abschätzen zu können, welche Variante am besten geeignet ist, für bestimmte (Feuchtgrünland-) Arten als Wuchsort zu dienen. Vielmehr konnten Verschiebungen in den Häufigkeiten und Deckungsanteilen der vorhandenen Arten erfasst werden.

Neben der reinen Zahl der Arten ist auch die Häufigkeit und Dominanz der einzelnen Arten in einer Untersuchungsfläche von Bedeutung. Der Shannon-Index ist ein Maß für das Ausmaß der Mannigfaltigkeit in einer Gruppe von Arten. Die **Evenness (E)** ist ein standardisierter Shannon-Index, der es ermöglicht, Bestände unterschiedlicher Artenzahl in einer Skala von 0 bis 1 miteinander zu vergleichen. Je stärker E von 1 verschieden ist, desto mehr weichen die Dominanzverhältnisse verschiedener Arten von der Gleichverteilung ab; ein steigender Wert der Evenness und somit eine bessere Ausgeglichenheit der Artenanteile wird als positiv für die betreffende Zönose betrachtet.

Die verschiedenen Arten wurden in die Artengruppen Binsen + Hainsimsen, Sauergräser, Süßgräser, Kräuter und Gehölze eingeteilt, sie werden hier als **Gilden** bezeichnet. Auf die Artenvielfalt wirkt sich ein hoher Anteil an Kräutern gewöhnlich vorteilhaft aus, allerdings sollte der Deckungsanteil nicht zu hoch werden: ein sehr hoher Kraut-Deckungsanteil entsteht im Hochmoorgrünland häufig durch starke Ausbreitung nicht/schlecht nutzbarer Kräuter wie Ampferarten, Disteln oder auch

Brennnesseln. Für eine gute Heuqualität und einen lohnenswerten Ertrag ist ein gewisser Grasanteil wichtig.

Die Gilde „Binsen + Hainsimsen“ besteht hier in erster Linie aus der Flatterbinse (dazu kommt *Luzula multiflora*), weshalb eine Abnahme des Anteils dieser Gilde an der Gesamtartenzusammensetzung als positiv anzusehen ist. Ein Rückgang der Gilde „Gehölze“ ist ebenfalls erwünscht, da Gehölze im Grünland ein Zeichen für Verbrachung sind. Die Gruppe der Sauergräser wird von aus naturschutzfachlicher Sicht erwünschten Seggenarten gebildet, bezüglich der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit sollte ihr Anteil jedoch nicht zu groß werden; in den Projektflächen ist der Deckungsanteil überall gering.

Eine weitere Einteilung der Arten geschah durch Bildung von drei Gruppen von **Zielarten**. Um sowohl die naturschutzfachliche als auch die landwirtschaftliche Wertigkeit einzubeziehen, erfolgte die Einteilung unter Berücksichtigung der Ellenberg'schen Feuchtezahl, der Futterwertzahl nach BRIEMLE et al. (2001; aus DIERSCHKE & BRIEMLE 2002) sowie in bestimmten Fällen dem Strategietyp sowie weiteren Kriterien (s.u.).

Mit 0 werden die Arten bezeichnet, die aus landwirtschaftlicher und/oder naturschutzfachlicher Sicht unerwünscht sind. Mit 1 werden die Arten mit mittlerer Einstufung bezeichnet, sie machen das Gros des Arteninventars aus. Unter 2 werden die Arten mit der höchsten Einstufung gefasst, in diese Gruppe fallen im vorhandenen Arteninventar nur sehr wenige Arten.

Zur Einteilung wurde zunächst die Feuchtezahl betrachtet; eine hohe Feuchtezahl ergab eine hohe Einstufung (Feuchtezeiger haben unter Berücksichtigung des stetigen Rückgangs von Feuchtgrünland aus naturschutzfachlicher Sicht eine hohe Priorität), anschließend wurden Arten mit einem geringen Futterwert heruntergestuft, da im Projekt auch die landwirtschaftliche Nutzbarkeit betrachtet werden soll. Schließlich wurden Arten, die als extreme Weideunkräuter und sonstige Problemarten hervortreten (wie *Juncus effusus* oder *Rumex obtusifolius*) in die Kategorie 0 eingestuft; dasselbe gilt für Ruderalarten und Gehölze, da sie keine Grünlandarten darstellen.

Zur Beantwortung der Frage, ob sich das Arteninventar der untersuchten Flächen hinsichtlich des vorherrschenden Verhaltens der Arten in den Pflanzengemeinschaften verändert hat, wurden die Arten in die **Ökologischen**

Strategietypen (basierend auf dem System von GRIME (1979)) eingeteilt; diese wurden aus der Datenbank BioFlor (KLOTZ et al. 2002) entnommen. Dabei sind die csr-Strategen die Konkurrenz-Stress-Ruderalstrategen und stellen einen intermediären Typ zwischen den drei Haupttypen dar. Die cr-Strategen sind Konkurrenz-Ruderalstrategen, die cs-Strategen Konkurrenz-Stressstrategen, während r für Ruderalstrategen und s für Stressstrategen stehen.

Weiterhin wurden die **Feuchtezahl**, die **Reaktionszahl** und die **Stickstoffzahl** nach Ellenberg (1996) ausgewertet. Dabei wurden jeweils die Mittelwerte betrachtet, daneben wurde Arten mit Feuchtezahlen von 7-9 als **Feuchtezeiger** eingestuft, Arten mit Reaktionszahlen von 1-3 als **Säurezeiger** und von 7-9 als **Basenzeiger**, Arten mit Stickstoffzahlen von 1-3 als **Magerkeitszeiger** und von 7-9 als **Stickstoffzeiger**. Schließlich wurden die **Futterwertzahl** sowie die Zahlen zu **Mahd- und Weideempfindlichkeit** nach BRIEMLE et al. (2001; aus DIERSCHKE & BRIEMLE 2002) ausgewertet. Hier wurden wiederum Mittelwerte gebildet. Außerdem wurden Arten mit einer Futterwertzahl von 1-3 als **Arten mit niedrigem Futterwert** bezeichnet, die mit FW 7-9 als **Arten mit hohem Futterwert**, Arten mit Mahdverträglichkeitszahl 1-3 als **mahdempfindlich** und mit 7-9 als **mahdunempfindlich**, Arten mit Weideverträglichkeitszahl 1-3 als **weideempfindlich** und mit 7-9 als **weideunempfindlich**.

Eine Erhöhung des durchschnittlichen Futterwertes und eine Zunahme der Arten mit hohem Futterwert wird selbstverständlich als positiv angesehen. Mahd- und Weideverträglichkeit der Artenzusammensetzung wird nicht gewertet, sie dient vielmehr zur Abschätzung, ob sich die Bewirtschaftung widerspiegelt.

Die Auswertungen werden sowohl für die Braun-Blanquet-Aufnahmen (**BB**-Aufnahmen; pro Variante 20) als auch für die je 50 Frequenz-Aufnahmen (**F**-Aufnahmen) durchgeführt; eine Ausnahme stellt die Evenness dar, da zur Berechnung des Shannon-Indexes die Deckungsanteile benötigt werden.

Daneben werden bei der Betrachtung der Artengruppen sowohl die durchschnittliche Artenzahl pro Plot einer Variante als auch die Gesamtartenzahl der Plots einer Variante zusammen ausgewertet. Für die Braun-Blanquet-Aufnahmen mit den Deckungsgraden der einzelnen Arten werden auch gewichtete Anteile angegeben – also die Deckungsanteile, welche die Artengruppen in den Untersuchungsplots einer Variante durchschnittlich einnehmen. Mittelwerte können (bei den BB-Aufnahmen)

sowohl ungewichtet als auch gewichtet (bezogen auf den Deckungsanteil) betrachtet werden.

Zunächst werden die Ergebnisse in Bezug auf die Varianten betrachtet. Die Mehrzahl der Varianten besteht aber aus mehreren Teilstücken, den Teilvarianten; dies ist bei den Varianten V1, V3, V6 und V7 der Fall, wobei V1 nur aufgrund von abweichenden Bodendaten in Subvarianten unterteilt wurde, obwohl diese auf einer zusammenhängenden Fläche liegen. Alle oben genannten Auswertungen wurden auch für die Teilvarianten durchgeführt. Probleme gab es hier bei der Auswertung der Braun-Blanquet-Aufnahmen kleiner Teilvarianten, da eine Stichprobenzahl von nur 6, 4 oder gar 2 Untersuchungsplots statistische Tests kaum möglich macht.

Die verschiedenen Parameter der 5 (bzw. 3) Versuchsjahre wurden jeweils in Tabellen zusammengestellt. Um für jede Variante/Teilvariante einen Entwicklungstrend auszumachen, wurde zunächst berechnet, ob die Veränderung zwischen zwei Untersuchungsjahren als statistisch signifikant anzusehen ist (Wilcoxon-Test, Signifikanzniveau $p < 0,05$). Hierbei wurde sowohl die Änderung vom letzten Versuchsjahr gegenüber dem Grundzustand berechnet als auch die Änderung von jedem Versuchsjahr zum nächsten. Unterscheiden sich die Werte des Jahres 2010 signifikant von den Werten des Ausgangszustandes (2006 bzw. 2008), wird dieses in den Tabellen (Tab.A15 bis A66) mit einem + bzw. – dargestellt. Keine Veränderung bzw. eine nicht signifikante Veränderung wird mit dem Zeichen o dargestellt. Das zusätzliche Zeichen ~ stellt eine signifikante Schwankung in den Zwischenjahren dar. Nur statistisch signifikante Änderungen werden als Änderungen angesehen, da hier die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, dass die Änderung rein zufällig ist.

Eine Berechnung der statistischen Signifikanz ist nur für die mittleren Artenzahlen und mittleren Deckungsanteile möglich, nicht für die Gesamtartenzahlen.

7.4 Entwicklung der Varianten (und Teilvarianten) in den Versuchsjahren 2006 bis 2010 und Bewertung der jeweiligen Bewirtschaftungsvarianten

Variante 1. Diese Variante liegt auf dem Gebiet der ATP-Autoteststrecke bei Papenburg. Sie wurde beweidet, im Herbst einmal gemulcht und erhielt PK-Dünger.

Die Fläche wurde schon vor Versuchsbeginn längere Zeit extensiv mit Schafbeweidung und Mulchgängen bewirtschaftet. Sie war in einem – im Vergleich aller Varianten – mittelguten Ausgangszustand mit mittlerer Binsendeckung, aber eher niedriger Artenzahl. Entwässert wird die Fläche über Gräben, die Drainage ist nicht mehr funktionstüchtig. Die Weißtorfauflage ist mehr als einen Meter mächtig. Bei der bodenchemischen Betrachtung fallen hohe Kaliumwerte auf.

Die **Deckung der Flatterbinse** weist im Untersuchungszeitraum keine eindeutige Tendenz auf. In den BB-Aufnahmen ist ein signifikanter Rückgang der Deckung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010 zu erkennen, bis zum Jahr 2009 gab es allerdings einen Anstieg zu verzeichnen. Der niedrige Wert 2010 ist vermutlich eher durch den allgemein sehr schlechten Zustand der Vegetation zum Aufnahmezeitpunkt bedingt. Neben der allgemein verzögerten Vegetationsentwicklung (s.o.) waren erst wenige Pflanzen durch eine auf großen Teilen der Fläche liegende unzersetzte Mulchschicht hindurchgewachsen.

Bei Betrachtung der Flatterbinsen-Deckung als Anteil der Gesamtdeckung lässt sich daher keine Veränderung von 2006 zu 2010 feststellen, wohl aber Schwankungen über die Jahre (Tiefpunkt 2007). Bei den F-Aufnahmen kann bei dieser Betrachtung sogar ein signifikanter Anstieg festgestellt werden, bei der „normalen“ Flatterbinsen-Deckung wird ein Gleichbleiben mit Schwankungen ermittelt.

Die **Stetigkeit** von *Juncus effusus* hat in den BB-Aufnahmen leicht abgenommen, allerdings nicht statistisch signifikant, während über die F-Aufnahmen eine signifikante leichte Zunahme ermittelt wurde. Weiterhin wurde eine deutliche Zunahme der Stetigkeit von *Poa trivialis* festgestellt; in den F-Aufnahmen hat auch *Rumex acetosa* signifikant zugenommen.

Die **Gesamtartenzahl** liegt sowohl bei BB- als auch bei F-Aufnahmen in einem geringen Schwankungsbereich von 2 Arten. Die durchschnittliche Artenzahl hat sich in den BB-Aufnahmen kontinuierlich und im Vergleich von 2006 und 2010 signifikant erhöht; in den F-Aufnahmen gab es Schwankungen, aber insgesamt keine Erhöhung der Artenzahl. Auch die **Evenness** hat sich (mit Schwankungen) signifikant erhöht.

In den F-Aufnahmen lässt sich eine leichte Abnahme des **Anteils der Süßgräser** erkennen, die sich auch im Deckungsanteil der BB-Aufnahmen zeigt und mit einer Zunahme des Krautanteils einhergeht. In der durchschnittlichen Artenzahl der BB-Aufnahmen ist diese Änderung nicht zu erkennen.

Bei der durchschnittlichen Anzahl an **Zielarten** haben die „Zielarten 2“ leicht zugenommen. Im Deckungsanteil zeigt sich diese Änderung nicht, wohl aber eine leichte Abnahme der „Zielarten 0“.

Beim **Strategietyp** lassen sich zwar einzelne leichte Änderungen erkennen, die allerdings nicht in mehreren unterschiedlichen Auswertungsansätzen gleichzeitig auftreten.

Der gewichtete Mittelwert der **Feuchtezahl** ist in den BB-Aufnahmen wie auch in den F-Aufnahmen angestiegen, hier hat sich auch die durchschnittliche Anzahl an **Feuchtezeigern** erhöht.

Der Mittelwert der **Reaktionszahl** hat sich sowohl in den F- als auch in den BB-Aufnahmen (gewichtet und ungewichtet) erhöht, was einhergeht mit einer Abnahme der durchschnittlichen Anzahl an Säurezeigern pro Plot bei den F-Aufnahmen und in den Deckungsanteilen der BB-Aufnahmen. Die Gesamtzahl an **Säurezeigern** ist allerdings gestiegen.

Ganz ähnlich verhält es sich mit der **Stickstoffzahl**: Ihr Mittelwert hat sich in F- und BB-Aufnahmen (gewichtet und ungewichtet) erhöht, die durchschnittliche Anzahl an **Magerkeitszeigern** nahm bei F-Aufnahmen und Deckungsanteilen in den BB-Aufnahmen ab. Allerdings reduzierte sich auch die Artenzahl der **Stickstoffzeiger** in den F-Aufnahmen.

Im **Futterwert** lassen sich keine deutlichen Veränderungen erkennen, die in mehreren Auswertungsansätzen auftreten; der gewichtete Mittelwert der Futterwertzahl hat sich allerdings leicht erhöht.

Die **Mahdverträglichkeit** der Arten hat in den BB-Aufnahmen im Mittel leicht zugenommen (gewichtet und ungewichtet); die durchschnittliche Weideverträglichkeit hat sich etwas verringert, wobei die Gesamtzahl weideempfindlicher Arten abgenommen hat. *Silene flos-cuculi*, *Eriophorum angustifolium* und *Glyceria fluitans* verschwanden hier, sie waren allerdings auch nur in sehr geringer Zahl vorhanden.

Insgesamt zeigt sich, dass die Fläche etwa in ihrem Ursprungszustand gehalten werden konnte. Die Flatterbinse konnte aber nicht zurückgedrängt werden. Es wurde deutlich, dass ein Großteil der Binsen blühen und Früchte ausbilden konnte, nur wenige der Pflanzen waren sichtbar befressen. Bei einer höheren Beweidungsdichte und somit höherem Beweidungsdruck wären sicherlich bessere Ergebnisse zu erreichen. Noch wichtiger wäre allerdings eine Mahd oder Mulchung im Sommer, um

den Entwicklungszyklus der Flatterbinse zu unterbrechen und die Samenbildung zu verhindern sowie die Bildung frischer Triebe zu ermöglichen, die für Weidetiere attraktiver sind.

Als positiv zu werten ist in dieser Bewirtschaftungsvariante die Erhöhung der Artenzahl und dabei auch die Erhöhung der durchschnittlichen Zahl an „Zielarten 2“.

Variante 2. Diese Variante liegt ebenfalls auf dem ATP-Gelände. Sie wurde beweidet und erhielt PK-Düngergaben. Vor Projektbeginn lag die Fläche über 15 Jahre lang mehr oder weniger brach, nur bei gegebener Befahrbarkeit und in großen Zeitabständen wurde gemulcht. So war die Fläche schon zu Projektbeginn in einem sehr schlechten Zustand und zeichnete sich durch eine hohe Deckung der Flatterbinse aus. Die Fläche war extrem nass, was durch schlechte Entwässerung und durch Anstau eines Grabens zum Zweck der Verbesserung einer Nachbarfläche für die Belange von Wiesenbrütern bedingt war. Im Frühjahr 2007 wurde im westlichen Bereich der Fläche ein Stichgraben angelegt und die Dauer des Wasseranstaus verringert. Die Weißtorfauflage der Fläche ist mehr als einen Meter mächtig, die pH- und Nährstoffgehalte sind im Vergleich zu den anderen Projektflächen die niedrigsten.

Die **Flatterbinsen-Deckung** hat im Versuchszeitraum noch deutlich zugenommen. Die **Stetigkeit** lag durchgehend bei 100%. Die **Artenzahl** (sowie auch die Evenness) haben eindeutig abgenommen und hatten ihren Tiefpunkt im Jahr 2008. In diesem Jahr war die Fläche in einem extrem schlechten Zustand, da auf weiten Teilen der Fläche die abgestorbenen Triebe der Flatterbinse flach am Boden lagen und – zusammen mit einer über 15 cm dicken Schicht des Mooses *Rhytidiadelphus squarrosus* – anderen Pflanzen kein Durchwachsen zuließen. So sanken beispielsweise auch die **Stetigkeiten** von *Rumex acetosa* und *Holcus lanatus*.

Bei Betrachtung der **Gilden** wird eine Abnahme der Deckungsanteile der Süßgräser deutlich, und auch die durchschnittlichen Zahlen an Süßgräser-Arten sowie deren Gesamtzahlen nahmen ab (F- und BB-Aufnahmen). In den F-Aufnahmen ist daneben auch ein Sinken der durchschnittlichen und der Gesamt-Artenzahl an Kräutern und Gehölzen zu sehen.

Die Zahl der „**Zielarten 0**“ hat zwar leicht abgenommen (F-Aufnahme) bzw. ist gleich geblieben (BB-Aufnahmen), ihr Deckungsanteil hat sich jedoch erhöht. Durch-

schnittliche Artenzahl, Gesamtzahl und Deckungsanteil der „**Zielarten 1**“ nahmen leicht ab, die „**Zielarten 2**“ blieben ohne größere Änderung.

Bei den **Strategietypen** haben bei der durchschnittlichen Artenzahl cs- und c-Strategen abgenommen; in Hinsicht auf den Deckungsanteil haben die c-Strategen allerdings zugenommen, ebenso wie die cs-Strategen.

Während die Gesamtzahl und bei den F-Aufnahmen auch die durchschnittliche Zahl an **Feuchtezeigern** abgenommen haben, haben gewichteter Mittelwert und Deckungsanteil an Feuchtezeigern zugenommen, was allerdings in erster Linie auf die Zunahme der Flatterbinse (Feuchtezahl 7) zurückzuführen ist. Die durchschnittliche **Reaktionszahl** der F-Aufnahmen sowie der gewichtete Mittelwert der BB-Aufnahmen sind leicht gesunken.

Der mittlere **Futterwert** hat durchweg abgenommen, ebenfalls die Anzahl und der Deckungsgrad von Arten mit hohem Futterwert. Die durchschnittliche **Mahdverträglichkeit** sowie Anzahl und Deckungsgrad von mahdverträglichen Arten haben abgenommen. Auch die **Weideverträglichkeit** hat im Mittel eher abgenommen.

Anhand dieser Variante wird deutlich, dass eine reine extensive Beweidung auf einer stark verbinsten Fläche keinesfalls ausreichend ist. Die überalterten Binsen wurden von den Tieren so gut wie gar nicht angenommen. Daneben verhinderte schon die „dickichtartige“ Struktur der dicht an dicht stehenden alten Binsenhorste, dass die Tiere sich überhaupt frei in der Fläche bewegten; sie beschränkten sich zunächst fast ausschließlich auf die wenigen einfach zu erreichenden Süßgrasbereiche, obwohl schon bald ein Futtermangel eintrat. Später gemulchte Schneisen, die die Tiere weiter in die Fläche führen sollten, wurden zwar betreten, brachten die Tiere jedoch auch nicht dazu, in die dichten Binsenbestände hineinzugehen. Die Tiere mussten bei Futtermangel zwischenzeitlich von der Fläche genommen werden. Es lässt sich daraus schließen, dass – unter den gegebenen Bedingungen von V2 – auch ein höherer Tierbesatz nicht zu einer verstärkten Fraßaktivität der Tiere an der Flatterbinse geführt hätte.

Damit wurde eine anfangs gestellte Hypothese bestätigt, dass eine Mahd oder ein Mulchgang unbedingt nötig sind, damit sich eine (stark) verbinste Fläche bezüglich verschiedener landwirtschaftlicher und naturschutzfachlicher Parameter nicht weiter verschlechtert.

Variante 3neu. Auch Variante 3neu liegt auf dem ATP-Gelände. Sie besteht aus 4 Teilvarianten, die zwar alle direkt nebeneinander liegen, aber zu Projektbeginn durch Zäune getrennt waren und sich teilweise in ihrem Vegetationsbestand leicht unterschieden, was auf eine unterschiedliche Bewirtschaftungsgeschichte hinweist. Die Fläche wurde im Juni gemäht und daraufhin jeweils mit einer großen Schafherde ‚stoßbeweidet‘, sobald und sooft genügend neuer Aufwuchs vorhanden war; im Herbst wurde ein abschließender Mulchgang durchgeführt. Außerdem wurde leicht mit PK-Dünger gedüngt. Die Fläche wurde – wie Variante 1 – schon vor Versuchsbeginn längere Zeit extensiv mit Schafbeweidung und Mulchgängen bewirtschaftet. Sie war – im Vergleich aller Varianten – in einem mittleren Grundzustand mit mittlerer Binsendeckung und mittlerer Artenzahl. Entwässert wird die Fläche über Gräben, die Drainage ist nicht mehr funktionstüchtig. Die Fläche weist eine Weißtorfaufgabe von über einem Meter Mächtigkeit auf. In Bezug auf die Bodenchemie fällt ein niedriges C/N-Verhältnis auf.

Diese Fläche/Variante wurde erst 2008 ins Projekt aufgenommen, nachdem die ursprüngliche Variante 3 wegen starker Vernässung nicht mehr befahren und somit im Rahmen des Projekts nicht mehr regelmäßig bewirtschaftet werden konnte. Somit konnten nur zwei Untersuchungsjahre (2009, 2010) nach Erfassung des Ausgangszustandes (2008) ausgewertet werden, wodurch die Aussagen nur eingeschränkt abgesichert sind.

Über die BB-Aufnahmen wurde eine sinkende absolute und relative **Flatterbinsendeckung** ermittelt. In den F-Aufnahmen wurde keine signifikante Änderung festgestellt, die **Stetigkeit** liegt in den BB-Aufnahmen durchgehend bei 100% und schwankt bei den F-Aufnahmen leicht. Die Stetigkeit von *Poa trivialis* sank in den BB-Aufnahmen, die von *Rumex acetosa* stieg an.

Während die **durchschnittlichen Artenzahlen** (BB- und F-Aufnahmen) anstiegen, ging die **Gesamtartenzahl** leicht herunter. Die **Evenness** stieg nicht signifikant.

Der Anteil an **Kräutern** hat in mittlerer Artenzahl und Deckungsanteil zugenommen, allerdings nicht die Gesamtartenzahl der Kräuter. In den F-Aufnahmen hat sich auch die durchschnittliche Zahl an **Gräsern** erhöht, in den BB-Aufnahmen diejenige an **Binsen + Hainsimsen**.

Beim Deckungsanteil gab es keine Änderungen im Anteil der Zielarten. Bei der durchschnittlichen Artenzahl erhöhte sich der Anteil an „**Zielarten 1**“. Beim **Strategietyp** lässt sich eine allgemeine Zunahme der csr-Strategen erkennen, sowohl im Deckungsanteil als auch in den mittleren Artenzahlen.

Der Mittelwert der **Feuchtezahl** ist sowohl in der ungewichteten als auch der gewichteten Darstellung gesunken. Sowohl in den BB- als auch den F- Aufnahmen nahm die durchschnittliche Anzahl an **Säurezeigern** zu, während der Mittelwert der **Reaktionszahl** nur in den F-Aufnahmen reduziert ist. Ebenso nahm die Zahl an **Magerkeitszeigern** zu, in den F-Aufnahmen zusätzlich aber auch leicht die Zahl an **Stickstoffzeigern**.

Auch die **Futterwertzahl** hat sich im Mittelwert nicht signifikant verändert. Die mittlere Anzahl an Arten mit geringem Futterwert hat sich in BB- und F-Aufnahmen erhöht, Arten mit hohem Futterwert sind in den F-Aufnahmen allerdings auch durchschnittlich mehr geworden; ebenso hat sich ihr Deckungsanteil in den BB-Aufnahmen erhöht.

Der durchschnittliche Anteil an mahdverträglichen Arten und deren Deckungsanteil haben durchweg zugenommen. Beim Deckungsanteil haben gleichzeitig die mahdempfindlichen Arten abgenommen, auch hat sich der Mittelwert der **Mahdverträglichkeitszahl** erhöht. Die **Weideverträglichkeitszahl** lässt keine klaren Trends erkennen: während in F- und BB- Aufnahmen der Mittelwert leicht abgenommen hat, hat sich der gewichtete Mittelwert leicht erhöht.

Die Teilvarianten zeigen mehr oder weniger die gleichen Trends auf. Wegen der bei dieser Betrachtung aber nur geringen Stichprobenzahl in den BB-Aufnahmen ist hier häufig keine statistische Signifikanz zu erkennen.

Auch wenn die Ergebnisse auf Grund des nur 3-jährigen Erfassungszeitraumes mit Vorsicht betrachtet werden müssen, so kann man durchaus schließen, dass es sich offensichtlich um eine geeignete Variante handelt. Die Binsen werden durch den verhältnismäßig frühen Schnitt während ihrer Blühphase geschädigt und die nachwachsenden Triebe von den Schafen sicherlich besser angenommen als auf den Varianten 1 und 2. Es ist auch anzumerken, dass die Stoßbeweidung für den Bewirtschafter wesentlich praktikabler als eine Standweide, da letztere regelmäßige Kontrollgänge erfordert und somit einen hohen Arbeitsaufwand zur Betreuung einer

kleinen Zahl von Tieren bedeutet. Nach Einschätzung des Bewirtschafters (Ökohof Sankt Josef) ist dies die sinnvollste Beweidungsvariante.

Variante 4. Diese Variante liegt bei Esterwegen in der Nähe des Küstenkanals. Sie wurde im Projekt zweimal gemäht (Frühsommer, Spätsommer) und 1x jährlich mit Gülle gedüngt. Vor Versuchsbeginn wurde sie ähnlich bewirtschaftet: ein- bis zweimal jährlich gemäht und mit Gülle und gelegentlich mit NPK-Dünger gedüngt. Sie war – verglichen mit den anderen Varianten – in einem guten Zustand und wies nur eine geringe Deckung von *Juncus effusus* auf. Daneben zeichnete sie sich durch gute Bestände der Kuckucks-Lichtnelke (*Silene flos-cuculi*) aus. 2010 wurden einige Exemplare der Trauben-Trespe (*Bromus racemosus*) erfasst – eine Feuchtwiesenart, die in Niedersachsen in der Rote Liste – Kategorie 2 (stark gefährdet) geführt wird, deutschlandweit in der Kategorie 3 (gefährdet).

Die Fläche weist teilweise eine Weißtorf-Auflage auf, die Torfhorizonte stellen sich sehr inhomogen dar. Die Fläche zeichnet sich durch ein niedriges C/N-Verhältnisses sowie durch hohe pH- und Kalium-Werte aus.

Wie auch Variante 3 wurde diese Fläche erst 2008 ins Projekt aufgenommen, nachdem die ursprüngliche Variante 4 aufgegeben werden musste. Somit sind auch hier die Aussagen nur eingeschränkt abgesichert.

Die **Flatterbinsen-Deckung**, die schon zu Projektbeginn auf einem sehr niedrigen Niveau war, hat noch deutlich abgenommen, wobei die geringsten Deckungen im Jahr 2009 aufgenommen wurden. In den F-Aufnahmen hat auch die **Stetigkeit** der Flatterbinse abgenommen. Bei den anderen häufigsten Arten gab es keine signifikante Änderung der Stetigkeit.

Die durchschnittliche und die **Gesamt-Artenzahl** haben in den BB-Aufnahmen zugenommen, und auch die Evenness ist gestiegen. In den F-Aufnahmen ist keine signifikante Veränderung aufgetreten.

Bei den **Gilden** haben eindeutig Artenzahlen und Deckungsanteile der Süßgräser zugenommen, die der Kräuter nur in den BB-Aufnahmen. In den F-Aufnahmen hat die durchschnittliche Zahl an Binsen + Hainsimsen abgenommen, ebenso der Deckungsanteil in den BB-Aufnahmen. In der Entwicklung der **Zielarten** zeichnet sich keine deutliche Tendenz ab. Auch beim **Strategietyp** sind kaum klare

Tendenzen auszumachen; bei den BB-Aufnahmen ist in durchschnittlicher Artenzahl und Deckungsanteil ein Anstieg der csr-Strategen zu verzeichnen.

Die Entwicklung der **Feuchtezahl** ist in BB- und F-Aufnahmen gegensätzlich, die **Reaktionszahl** zeigt keine signifikanten Veränderungen im Vergleich der Jahre 2008 und 2010. Auch die Entwicklung der **Stickstoffzahl** ist nicht eindeutig: während in den BB-Aufnahmen die Zahl der Stickstoffzeiger zunahm, traf dieses in den F-Aufnahmen für die Zahl der Magerkeitszeiger zu. Der N-Mittelwert in den BB-Aufnahmen nahm bei ungewichteter und gewichteter Darstellung zu.

Die durchschnittliche **Futterwertzahl** stieg an. In den BB-Aufnahmen wuchsen sowohl in der Anzahl als auch im Deckungsanteil die Arten mit hohem Futterwert an. Bei den Deckungsanteilen gab es bei der **Mahdverträglichkeit** keine Änderungen, der Mittelwert der Mahdverträglichkeitszahl sank in BB- und F-Aufnahmen. Die mittlere **Weideverträglichkeit** hat sich in den BB-Aufnahmen bei ungewichteter und gewichteter Betrachtung leicht erhöht.

Die Fläche, die schon zu Projektbeginn in einem guten Zustand war, hat sich insgesamt positiv entwickelt, die Bewirtschaftungsvariante ist als günstig anzusehen. Die (mäßige) Gülledüngung auf dieser Fläche hat schon vor Aufnahme in das Projekt zu keinem besonders hohen (Deckungs-) Anteil an Stickstoffzeigern geführt; auch im Projektverlauf gab es keine eindeutige Erhöhung. Vom Arteninventar her gesehen ist eine mäßige Gülledüngung also nicht als negativ zu werten. Ob sich allerdings diese zusätzliche Stickstoffzugabe durch stärkere Mineralisierung negativ auf die Torfzehrung auswirkt, kann im Rahmen dieser Studie nicht abgeschätzt werden, muss aber als wahrscheinlich angenommen werden.

Variante 5. Die Fläche der Variante 5 liegt in den Vreeser Wiesen (Gemeinde Vrees). Sie wurde zweimal jährlich gemäht (Frühsommer, Spätsommer), im Herbst gemulcht und erhielt PK-Dünger. Die Fläche wurde vor Versuchsbeginn schon seit Mitte der 1990er Jahre extensiv genutzt. Sie zeichnet sich durch hohe pH-Werte und Phosphat-Gehalte aus. Eine Weißtorfauflage ist auf dieser Fläche nicht mehr vorhanden, es steht Schwarztorf in ungleichmäßiger Horizontdicke (ca. 50 cm) an, darunter liegt Niedermoortorf. Die Fläche war zu Versuchsbeginn in einem – im Vergleich der Varianten – sehr guten Zustand mit hohen Artenzahlen. Dabei war zwar die Stetigkeit von *Juncus effusus* immer hoch, die Deckung aber sehr gering.

Die durchschnittliche **Artenzahl** hat sich sowohl in den BB- als auch in den F-Aufnahmen erhöht, die Gesamtartenzahl ist etwa auf gleichem Stand geblieben. Die Evenness hat sich nicht signifikant verändert. Die **Deckung der Flatterbinse** und ihr Anteil an der Gesamtdeckung haben sich signifikant erhöht, dagegen blieb die **Stetigkeit** unverändert hoch. Während die Stetigkeit von *Holcus lanatus* abnahm, nahm diejenige von *Poa trivialis* zu.

Bei den **Gilden** kam es zu einer Zunahme der Kräuter in Deckungsanteil und durchschnittlicher Artenzahl. In den F-Aufnahmen stieg zusätzlich auch die durchschnittliche Zahl an Süßgräsern.

An **Zielarten** haben die „Zielarten 1“, also die unspezifischen Grünlandarten, zugenommen. Die „Zielarten 2“ dagegen haben in ihrer durchschnittlichen Anzahl in den F-Aufnahmen und in ihrem Deckungsanteil (BB-Aufnahmen) abgenommen. Bei den **Strategietypen** haben die cr-Strategen zulegen können, in den F-Aufnahmen und beim Deckungsanteil (BB-Aufnahmen) auch die c-Strategen.

Der Mittelwert der **Feuchtezahl** hat abgenommen, ebenso die durchschnittliche Zahl an Feuchtezeigern. Für die **Reaktionszahl** zeichnet sich kein klares Bild ab. Bei der durchschnittlichen Artenzahl der F-Aufnahmen und bei den Deckungsanteilen lässt sich bei den **Stickstoffzeigern** eine Abnahme verzeichnen; auch der N-Mittelwert der F-Aufnahmen und der gewichtete Mittelwert der BB-Aufnahmen gingen zurück.

Beim **Futterwert** sind keine klaren Tendenzen zu verzeichnen, ebenso wenig bei der **Mahdverträglichkeit**. Bei den Deckungsgraden änderte sich bezüglich der **Weideverträglichkeit** nichts, die durchschnittliche Anzahl an weideverträglichen Arten nahm zu.

Die Fläche hat sich bezüglich der Artenzahlen positiv entwickelt, allerdings nahmen die besonders erwünschten Arten (Zielarten 2) ab. Die Zunahme der Flatterbinsen-Deckung ist negativ zu werten und widerspricht den Erwartungen, da diese Variante mit 3 Eingriffen (zweimal Mahd, einmal Mulchen) eine sehr hohe Bewirtschaftungsfrequenz erhält. Im Vergleich zu Variante 6 ist die Entwicklung der Flatterbinse negativ einzuschätzen, obwohl bei dieser die Wintermulchung fehlt. Da bei beiden Varianten Schwarztorf ansteht, dürfte der Bodentyp keine Ursache für die unterschiedliche Entwicklung der Flatterbinsen-Bestände sein.

Variante 6. Diese Variante besteht aus 3 Teilvarianten, ein kleines Teilstück (V6c) liegt nahe der Variante 5 in den Vreeser Wiesen; sie hat eine ähnliche Bewirtschaftungsgeschichte wie V5. V6a und V6b liegen nebeneinander auf Bockholter Gemarkung direkt an der Mittelradde. Die Flächen wurden seit Mitte der 1990er Jahre bei ein- bis zweimaliger Mahd extensiv genutzt ohne Düngung.

Im Projekt wurden die Teilflächen zweimal gemäht (Früh- und Spätsommer) und mit PK-Dünger gedüngt. V6a war zu Projektbeginn sehr binsenarm und recht artenreich, V6b hatte eine recht hohe Binsendeckung, bei V6c lag sie im mittleren Bereich.

Insgesamt weist die Variante recht hohe pH-Werte und Phosphat-Gehalte auf. Wie bei V5 findet sich auf den Teilflächen der Variante 6 eine Schwarztorfdecke über Niedermoor.

Die **Deckung der Flatterbinse** hat sich nicht signifikant verändert, ebenso wenig wie ihre Stetigkeit. Auch die **Stetigkeiten** der anderen drei häufigsten Arten haben sich nicht verändert, nur *Rumex acetosa* hat in den F-Aufnahmen zugenommen. Auch die durchschnittlichen Artenzahlen und die **Evenness** sind auf gleichem Niveau geblieben. Die **Gesamtartenzahlen** stiegen allerdings an.

Die Deckung von Kraut-Arten hat zugenommen, ansonsten gibt es bezüglich der **Gilde** keine signifikante Änderung. Bei den **Zielarten** hat die durchschnittliche Anzahl der „Zielarten 1“ abgenommen; dasselbe ist bei den „Zielarten 0“ der Fall, was eine positive Entwicklung darstellt. Bei den Deckungsanteilen wird eine Zunahme der „Zielarten 1“ und ein Abnahme der „Zielarten 2“ festgestellt. Die c-**Strategen** haben sich in ihrem Deckungsanteil erhöht, bei der durchschnittlichen Artenzahl haben nur die c-Strategen in den F-Aufnahmen zugenommen.

Der Mittelwert der **Feuchtezahl** ist in den F-Aufnahmen sowie in der gewichteten Darstellung der BB-Aufnahmen zurückgegangen. In den F-Aufnahmen hat sowohl die Anzahl der **Basenzeiger** als auch die der **Säurezeiger** abgenommen, in den Deckungsanteilen der BB-Aufnahmen nur derjenige der Basenzeiger.

Die Anzahl an Stickstoffzeigern ist gesunken ebenso wie der Mittelwert der Stickstoffzahl in den BB-Aufnahmen. Auch der Deckungsanteil der Stickstoffzeiger und der gewichtete Mittelwert der **Stickstoffzahl** sind gesunken. Für den Deckungsanteil der Magerkeitszeiger ergibt sich ein Abfall vom Jahr 2006 zum Jahr 2010, allerdings mit starken Schwankungen in den Zwischenjahren.

Beim **Futterwert** gab es lediglich in den F-Aufnahmen eine signifikante Veränderung; hier hat die durchschnittliche Zahl an Arten mit hohem Futterwert zugenommen. Auch in der **Mahdverträglichkeit** gibt es nur in den F-Aufnahmen signifikante Änderungen, die durchschnittliche Anzahl an mahdverträglichen Arten sowie der Mittelwert der Mahdverträglichkeitszahl haben sich erhöht. Bei der Mahdverträglichkeit hat lediglich der Mittelwert in den F-Aufnahmen abgenommen.

Bei Betrachtung der **Teilvarianten** fällt auf, dass es teilweise deutliche Unterschiede in der Entwicklung gibt, besonders die von V6a und V6b entfernt liegende Fläche V6c zeigt oft eine abweichende Entwicklung. Beispielsweise hat die Flatterbinsendeckung dieser Variante im Versuchszeitraum signifikant zugenommen, bei den Zielarten haben in dieser Variante in den F-Aufnahmen die „Zielarten 2“ zugenommen.

Variante 6 ist die Variante mit den wenigsten Änderungen über die Versuchsjahre; um den Grundzustand zu halten, ist diese Bewirtschaftungsvariante also offensichtlich geeignet. Die im Vergleich zu V5 fehlende Wintermulchung hat wahrscheinlich keinen Einfluss gehabt.

Variante 7. Diese Variante wurde im Sommer (Frühsommer, Spätsommer) zweimal gemulcht und erhielt keinen Dünger. Sie besteht aus fünf Teilflächen, von denen sich zwei auf Bockholter Gemarkung befinden. Sie lagen vor Versuchsbeginn zwei Jahre brach, von Mitte der 1990er Jahre bis 2004 wurde die Fläche als extensive Mähwiese zur Heugewinnung genutzt. Aufgrund von Wiedervernässung in diesem Moorbereich steht das Wasser recht hoch an, die Flächen waren jedoch zu den vorgesehenen Bewirtschaftungszeitpunkten immer befahrbar. Die übrigen drei Teilflächen befinden sich auf Vreeser Gemarkung in der Nähe des Aussichtsturms, lagen vor Versuchsbeginn rund 15 Jahre brach und wurden ehemals als Rinderweiden genutzt. In der Bodenchemie unterscheiden sich die Teilflächen voneinander, wobei der Phosphat-Gehalt insgesamt als hoch einzustufen ist.

Die Torfhorizonte sind sehr inhomogen. Meist steht Schwarztorf an, teilweise auch Weißtorf, häufig sind auch Sandbeimischungen zu finden.

Die **Flatterbinsendeckung** hat in der Gesamtvariante sehr stark abgenommen. Auch die **Stetigkeit** von *Juncus effusus* ist gesunken, allerdings ist die Veränderung nicht statistisch signifikant. Die anderen häufigen Arten haben dagegen in ihrer

Stetigkeit signifikant zugenommen: *Holcus lanatus* sowohl in den BB- als auch den F-Aufnahmen, *Poa trivialis* in den F-Aufnahmen und *Rumex acetosa* in den BB-Aufnahmen. Die **Artenzahlen** haben zugenommen wie auch die **Evenness**.

Für die Gilden ließen sich keine Tendenzen erkennen, die bei mehreren Auswertungsarten gleichzeitig auftraten. Bei den **Zielarten** haben deutlich die „Zielarten 1“ zugenommen (Artenzahlen und Deckungsanteil), während die „Zielarten 0“ abgenommen haben. In den F-Aufnahmen stieg außerdem die durchschnittliche Zahl an „Zielarten 2“ leicht an.

Bei Betrachtung der **Strategietypen** fällt eine Zunahme der csr-Strategen auf, die anderen signifikanten Änderungen sind je nach Auswertungstyp unterschiedlich. Der Mittelwert der **Feuchtezahl** hat bei ungewichteter wie gewichteter Berechnung zugenommen. Bezüglich der **Reaktionszahl** kann nur eine Zunahme des gewichteten Mittelwertes und eine Abnahme des Deckungsanteils der Säurezeiger verzeichnet werden. Auch in der **Stickstoffzahl** gibt es kaum signifikante Änderungen.

Die durchschnittliche Anzahl an Arten mit hohem **Futterwert** ist in den BB- und den F-Aufnahmen gestiegen, in den Deckungsanteilen ließ sich eine Abnahme der Arten mit geringem Futterwert feststellen. Es gab eine deutliche Zunahme an mahdverträglichen Arten und deren Deckungsanteil, darüber hinaus ist der Mittelwert der **Mahdverträglichkeitszahl** gestiegen. Bei der **Weideverträglichkeit** gab es keine deutliche Entwicklung.

In den **Teilvarianten** sind überwiegend die gleichen Tendenzen zu erkennen, wenn auch zum Teil nicht so deutlich.

Die in weiten Teilen stark verbinsten Flächen konnte durch die Minimalbewirtschaftung mit zwei Mulchgängen pro Jahr deutlich verbessert werden. Dabei konnten die wesentlichen Veränderungen in den ersten zwei Jahren beobachtet werden, danach verlief die Entwicklung deutlich langsamer.

Die Deckung der Flatterbinse konnte durch die Wiederaufnahme der Bewirtschaftung verringert werden, und die Artenzahl nahm zu. Allerdings muss angemerkt werden, dass von der verringerten Flatterbinsen-Deckung in erster Linie Arten profitierten, die auch vorher schon häufig waren und keine spezifischen Grünlandarten darstellen. Die Qualität des Aufwuchses bleibt weiterhin unbefriedigend und wird sich ohne stärkere Bewirtschaftungsfrequenz mit Düngung vermutlich nicht weiter verbessern.

7.5 Fazit aus geobotanischer Sicht

Hochmoorgrünländer gelten sowohl aus landwirtschaftlicher als auch aus naturschutzfachlicher Sicht als Problemstandorte. Häufig werden die Flächen von den Nutzern aufgegeben, da die immer schwieriger werdende Bewirtschaftung sich wirtschaftlich nicht rechnet; die Flächen verbrachen und entwickeln sich zu meist artenarmen hochwüchsigen Beständen, häufig mit Dominanz der Flatterbinse. Aus bestimmten Gründen kann jedoch eine Offenhaltung der Hochmoor-Grünlandflächen erwünscht sein, beispielsweise um ein bestimmtes Landschaftsbild und die typische Kulturlandschaft zu erhalten oder auch zum Zweck des Wiesenbrüterschutzes. Oder es tritt der Fall ein, dass bislang intensiv genutzte Hochmoor-Grünlandflächen extensiviert werden sollen, z.B. wenn ein Naturschutzgebiet eingerichtet oder die Flächen als Puffer für ein angrenzendes (wiedervernässtes) Moor dienen sollen. Bewirtschaftern, die im Rahmen des Vertragsnaturschutzes solche Flächen pflegen und damit offen halten, stellt sich die Frage, wie eine extensive Nutzung aussehen muss, unter der sie möglichst nutzbare Aufwüchse produzieren, aber gleichzeitig angepasste Grünlandgesellschaften und ggf. wertvolle (Feuchtgrünland-) Arten fördern.

Die Projektergebnisse zur Vegetation und ihrer zeitlichen Entwicklung zeigen, dass der Zustand der betrachteten Hochmoor-Grünlandflächen anhand der angewandten Bewirtschaftungsvarianten je nach Ausgangszustand erhalten oder verbessert werden kann. Eine reine Beweidung ohne jeglichen Schnitt oder jegliche Mulchung erwies sich als nicht ausreichend. Da die stark sklerenchymatisierten und rohfaserreichen oberirdischen Sprosstiele der Binsen von den Weidetieren ab 1-2 Monaten nach Austrieb so gut wie gar nicht angenommen werden, wird die Flatterbinse nicht geschwächt und kann sich vegetativ weiter ausbreiten. Wenn – wie im vorliegenden Fall – auch die Blüten kaum befressen werden, wird auch der Entwicklungszyklus nicht unterbrochen. Die Flatterbinse kann Samen bilden und sich somit auch generativ ausbreiten, also in frei gewordenen Bodenlücken auskeimen und diese besiedeln oder/und ihre Diasporenbank auffüllen.

Es zeigt sich deutlich, dass eine zweimalige Mahd oder eine einmalige Mahd mit anschließender Stoßbeweidung das Minimum im Bewirtschaftungsaufwand darstellt und dazu führt, dass die Fläche in Bezug auf wesentliche vegetationskundliche und landwirtschaftliche Parameter ihren Grundzustand weitgehend beibehält.

Es wurden im Projekt zwar keine verschiedenen Mahdzeitpunkte ausgetestet, Gespräche mit Bewirtschaftern machte jedoch deutlich, dass ein früher Mahdzeitpunkt als besonders günstig angesehen wird. Der aufgrund des Wiesenbrüterschutzes auf Mitte Juni gelegte Mahdzeitpunkt wird häufig als „eigentlich schon zu spät“ angesehen, um den Binsen-Beständen die größtmögliche Schädigung beizubringen.

Ein Vergleich der Variante 5 mit der Variante 6, deren Bewirtschaftung sich nur durch die fehlende Wintermulchung voneinander unterscheidet (bzw. mit der Variante 4, bei der die Wintermulchung ebenfalls fehlt und bei der anstelle von Phosphor-Kali Gülle als Dünger verwendet wurde), zeigt, dass die Wintermulchung keinen oder kaum Einfluss auf die Binsendeckung hat (vielmehr hat die Deckung in der gemulchten Variante noch zugenommen). Dies widerspricht der immer wieder gemachten Aussage, dass sich eine Mahd oder ein Mulchen von *Juncus effusus* im Herbst besonders schädigend wirkt, da dann in der nassen Jahreszeit das Aerenchym voll Wasser läuft, wodurch die Pflanze aufgrund von Sauerstoff-Mangel buchstäblich ‚erstickt‘. Die Fläche der Variante 5 war für diesen Effekt möglicherweise nicht nass genug, wirklich zum Tragen kommt er möglicherweise nur bei einer Überstauung.

Der Aufwuchs, der bei einer extensiven Bewirtschaftung erzeugt wird, ist in den meisten Fällen sicherlich nur für Extensivrassen geeignet. Eine wirtschaftliche Nutzung der Hochmoor-Grünlandflächen wird hier allein aus der Nutzung des Aufwuchses vermutlich in den seltensten Fällen oder nie möglich sein; eine Kombination mit Vertragsnaturschutz o.ä. wird immer nötig sein, damit die Bewirtschafter dauerhaft die Flächen offen halten. Je nach Zusammenhang kann der Pflegeaufwand durchaus als gerechtfertigt angesehen werden, auch wenn bei Hochmoorgrünland mit seinen schwierigen bodenphysikalischen, -chemischen und hydrologischen Gegebenheiten immer berücksichtigt werden muss, dass es sich um einen jungen – maximal 70-80 Jahre alten – Standort handelt, dessen Vegetation i.d.R. nicht mit ihrer abiotischen Umwelt im Gleichgewicht steht und bei dem die Phytodiversität und die Anzahl von Feuchtwiesenarten (Verband Calthion, Ordnung Molinietales) im Vergleich zu Niedermooren und mineralischen Standorten gleicher Wasserstufe eher gering sind. Mit den besonderen abiotischen Verhältnissen verbunden ist die Tatsache, dass zum einen die Witterung des Frühlings und Frühsommers über die Feuchtestufe des Torfes und damit die Mineralisierungsrate

und Nährstoffverfügbarkeit einen großen Einfluss auf die Biomasse-Produktion des jeweiligen Jahres hat, so dass in trockenen Jahren v.a. die Nährstoffzeiger ein deutlich stärkeres Wachstum zeigen; zum anderen hat sich aufgrund des meist geringen Alters von nur einigen Jahrzehnten, der geringen Verfügbarkeit von Diasporen und der in vielen Flächen regelmäßigen Umbrüche und Neuansaat keine definierte Artenkombination ausbilden können, die in Form einer definierten Pflanzengesellschaft typisiert werden könnte. Dennoch gibt es seltene Beispiele von Hochmoor-Grünlandflächen, die artenreiche Pflanzenbestände mit Vorkommen typischer Feuchtwiesenarten und anderer wertgebender Arten aufweisen. Bei der Suche nach wertvollen Hochmoorgrünländern wurden unter anderem folgende Arten nachgewiesen: *Carex panicea*, *Gentiana pneumonanthe*, *Luzula congesta*, *Potentilla palustris*, *Salix repens*, *Succisa pratensis*, *Viola palustris*, *Peucedanum palustre*, *Carex vesicaria*, *Thalictrum flavum*, *Carex lasiocarpa* und *Dactylorhiza maculata*.

Bei nicht als Tierfutter verwendbaren Aufwüchsen sollten alternative Verwertungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden, wie die noch in der Erprobung stehenden Verfahren der Biogasgewinnung durch Feststoff-Fermentation oder der Hydrothermalen Carbonisierung (HTC) (vgl. Kapitel 9).

Festzuhalten ist: wenn die Nutzung einer Hochmoorgrünlandfläche extensiviert wird, muss keine „Binsenwüste“ oder kein von anderen Problemarten dominiertes Grünland entstehen. Eine regelmäßige und angepasste Bewirtschaftung ist allerdings essentiell.

8 Untersuchungen zur Regulierung der Flatterbinse (*Juncus effusus*) auf landwirtschaftlich genutzten Hochmoorstandorten

Ziel dieser Arbeiten war es, die Wirksamkeit unterschiedlicher Regulierungsmaßnahmen zur Eindämmung der Flatterbinse auf landwirtschaftlich genutzten Hochmoorstandorten zu untersuchen. Auf eine ausführliche Darlegung aller in diesem Zusammenhang gemachten Literaturrecherchen sowie Untersuchungen muss hier aus Platzgründen verzichtet werden, sie finden sich jedoch in der Arbeit von HUSEMANN (2010) wieder¹.

Auf flachgründigen Moorstandorten des Darßes wurden, zunächst mit den Instrumenten des Parzellenversuches, von 2006 bis 2008 alternative Varianten zur Binsenregulierung ohne Einsatz chemisch-synthetischer Mittel geprüft. Aufbauend auf diesen Ergebnissen ist im weiteren Verlauf des Projektes 2008 ein Prototyp eines Unterschneidungsgerätes entwickelt und in Niedersachsen getestet worden. Ab dem Erreichen einer gewissen Konstanz im Niveau der Unterschneidung wurden auf Moorstandorten der Dümmerniederung mit hohen Binsenanteilen 2009 und 2010 Feldversuche als Streifenanlagen angelegt. Diese beinhalteten verschiedene mechanische Bearbeitungsvarianten, darunter mehrere Schnitffrequenzen, sowie das zu entwickelnde Verfahren der Narbenunterschneidung. Im Zuge der vielfältigen Erprobungen und Versuche wurde offensichtlich, dass die Wirkungen der Unterschneidung nicht frei von Witterungs- und Vorbewirtschaftungseffekten waren. Um diese Wechselwirkungen besser zu erfassen, wurde 2010 ein zusätzlicher mehrfaktorieller Gefäßversuch angelegt und ausgewertet. Im Folgenden werden die für das Projekt relevantesten Ergebnisse dargestellt.

8.1 Parzellenversuche Darß

Unter Einsatz von Projektmitteln konnte ein bereits 2004 von Frau Prof. Bockholt angelegter Feldversuch 2006 weiter betrieben und so die Nachhaltigkeit der Effekte potentiell binsenreduzierender Maßnahmen verfolgt und spezifiziert werden. Darüber

¹ Masterarbeit im Studiengang Agrarökologie der Universität Rostock (kann bei Bedarf als pdf-file angefordert werden)

hinaus sind 2006 und 2007 zusätzliche Streifenanlagen auf dem Darß etabliert worden, die der Erfassung des Vitalitätsverlustes von *Juncus effusus* dienen (Abb.12).



Abbildung 12: Feldversuchsanlage Prerow (Darß; Foto: R. Stephan, 2006).

Die Ergebnisse des Feldversuchs zur Binsenbekämpfung auf dem Darß zeigen Möglichkeiten auf, um auf verbinsten Flächen Bekämpfungserfolge zu erzielen. Es wurden die Faktoren Unterschneidung durch einen Rasen-Sodenschneider, verschiedene Düngevarianten (Patent – PK, Mg – Kainit, Patent – Kali, ungedüngt), sowie unterschiedliche Nutzungsvarianten im Hinblick auf deren Einfluss auf den Flatterbinsenanteil untersucht. Durch Unterschneidung wurden im Juni 2004 sämtliche Binsenbestände vernichtet. Die Binsen starben ab und die zurückbleibenden Lücken wurden teils durch Süßgräser, jedoch vorwiegend durch Kräuter besiedelt. Ein direkt negativer Einfluss der Unterschneidung auf die Anteile von Süßgräsern, Kräutern und Leguminosen konnte nicht festgestellt werden. Im

Oktober des Jahres 2004 waren die ersten erneut auftretenden Binsen (mit Flächenanteilen von 3%) auf unterschrittenen Flächen zu verzeichnen. Das Jahr 2005 zeigte nur noch wenige Unterschiede zu nicht unterschrittenen Flächen (Abb.13). In den Jahren 2006 und 2007 konnten keine Erfolge mehr verzeichnet werden.

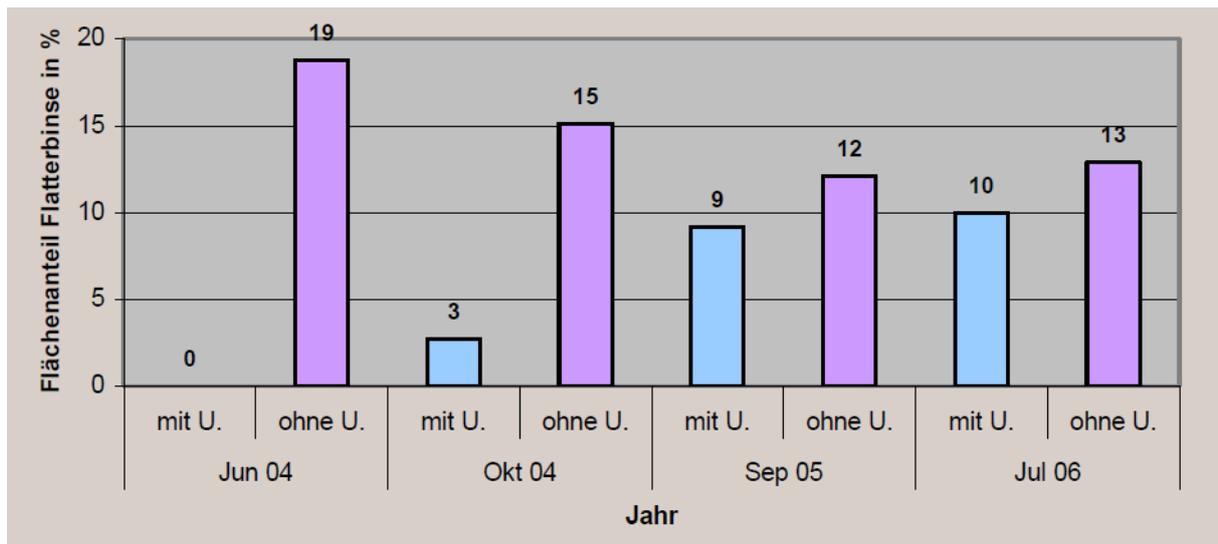


Abbildung 13: Flächenanteile von *Juncus effusus* vom ersten bis zum dritten Jahr nach einer Unterschneidung (= U.) im Vergleich zur unbehandelten Referenz.

Der Vergleich der Nutzungsarten (ohne Nutzung, 2-Schnitt- und 3-Schnittnutzung) ergab einen großen, über alle Versuchsjahre gehenden, Einfluss auf die Flatterbinse. Die 2- und 3-Schnittnutzungen unterschieden sich dabei nicht merklich hinsichtlich ihres Flatterbinsenanteils. Im Vergleich zur ungenutzten Variante, bei der der Binsenanteil in allen Jahren bei rund 20% lag, zeigte sich der dominante Einfluss der Schnittnutzung. Deutliche Ertragsunterschiede zwischen der 2- und der 3-Schnittnutzung wurden nicht festgestellt. Im Falle der Düngung zeigte sich nur in der Patent – Kali Variante ein markanter Einfluss auf die Abundanz der Flatterbinse. Mit der Patent – Kali Variante wurde der Flatterbinsenanteil in allen 3 Jahren bei 10% bzw. darunter liegenden Flächenanteilen gehalten. Bei K-Düngung konnte eine Biomassesteigerung von 15-20 dt TM ha⁻¹ erreicht werden. Die Binsen-reduzierende Wirkung der K-Düngung realisiert sich daher offenbar über Konkurrenzeffekte.

Neben dem Parzellenversuch sind am Standort Prerow 2007 Streifenanlagen mit Unterschneidungsvarianten und unbehandelter Referenz angelegt und geprüft

worden. Dadurch konnten größere Flächenbereiche mit einem erweiterten Artenspektrum als in den Parzellen in die Untersuchung einbezogen werden. Die gravierendsten Auswirkungen konnten mit einer flachen Unterschneidung in 2-5 cm Tiefe erzielt werden (Abb.14).



Abbildung 14: Flächenmäßige Unterschneidung einer *Juncus effusus*-dominierten Grasnarbe nach vorangegangener Kurzmahd.

Mit dieser Maßnahme gelang es, den Binsenanteil um ca. 2/3 zu reduzieren. Innerhalb der Grasnarbe kam es zu Umschichtungen in der botanischen Zusammensetzung. So nahm nicht nur der Anteil von *Juncus effusus* dramatisch ab, sondern auch der der großen Seggenarten wie *Carex acutiformis*. *Agrostis*-Arten profitierten von der Maßnahme am stärksten, was mit ihrer Fähigkeit zur Ausläuferbildung bei geringer Durchwurzelungstiefe erklärt wird.

Die Schwächung der etablierten Flatterbinsen durch eine Unterschneidung führte in nahezu allen Fällen zu einem herben Verlust ihrer Konkurrenzkraft. Wie Bonituren und Messungen an überlebenden Einzelpflanzen zeigten, wird insbesondere die Anzahl der Triebe gegenüber der unbehandelten Referenzsituation reduziert (Tab.7).

Tabelle 7: Gegenüberstellung von Horstdurchmesser (d), Triebzahl und Trieben je cm Durchmesser von überlebenden behandelten und unbehandelten Einzelpflanzen von *Juncus effusus*.

Variante Merkmal	behandelt			unbehandelt		
	d in cm	Triebe/Pflanze	Triebe je cm d	d in cm	Triebe/Pflanze	Triebe je cm d
1	15	8	0,53	20	37	1,85
2	14	15	1,07	16	31	1,94
3	12	7	0,58	15	9	0,60
4	8	8	1,00	18	22	1,22
5	9	11	1,22	15	27	1,80
6	14	32	2,29	8	15	1,88
Ø	12,00	13,50	1,12	15,33	23,50	1,55

Es wurde in Auswertung der Ergebnisse aller Darßer Feldversuche 2006 und 2007 deutlich, dass einzelne Maßnahmen allein keinen Erfolg versprechen, und dass durch eine Kombination ausgewählter, an die jeweiligen Standortverhältnisse angepasster Managementmaßnahmen der größte Erfolg zu erzielen ist. Durch die Unterschneidung kommt es zwar nicht zu einer Beseitigung der Binsenbegünstigenden Verhältnisse/Begleitumstände und damit nicht zu einem nachhaltigen Regulierungserfolg. Dennoch wird eine Dominanz-brechende Wirkung erzielt, die über einen Zeitraum von 2-3 Jahren anhält und dem Bewirtschafter die Chance eröffnet, durch eine Änderung seiner Bewirtschaftungspraxis eine abermalige Dominanzsituation zu vermeiden. Allerdings musste konstatiert werden, dass die Unterschneidung mit Arbeitsbreiten von maximal 50 cm für großflächige Anwendungen noch zu unterdimensioniert war. Diese Erkenntnis war Motivation für eine Weiterentwicklung des Verfahrens in den nächsten Projektphasen.

8.2 Streifenanlagen Dümmerniederung

Die Felduntersuchungen zur Binsenregulierung sind auf zwei Moorstandorten durchgeführt worden. Die Auswahl der Grünlandflächen erfolgte nach den Kriterien Befahrbarkeit und Binsenbesatz. Beide Standorte dienten als Stand- bzw. Umtriebsweide für die extensive Mutterkuhhaltung.

Die Versuchsfläche Haverbeck bestand aus 5 streifenweise angelegten Bearbeitungsvarianten. Die Varianten 1 und 2 beinhalteten eine Unterschneidung der Grünlandnarbe in Kombination mit einer Schnittmaßnahme. Die Varianten 3, 4 und 5 bestanden aus einer ein-, zwei- bzw. dreischürigen Mahd. Zwischen den Streifen der Versuchsvarianten ist jeweils ein 5 m breiter Nullstreifen angelegt worden (Abb.15). Die Versuchsanlage der Moorfläche Langenteilen ist im Grundschemata identisch mit der Versuchsfläche Haverbeck. Dies betrifft bis auf einige Abweichungen bei den Ausführungsterminen auch die Versuchsvarianten. Im Rahmen der Begleituntersuchungen wurde in Langenteilen und Haverbeck ab dem Jahr 2008 die Entwicklung des Deckungsgrades und der Anzahl der einzelnen Horste der Flatterbinse auf allen Versuchsstreifen und ausgewählten Referenzflächen dokumentiert.



Abbildung 15: Versuchsfläche Haverbeck am 04.06.2010.

In den Jahren 2009 und 2010 wurden zusätzlich zur Erfassung des Binsen-Deckungsgrades und der Anzahl der Horste auf beiden Versuchsflächen jeweils sechs komplette Vegetationsaufnahmen vorgenommen.

Die Begleituntersuchungen auf den Versuchsflächen fanden jeweils Ende Mai bzw. Anfang Juni statt (29./30.05.2008; 28.05.2009; 03./04.06.2010) und beschreiben den Zustand vor den Unterschneidungs- bzw. Schnittmaßnahmen des jeweiligen Jahres.

Die Varianten der Binsenregulierung zeigten sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Entwicklung des Flächenanteils der Flatterbinse. Eine einzige späte Mahd im Oktober wies bei hohen Binsenanteilen im Ausgangsbestand keine markante Wirkung auf (Abb.16).

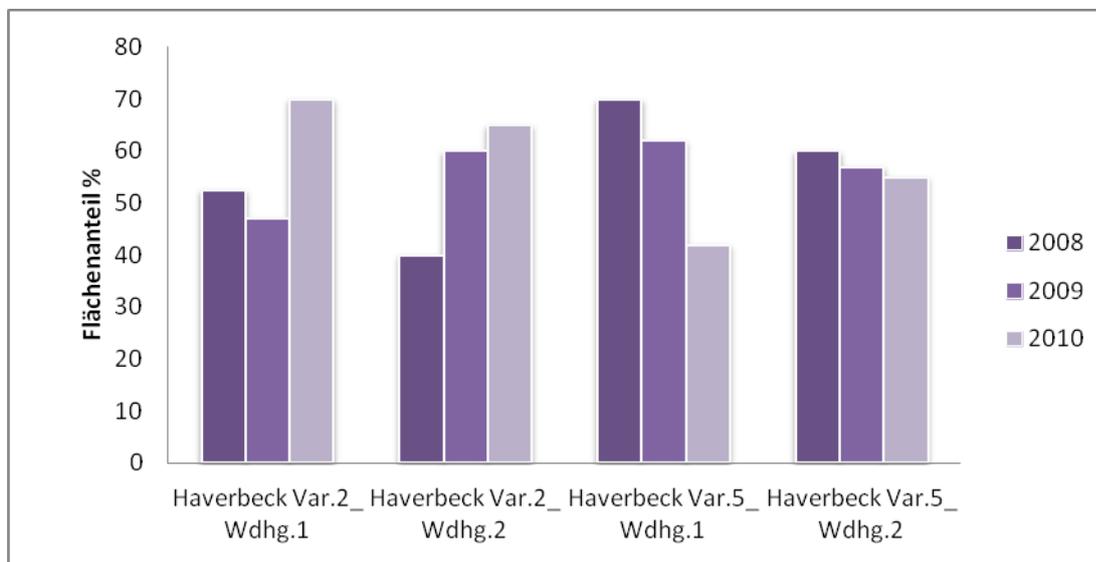


Abbildung 16: Entwicklung der Flächenanteile von *Juncus effusus* von 2008-2010 bei einer Mahd pro Jahr (Oktober, Fläche Haverbeck).

Eine zweimalige Mahd im Juli und Oktober zeigte in Langenteilen bereits im ersten Jahr eine deutliche Verringerung des Flächenanteils der Flatterbinse, welche sich im zweiten Jahr fortsetzte. In Haverbeck hingegen kam es auf einer Wiederholung (Wdhg.1) zunächst zu einer leichten Verringerung, im zweiten Jahr jedoch zu einer sehr starken Zunahme des Binsenanteils (Abb.17).

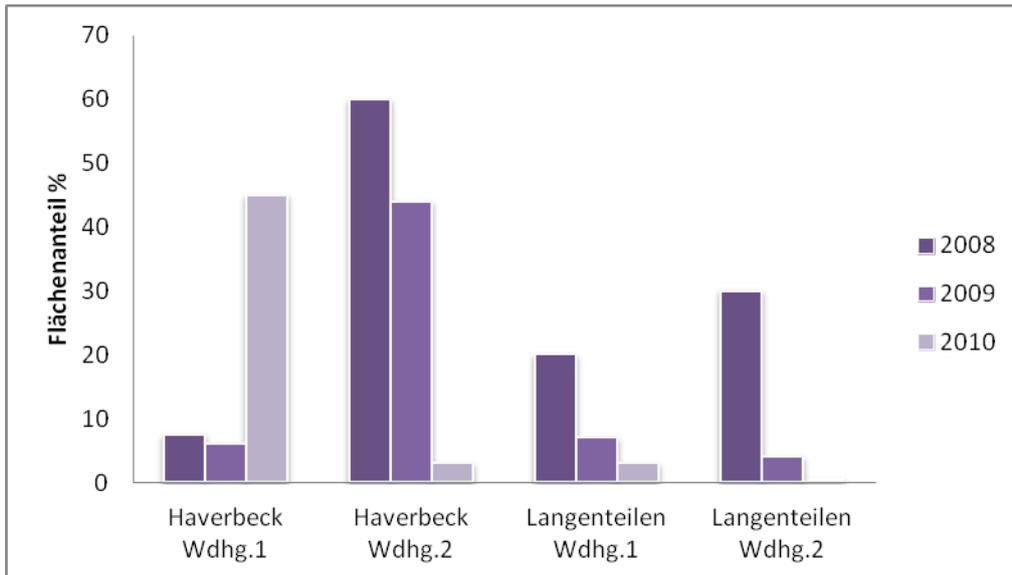


Abbildung 17: Entwicklung der Flächenanteile von *Juncus effusus* von 2008-2010 bei zwei Schnitten pro Jahr (Juli u. Oktober).

Eine ungleich deutlichere und zudem einheitliche Wirkung auf den Flächenanteil von *Juncus effusus* hatten drei Pflegeschnitte pro Jahr (Abb.18).

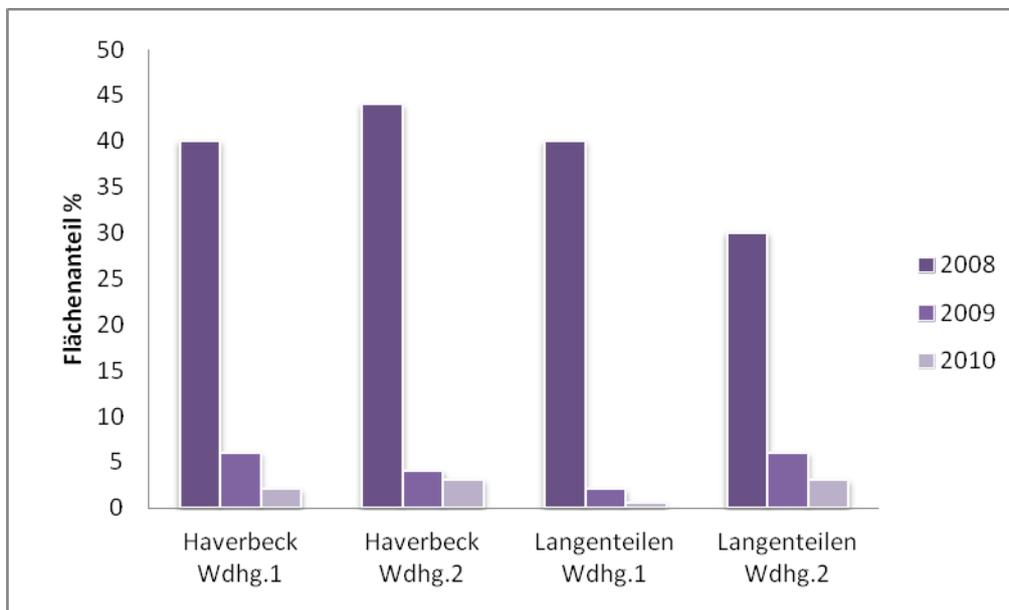


Abbildung 18: Entwicklung der Flächenanteile von *Juncus effusus* von 2008-2010 bei drei Schnitten pro Jahr (Mai/Juni, Juli, Oktober).

Die Unterschneidung in Tiefen zwischen 6 und 10 cm in Kombination mit ein- bzw. zweimaliger Mahd zeigte auf beiden Versuchsflächen unterschiedliche Ergebnisse (Abb.19). In Langenteilen wurde die Unterschneidung nur in den Wiederholungen 2.1 und 2.2 und nur im ersten Jahr (2008) mit zwei Schnittmaßnahmen kombiniert.

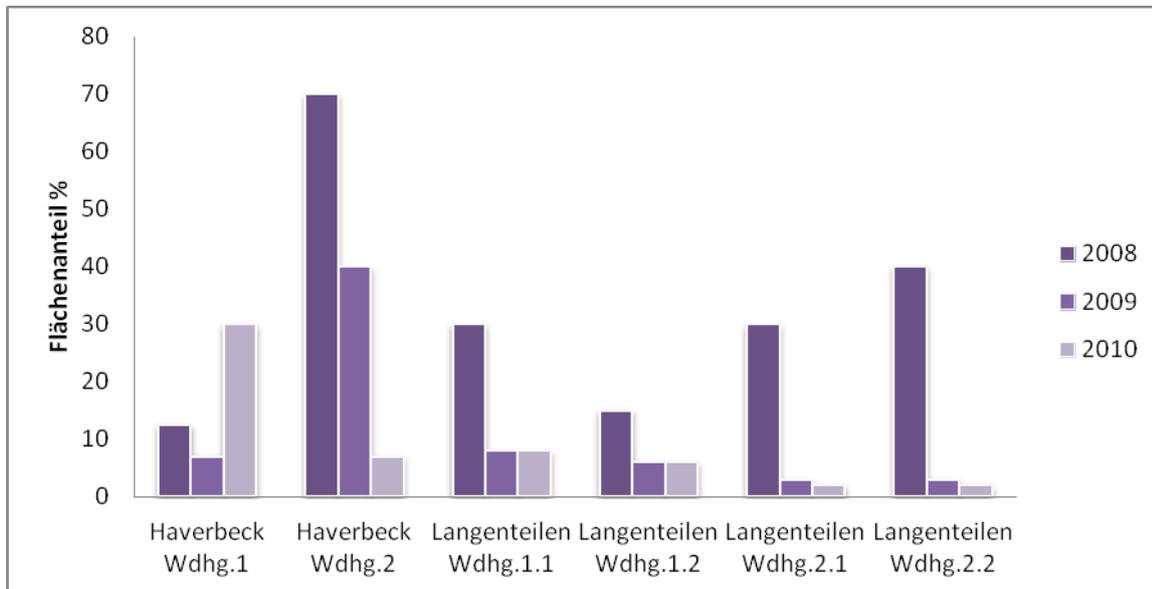


Abbildung 19: Entwicklung der Flächenanteile von *Juncus effusus* von 2008-2010 bei Unterschneidung in Kombination mit vorangegangener Mahd.

In allen anderen Wiederholungen in Langenteilen wie auch in Haverbeck ist die Unterschneidung aus technischen Gründen zusammen mit (mindestens) einer Schnittmaßnahme durchgeführt worden. Die Kombination mit der zweimaligen Mahd zeigte im ersten Jahr eine sehr deutliche Verringerung des Binsenanteils, welche sich im zweiten Jahr zumindest tendenziell fortsetzte. Unterschneidung zusammen mit einmaliger Mahd führte im ersten Jahr zu einer deutlichen Verringerung des Binsenanteils, verblieb allerdings im zweiten Jahr trotz Wiederholung der Maßnahme auf diesem Niveau.

Unterschneidung und Dreischnittnutzung führen zur stärksten Reduktion der Flatterbinse auf den Moorstandorten (Abb.20). Insgesamt weisen zwei Schnitte, drei Schnitte und die Unterschneidung im ersten Jahr nach der Anwendung eine wesentlich stärkere Wirkung auf als im Folgejahr.

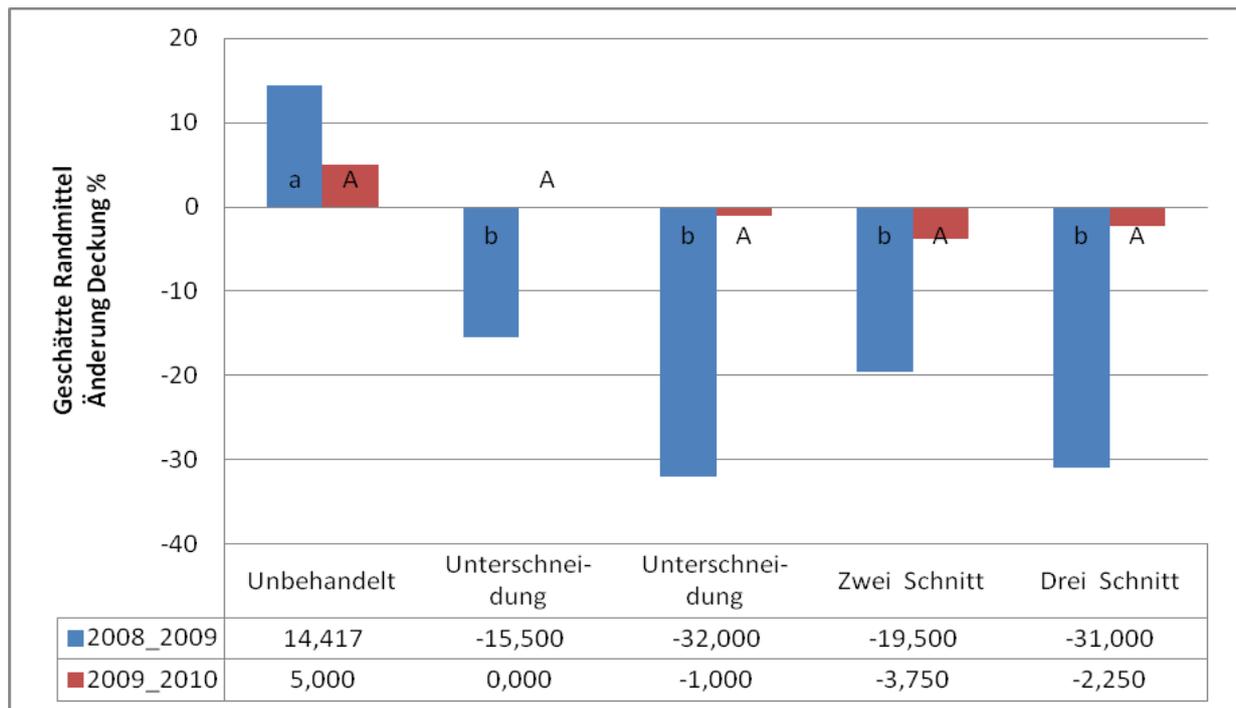


Abbildung 20: Maßnahmebedingte Änderungen des Deckungsgrades der Flatterbinse (*Juncus effusus*) in zwei aufeinander folgenden Versuchsperioden (Standort Langenteilen, geschätzte Mittel des Varianzmodells; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Mittelwerte, Duncan-Test, $p < 0.05$).

8.3 Gefäßversuch

Um die Wirksamkeit der Unterschneidung in Kombination mit verschiedenen Schnitffrequenzen als Maßnahme der Flatterbinsenregulierung zu untersuchen, wurde ein zweifaktorieller Gefäßversuch mit insgesamt 48 Gefäßen angelegt.

Als Prüffaktoren sind die Schnitffrequenz vor der Unterschneidung mit drei Faktorstufen und die Unterschneidungstiefe mit zwei Faktorstufen festgelegt worden. Die Stufen des Prüffaktors Unterschneidungstiefe wurden zusätzlich in eine feuchte (wet) und eine trockene (dry) Variante unterteilt (Tab.8).

Tabelle 8: Versuchsaufbau des Gefäßversuches.

Prüffaktor	Faktorstufen	
1 - Schnitthäufigkeit vor Unterschneidung	1.1 – kein Schnitt	
	1.2 – ein Schnitt	
	1.3 – drei Schnitte	
2 - Unterschneidungstiefe	2.1 – 2 cm	Wet
		Dry
	2.2 – 8 cm	Wet
		Dry

Das „trockene“ Wasserregime bewirkte eine um über 20% größere Reduzierung der Triebzahl gegenüber dem „nassen“ Wasserregime (Abb.21). Die Unterschneidung in 2 cm Tiefe zeigte, im Vergleich zur Unterschneidung in 8 cm Tiefe, eine tendenziell größere, jedoch nicht signifikante Wirkung auf die Entwicklung der Triebzahl der Versuchspflanzen. Die Schnitthäufigkeit erwies sich als der Prüffaktor mit dem größten Einfluss auf die Vitalität der Binsen. Drei Schnitte reduzierten die Triebzahl über den Verlauf des Versuchs um fast 87%, ein Schnitt um 73%. Wurde keine Schnittmaßnahme durchgeführt, nahm die Triebzahl um etwa 16% zu. Es bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den geschnittenen und den nicht geschnittenen Varianten (Tab.9).

Tabelle 9: Ergebnisse der Varianzanalyse des Gefäßversuches für das Vitalitätsmerkmal Triebzahl.

Quelle	Prozentuale Änderung der Triebzahl		
	FG	MQ	Pr > F
Schnitthäufigkeit	2	50197,47	***
Wasserregime	1	5253,59	*
Unterschneidungstiefe	1	705,54	n.s. (0,124)
Wasserregime * Schnitthäufigkeit	2	2449,87	**
Wasserregime * Unterschneidungstiefe	1	1132,51	n.s. (0,092)
Unterschneidungstiefe * Schnitthäufigkeit	2	111,54	n.s. (0,74)

n.s.- nicht signifikant; *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001
FG - Freiheitsgrade; MQ - mittlere Abweichungsquadrate

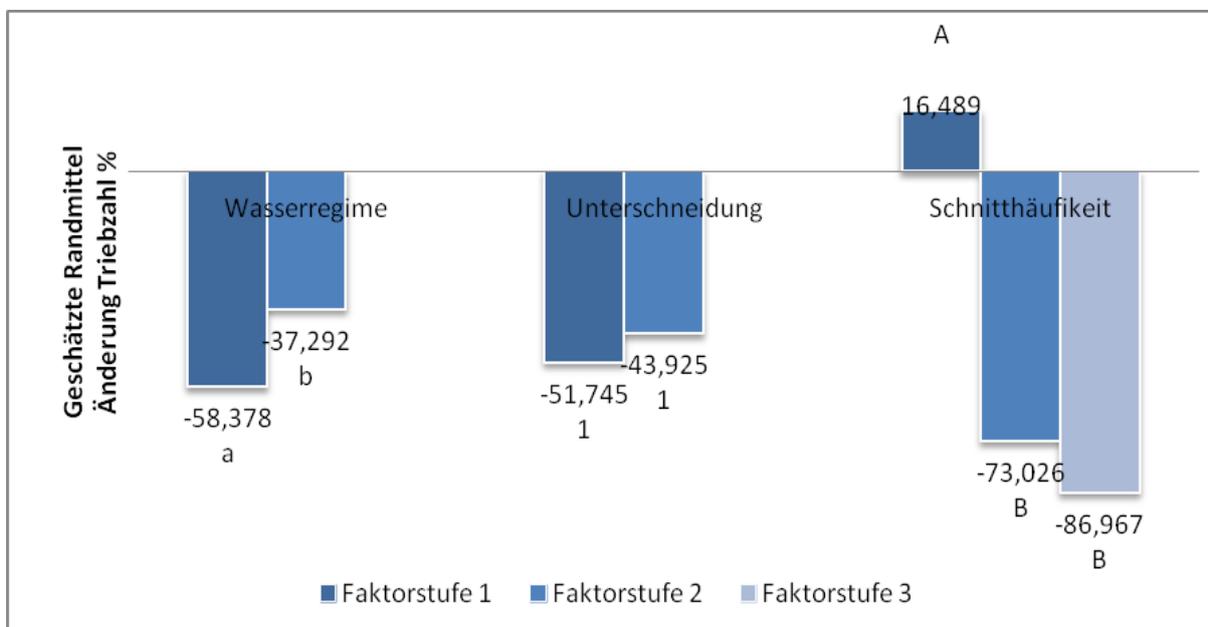


Abbildung 21: Änderung der Triebzahl von *Juncus effusus* infolge Wasserstresses, unterschiedlicher Unterschneidungstiefen und Schnitffrequenzen.

(Wasserregime-1=dry, 2=wet; Unterschneidung-1= 2 cm, 2=8 cm, Schnitthäufigkeit-1=kein Schnitt, 2=ein Schnitt, 3=drei Schnitt; Geschätzte Mittel des Varianzmodells, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Mittelwerte, Duncan-Test, p<0.05)

Die Faktoren Wasserregime und Schnitthäufigkeit stehen in einer signifikanten Wechselwirkung zueinander (Abb.22). Während das Ausbleiben einer Schnittmaßnahme in Kombination mit einem geringen Wasserangebot noch eine Abnahme der Triebzahl um 8% bewirkte, erhöhte die Kombination mit einem ausreichenden Wasserangebot die Triebzahl um mehr als 40%. Der ein- wie auch der dreimalige Schnitt zeigte eine etwas größere Wirkung bei geringem Wasserangebot.

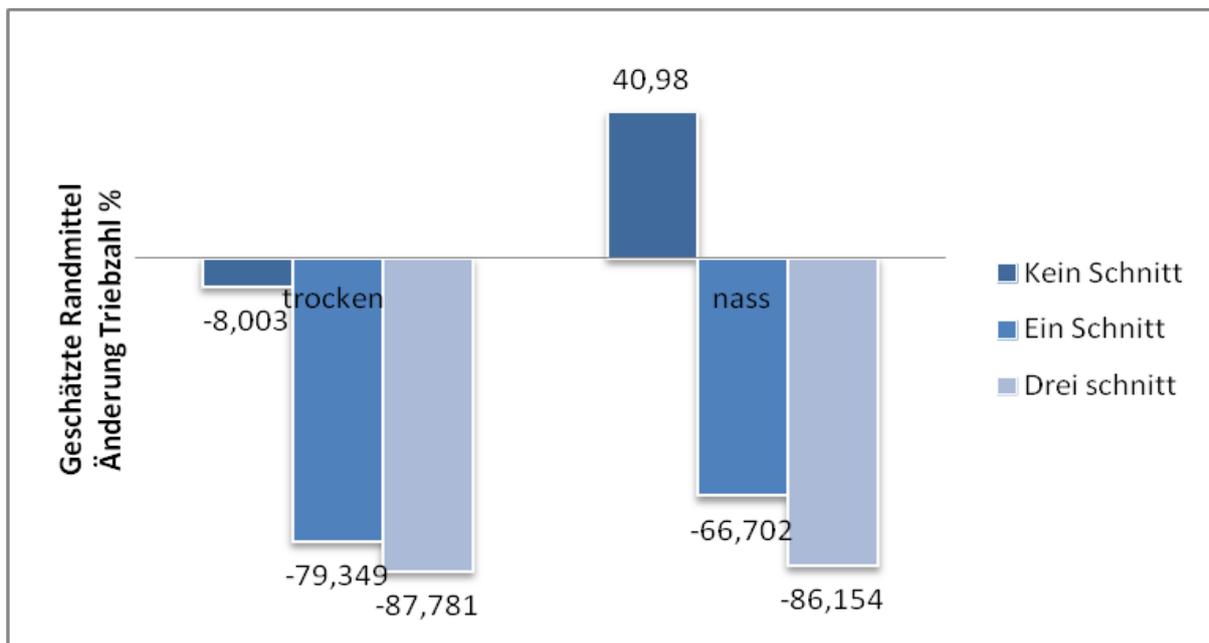


Abbildung 22: Schnittbedingte Änderung der Triebzahl von *Juncus effusus* bei unterschiedlichem Wasserangebot (Wechselwirkung Schnitffrequenz x Wasserversorgung).

Eine signifikante Wechselwirkung ist zwischen den Faktoren Wasserregime und Unterschneidungstiefe bei vorliegendem Wiederholungsumfang statistisch nicht nachzuweisen ($P = 0,092$). Dennoch ist die Wirkung der Unterschneidungsmaßnahmen bei mehr Wasserstress deutlich größer. Das gilt besonders für die Unterschneidung in 2 cm Tiefe, die mit 67% eine fast doppelt so große Triebzahlreduzierung bewirkte, als unter feuchten Bedingungen (Abb.23).

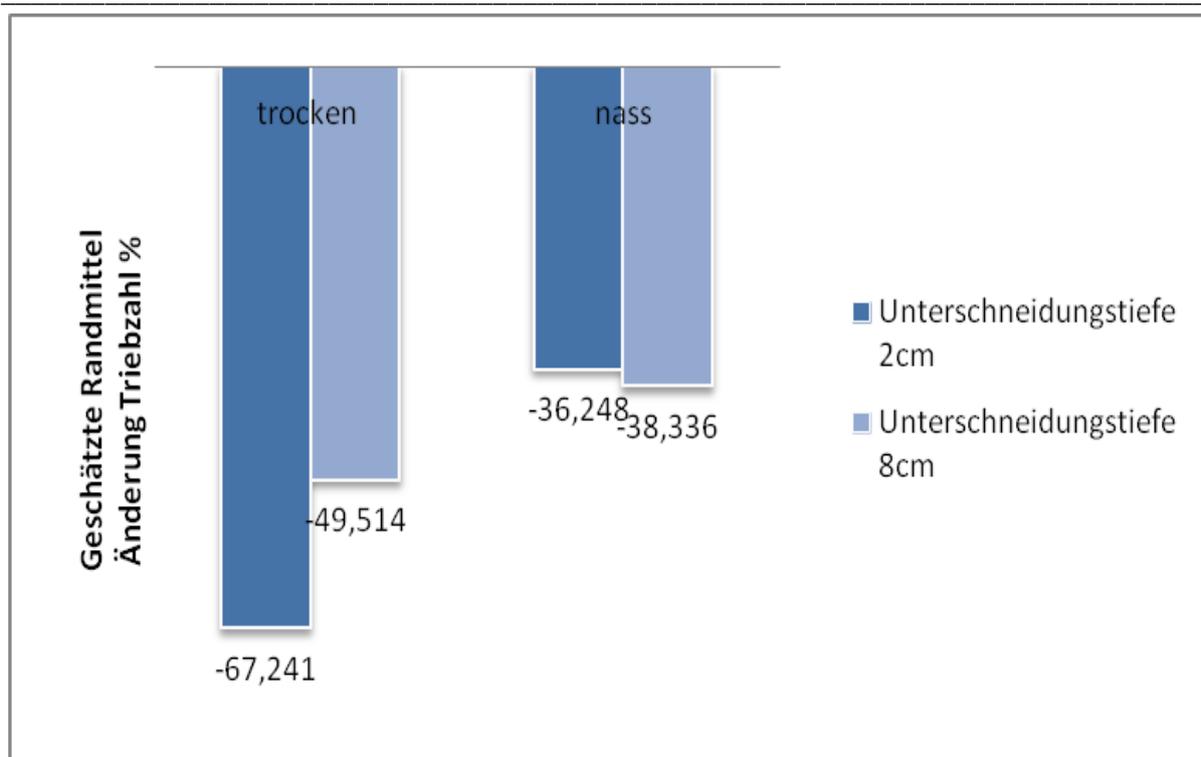


Abbildung 23: Änderung der Triebzahl von *Juncus effusus* bei unterschiedlicher Unterschneidungstiefe in Abhängigkeit vom Wasserangebot (Wechselwirkung Unterschneidungstiefe x Wasserversorgung)

8.4 Schlussfolgerungen für die Regulierung der Flatterbinse

Die Ergebnisse aller Untersuchungen zur Binsenregulierung lassen die Schlussfolgerung zu, dass sich die Durchführung einer Unterschneidungsmaßnahme in Kombination mit einer Mahd besonders während trockener Phasen, z.B. im Hochsommer, anbietet. Dabei empfiehlt sich insbesondere eine möglichst flache Unterschneidung. Bei andauernd nassen Bodenverhältnissen hingegen ist durch Kombination der Unterschneidung mit mehreren Schnittmaßnahmen eine deutlich stärkere Schädigung der Flatterbinsen zu erreichen. In derartigen Situationen ist die Tiefe der Unterschneidung nicht ausschlaggebend. Eine Unterschneidung ohne Mahd hingegen ist als relativ unwirksam zu bezeichnen, ebenso ein einmaliger Schnitt pro Jahr.

Die dreimalige Mahd ist offensichtlich insbesondere zur Schwächung sehr dominanter Binsenbestände geeigneter als eine zweimalige Nutzung. Die Wirkung der Unterschneidung war in Kombination mit zwei Schnittmaßnahmen größer als mit

einer und entsprach dann unter den gegebenen Bedingungen etwa der Wirksamkeit der dreimaligen Mahd.

Alle jährlich wiederholten Maßnahmen zur Binsenregulierung zeigten nur im ersten Jahr gute Erfolge. Im zweiten Jahr kann daher auf die Wiederholung aufwendiger Maßnahmen verzichtet und beispielsweise nur ein Pflegeschnitt vorgenommen werden. Nach ein bis zwei Jahren sollte dann die jeweilige Maßnahme wiederholt werden.

Von besonderer Bedeutung für eine nachhaltige Regulierung der Flatterbinse nach einer primären Pflegemaßnahme ist die Einbeziehung von Weideverfahren derart, dass ein Verbiss der nachtreibenden Binsentriebe im physiologisch jungen Stadium erreicht wird (vgl. Kapitel 7).

9 Aspekte der energetischen Verwertung von binsenreichen Grünlandaufwüchsen

9.1 Einleitung und Zielstellung

Um Hochmoorgrünland als Vegetationsform und landschaftsökologisches Element auch zukünftig aufrecht zu erhalten, ist eine Nutzung der Biomasse zwingend erforderlich. Eine traditionelle, landwirtschaftlich motivierte Verwertung scheitert bei häufig anzutreffendem hohen Verbinsungsgrad an der mangelnden Futterakzeptanz und -qualität.

Daher sollte im Rahmen des Projektes die Möglichkeit untersucht werden, binsenhaltige Aufwüchse mittels Methanogenese (Biogas-Produktion) energetisch zu verwerten. Im verbreiteten Verfahren der Nassfermentation stoßen halmgutartige Co-Substrate jedoch an ihre Grenzen, was primär auf dem hohen Energieaufwand für ihre Zerkleinerung und dem verfahrenstechnischen Problem der Schwimmdeckenbildung beruht. Zu letzterer neigt *Juncus effusus* aufgrund seiner Anatomie (Aerenchyme u. Interzellularräume) besonders. Hinzu kommt, dass die Flatterbinse stark lignifizierte Zellwände besitzt, die bei der verfahrenstypisch kurzen Verweildauer wenig zur Methanbildung beitragen. Aus diesen Gründen befasst sich die nachfolgend vorgestellte Untersuchung ausnahmslos mit der Feststoffvergärung. Als diskontinuierliches Verfahren der Methanogenese hat sie zudem den Vorteil, dass binsenreiche Grünlandaufwüchse unterschiedlicher Mengen und räumlicher Dichten im Landschaftskontext verwertet werden können.

Die Verwendung von binsenreichen Grünlandaufwüchsen als Substrat in der Feststoffvergärung bietet gegenüber dem Grünschnitt grasdominierter Aufwüchse ungeachtet des geringeren Energiegehaltes theoretisch sogar einige Vorzüge. So wäre es denkbar, dass die große innere Oberfläche des Stengelmarkes die Besiedelung mit Mikroorganismen unterstützt. Die vergleichsweise hohe Stabilität des röhrigen Sprossaufbaus der Binse könnte einem zu starken Verdichten des Substratstocks entgegen wirken, was sowohl der Infiltration des Perkolats als auch der Gaszügigkeit entgegen käme. Entstandenes Biogas könnte dann besser entweichen und dadurch die Prozessstabilität erhöhen.

Bis dato liegen allerdings noch keinerlei experimentellen Befunde für die Fermentationseignung von *Juncus* spp. vor. Ob binsenreiche Aufwüchse generell für das Verfahren der Feststofffermentation geeignet sind (1), welche Gasausbeuten zu erzielen sind (2) und ob die skizzierten theoretischen Vorzüge sich im Vergleich mit grasdominierten Extensivaufwüchsen auch dokumentieren lassen (3), ist daher erstmals Gegenstand der vorliegenden Untersuchung (RÖHRDANZ 2009, HUSEMANN 2010).

9.2 Material und Methoden

Die Wahl der Standorte für die Substratgewinnung fiel auf ein Hochmoorgrünland nahe Papenburg (Niedersachsen) im Landkreis Emsland und auf einen Anmoorstandort bei Prerow auf der Halbinsel Darß (Mecklenburg-Vorpommern) (Tab.10). Geerntet wurden reine Binsen sowie deren Begleitvegetation.

Tabelle 10: Herkünfte der Substrate und Flächenbewirtschaftung.

Herkunft	Variante	Jährliche Bewirtschaftungsform
Emsland	1	1 x Düngung (Gülle) , Beweidung (Esel und Schafe)
Emsland	2	2 x Mähen , 1 x Düngung (Gülle)
Darß	A, B, C	2 x Mähen

Die Ernte fand im Oktober bzw. Anfang November 2007 mittels handelsüblicher Gartengeräte statt. Das geborgene Substrat ist anschließend auf eine Schnittlänge von 4-8 cm zerkleinert worden. Diese Schnittlänge wurde gewählt, um einen Kompromiss zwischen einer großen effektiven Oberfläche und der stabilisierenden Strukturwirkung des Binsenanteils zu realisieren. Die Proben vom Darß wurden einsiliert, das Substrat aus dem Emsland hingegen angewelkt und anschließend luftdicht gelagert. Die Probenbezeichnung, deren Substratzusammensetzung und ihr Erntetermin sind in Tab.11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Zusammensetzung der Prüfsubstrate.

Zusammensetzung des Substrats in Masse %					Erntedatum
Herkunft	Variante	% Gras	% Kräuter	% Binse	
Emsland	1	1	1	98	Nov. 07
Emsland	2	40	10	50	Nov. 07
Darß	A	100	0	0	Okt. 07
Darß	B	50	0	50	Okt. 07
Darß	C	0	0	100	Okt. 07

Die Versuche fanden in dem Biogaslabor der S.I.G. – DR.-ING. Steffen GmbH in Lühburg statt. In dieser Versuchsanlage wurden bereits mehrere wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt. Sie besteht aus einem Metallcontainer, in dem zwei Einheiten beheizter und isolierter Boxen installiert sind, jede mit einem eigenen Messplatz zur quantitativen Erfassung der erzeugten Biogasmenge. In diese Boxen sind 10 Fermenter mit einem Volumen von je 120 Liter verbaut, in denen die Substrate vergärt wurden (Abb.23). Jeder Fermenter verfügt über einen separaten Perkolatzulauf.

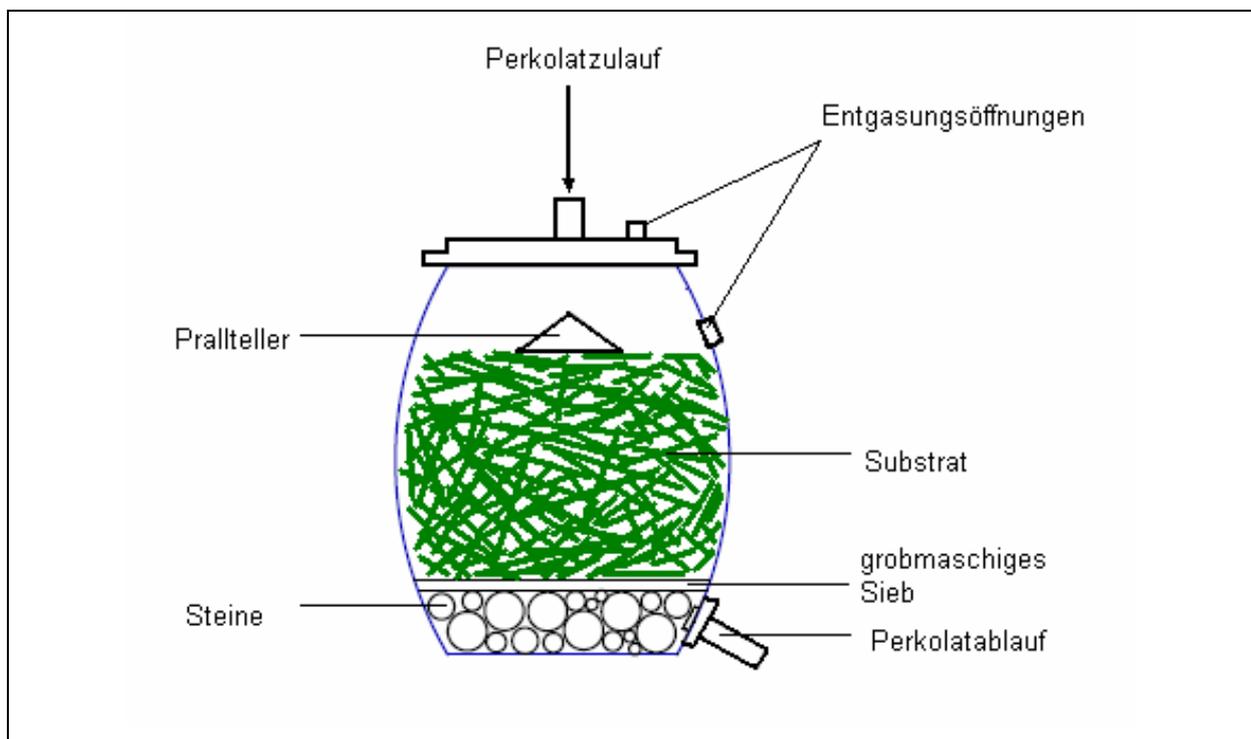


Abbildung 23: Schematische Darstellung eines Fermenters.

Jede Probe wurde in zwei Varianten mit unterschiedlicher Dichte beschickt, um Rückschlüsse ziehen zu können, ob der Binsenanteil die Schadverdichtungen verhindern kann (Tab.12). Anschließend sind die Fermenter luftdicht verschlossen und in den jeweiligen Einheiten installiert worden. Die Animpfung des Materials erfolgte durch das vorhandene Perkolat. Nach Ablauf der geplanten Verweildauer von 60 Tagen wurden die Gärreste gewogen sowie eine Messung des Volumenverlustes durchgeführt.

Tabelle 12: Eingelagerte Varianten und deren Substratdichten.

		Substrateinbau			Substratausbau		
Herkunft	Variante	Einwaage	Volumen	Dichte	Rückwaage	Volumen	Dichte
		FM* in g	in l	in g/l	in g	in l	in g/l
Emsland	1 a	5173	85	61	10767	70	154
Emsland	1 b	7977	85	94	14799	85	174
Emsland	2 a	7192	80	90	9833	61	161
Emsland	2 b	12748	95	134	15228	71	214
Darß	A 1	11841	85	139	11447	62	185
Darß	A 2	21897	80	274	16621	60	277
Darß	B 1	7836	85	92	11630	72	162
Darß	B 2	11024	85	130	15356	72	213
Darß	C 1	11006	95	116	11502	75	153
Darß	C 2	6070	85	71	13607	85	160

Es erfolgte eine kontinuierliche Messung der Gasmenge (je 3 Trommelgaszähler Typ TG 05/5 der Firma Ritter und ein Milligascounter der Firma Ritter Typ MGC-10) sowie dreimal täglich eine Messung der Gasqualität (Gasanalysegerät der Firma Bernt GmbH, Typ DGA 3; Abb.24). Um die produzierten Gasmengen vergleichbar zu machen, wurden diese nach DIN (4630) auf Normgasliter (IN bzw. N(l)) transformiert.



Abbildung 24: Milligascounter, Trommelgaszähler und Gasanalysegerät am Messplatz.

9.3 Ergebnisse

Die abschließende Zusammenstellung der spezifischen Gaserträge ist der Abb.25 zu entnehmen. Dabei sind den eigenen Daten Werte eines vorangegangenen Prüfzyklus aus dem Jahr 2004 in der gleichen Versuchsanlage gegenübergestellt worden, welche Substrate deutlich höherer Energiedichten beinhalteten und zudem stärker perkoliert wurden.

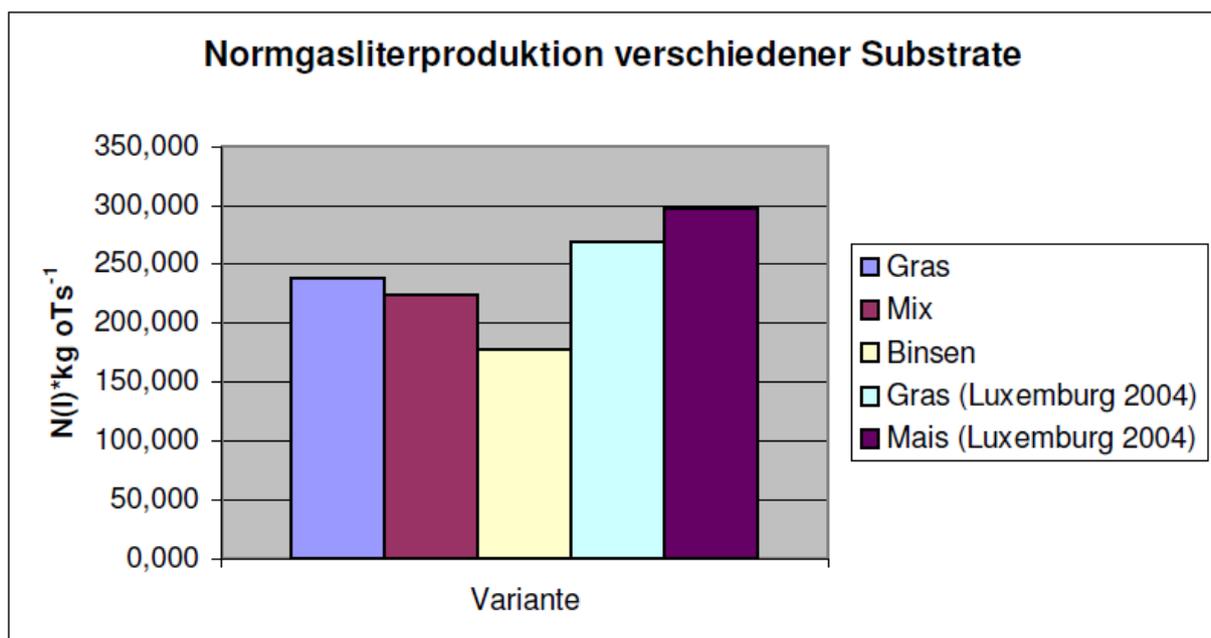


Abbildung 25: Spezifische Biogaserträge der geprüften Substrate im Vergleich zu Intensivgras und zu Mais.

Einer großen Bedeutung wurde den Medianen der eigenen Prüfvarianten beigemessen. Diese zeigen, dass der Unterschied der realisierten Gaserträge zwischen den Varianten Mix und Gras kleiner war als vermutet. Die niedrigsten Streuungswerte der Variante Mix liegen deutlich über dem Median der Binsen (Abb.26). Anhand dieses Sachverhalts lässt sich ersehen, dass die Kombination zwischen energiereichen Grasschnitten und strukturgebenden Binsenanteilen mehr Gasertrag zu liefern vermag als das arithmetische Mittel der einzelnen Varianten.

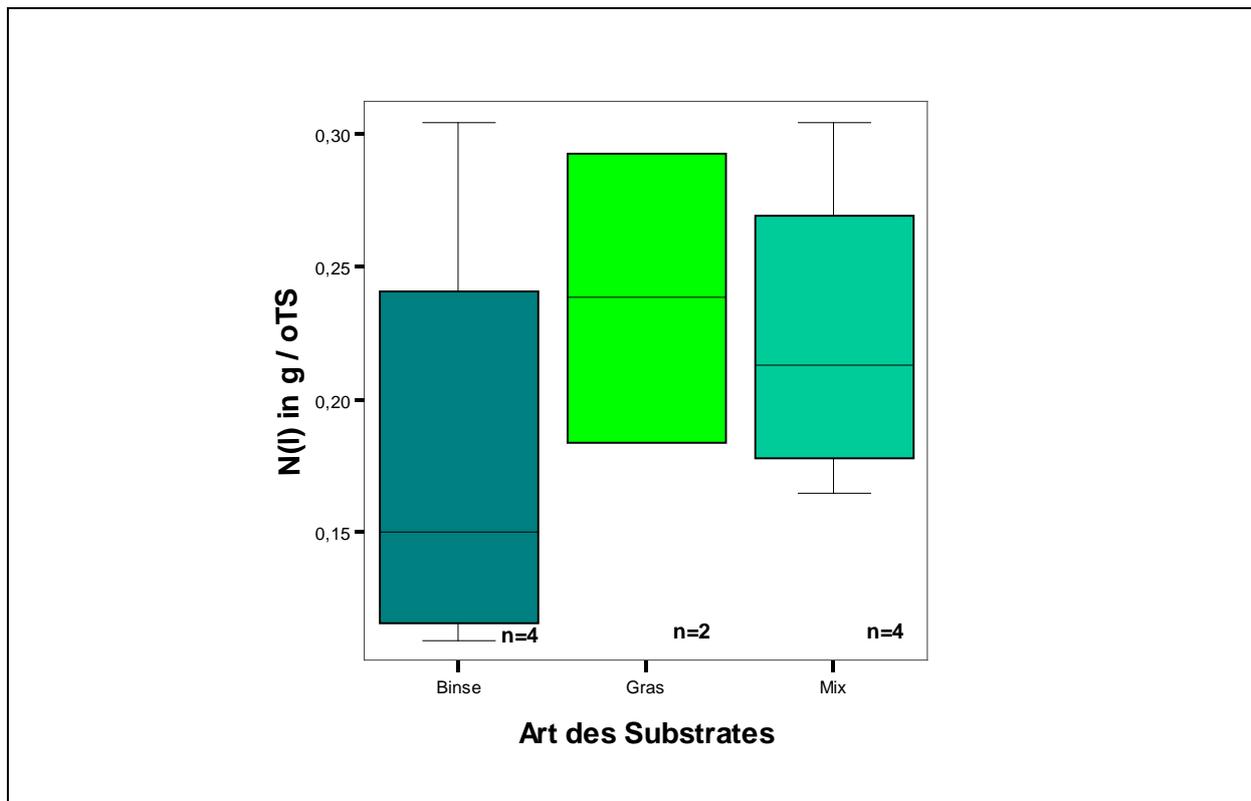


Abbildung 26: Vergleich der spezifischen Biogaserträge reiner Binsen mit denen der Begleitvegetation sowie deren Gemengen.

Eine detaillierte Analyse der Gaserträge zeigte bei der Variante Mix einen wichtigen Zusammenhang auf. Aus Abb.27 wird ersichtlich, dass bei dieser Variante mit steigender Lagerungsdichte linear steigende Gasausbeuten realisiert werden konnten. Dies ist bei gestapelter Biomasse in Trockenfermentern ungewöhnlich und ließ sich bei keiner anderen Variante nachweisen. Dieser signifikante Zusammenhang verdeutlicht das Potential der Variante Mix und damit der Sinnfälligkeit der Verwendung binsenhaltiger Aufwüchse für diese Art der Biomethanisierung.

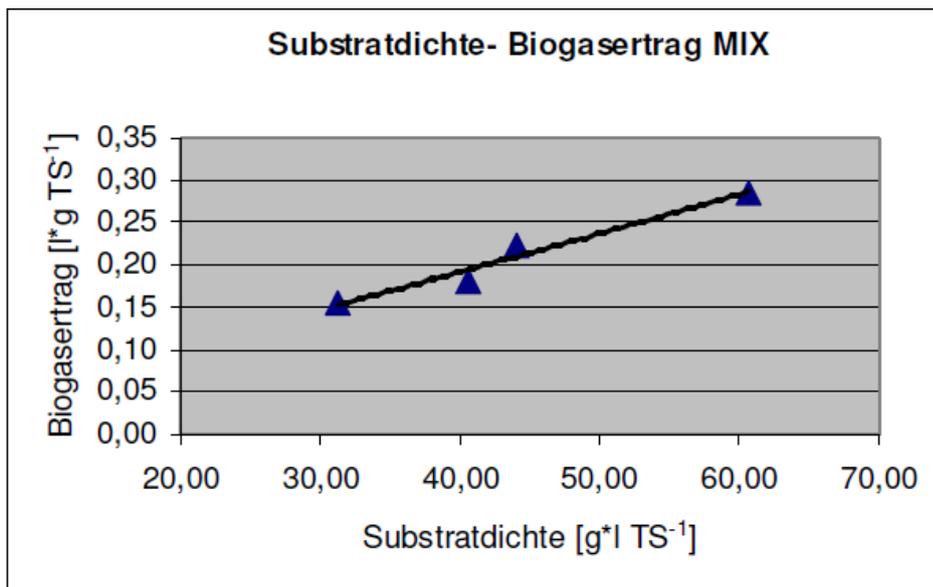


Abbildung 27: Zusammenhang zwischen Lagerungsdichte und Biogasertrag der Variante Mix.

Ungeachtet der geringen Energiedichte besitzt nicht nur die Steuerung des Binsenanteils im Substrat, sondern auch die Modifikation des Binsenmaterials selbst Optimierungspotential. Die physiologisch jüngeren Binsen der Versuchsfläche Darß ergaben eine ca. 25% höhere Gasproduktion als die Altbinsen-Bestände (Abb.28).

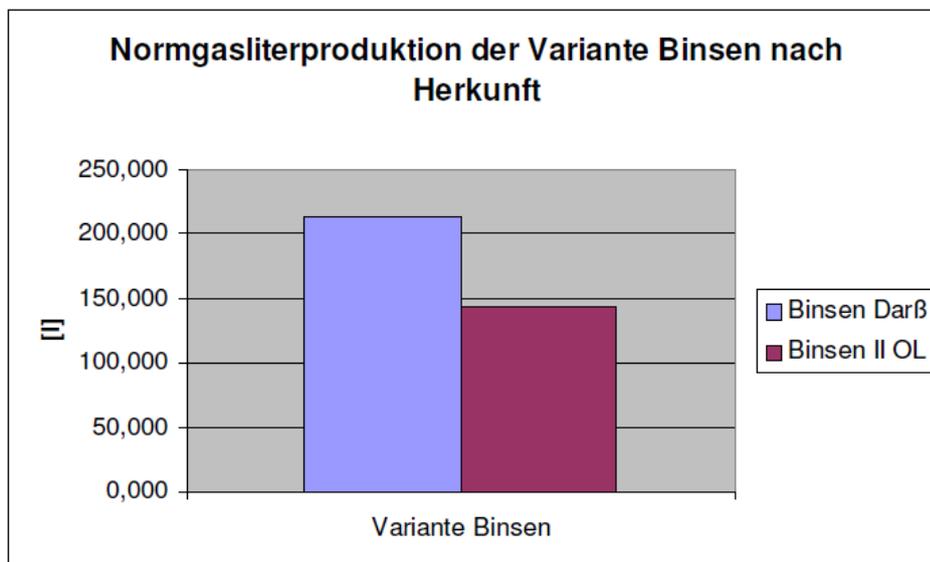


Abbildung 28: Vergleich der Gasbildung von *Juncus effusus* in Abhängigkeit von der physiologischen Beschaffenheit des Materials (Darß: junger Wiederaustrieb; OL II: Altbinsen-Bestände).

9.4 Fazit und Schlussfolgerungen

In dieser Untersuchung ist zum ersten Mal die Gäreignung von *Juncus effusus* in der Trockenfermentation überprüft worden. Sie hat somit Pioniercharakter.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die energetische Verwertung binsenreicher Grünlandaufwüchse mit diesem Verfahren möglich ist und vielversprechende Ansätze für deren Weiterentwicklung bietet.

Die Hypothese, dass ein Mix der energiereicheren Begleitvegetation mit der faserreichen und energiearmen Binse höhere Methanerträge liefert als das arithmetische Mittel der Einzelsubstrate, konnte tendenziell bestätigt werden. Als Erklärung dafür dienen die besseren physikalischen Eigenschaften binsenhaltiger Substrate in der Feststofffermentation. Diese Vorteile kommen insbesondere bei Garagenfermentern, die im Schüttverfahren betrieben werden, zum Tragen.

Die ermittelten Daten sind ausreichend um die Hypothese zu beantworten, nicht jedoch, um daraus konkrete Planungen für Praxis-Anlagen abzuleiten. Hierzu bedürfte es weiterer Untersuchungen mit modifizierten Verfahrensgestaltungen.

10 Ökonomische Betrachtungen

10.1 Einführung

Es ist ein gesamtgesellschaftliches Anliegen, naturschutzfachlich wertvolle Offenland-Lebensräume wie die Hochmoor-Grünlandgebiete so zu bewirtschaften, dass deren nachhaltige Sicherung im Landschaftskontext möglichst ohne öffentliche Mittel gelingt. Letztere können dann gezielt für die Aufwertung oder Restitution degradierter Standorte verwandt werden, was auch befristete und keine dauerhaften und damit haushaltsrechtlich bedenklichen Aufwendungen wären.

Diesem verständlichen makroökonomischen Ansinnen steht die ebenso nachvollziehbare betriebsökonomische Betrachtungsebene der Flächennutzung gegenüber. Eigentümer bzw. Nutzer der Grünlandflächen setzen in aller Regel nur dann langfristig Kapital und Arbeit zur Aufrechterhaltung der Bewirtschaftung ein, solange sich dieses verzinsen bzw. eine zukünftige Verzinsung erwarten lässt (ökonomischer Nachhaltigkeitsaspekt).

Die besonderen Anforderungen des abiotischen und biotischen Ressourcenschutzes begrenzen die Möglichkeiten des Erlöses, indem sie die naturalen Ertragspotentiale einschränken (z.B. Düngungsrestriktionen, Pflegeverbote u.ä.). Extensive Flächennutzungssysteme sind deren zwangsläufige Konsequenz. Selbsttragend zu gestalten sind sie aber nur dann, wenn die Depression des Naturalertrages nicht größer ist als das Einsparpotential an Produktionskosten. Dies war für viele Verfahren der extensiven Grünlandnutzung in den 1980er und 1990er Jahren noch der Fall. Nunmehr ist jedoch zu konstatieren, dass sich die Preisrelationen stetig zu Ungunsten extensiver Verfahren entwickelt haben. Dies liegt zum einen an den Limitierungen der Verkaufspreise für Fleisch- und Milchprodukte (Hauptursache: Abbau der EU-Preisstützungen im Zuge der GATT-Verhandlungen), zum anderen an stetig steigenden Produktionskosten (Hauptkostentreiber: Energie, Flächennutzungskosten und flächenbezogene Abgaben). Seit den Luxemburger Beschlüssen 2005 kommt erschwerend hinzu, dass die tierbezogenen Prämien als Stütze extensiver Haltungssysteme abgebaut und in Betriebsprämienrechte umgewandelt wurden. Etliche Nutzer marginaler Grünlandstandorte, zu denen auch Hochmoore zählen, reagieren auf diese Konstellation mit einem Verzicht auf

Futterwerbung und nutzen die Option der Mindestpflege (einmal jährlich Aufwuchs zerkleinern und ganzflächig verteilen oder alle 2 Jahre Aufwuchs mähen und abfahren) als Voraussetzung dafür, die Flächenprämie in Anspruch zu nehmen.

Für die betriebswirtschaftliche Bewertung von Einzelfällen der Hochmoorgrünland-Nutzung spielt darüber hinaus die Betriebsstruktur eine gewichtige Rolle, hängen von dieser doch gesamtbetriebliche Wertaspekte wie der Nachweischarakter nach DüVO (Düngungsverordnung) ab, die sich einer rein flächenbezogenen Betrachtung entziehen. Da im Rahmen dieses Projektes keine einzelbetriebliche Strukturanalyse möglich war, muss auf die Quantifizierung dieser Effekte verzichtet werden. Sie sollen aber bei der Dateninterpretation nicht unterschlagen werden.

10.2 Flächenbezogene Kosten-Nutzen-Betrachtungen

Die flächenbezogenen Kosten der Erzeugung von Grasprodukten für die Tierhaltung werden maßgeblich durch die anteiligen Verfahrenskosten und hier insbesondere durch die Maschinenkosten im Zuge der Nutzungen bestimmt. Daher haben extensive Verfahren der Schnittnutzung zunächst auch einen Kostenvorteil gegenüber intensiven Verfahren aufzuweisen (Abb.29).

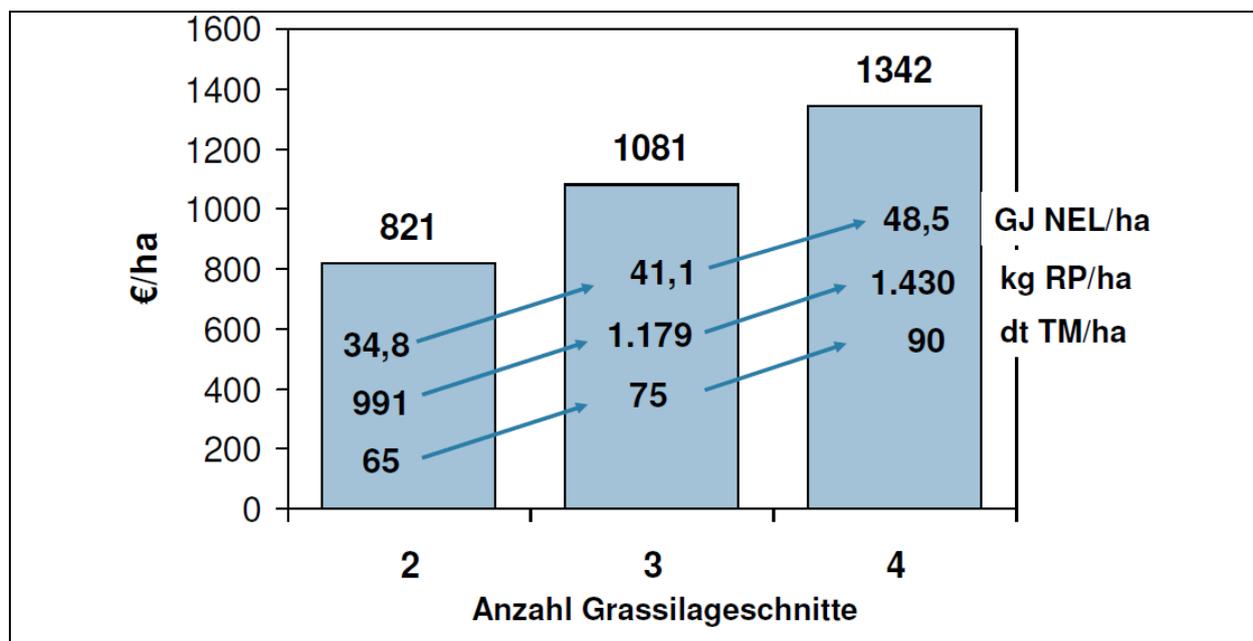


Abbildung 29: Flächenbezogene Kosten der Grassilageerzeugung (Quelle: Harms 2008); NEL = Netto-Energie-Lactation; RP = Rohprotein; TM = Trockenmasse.

Nun führt eine Verringerung der Nutzungsintensität – bedingt durch einen höheren Lignifizierungsgrad – auch zu geringeren Energiegehalten (hier: 5,35 MJ NEL pro kg TM). Dennoch kann die Energie-Einheit einer Grassilage bei extensiver Bewirtschaftung kostengünstiger erzeugt werden als bei intensiver (Abb.30).

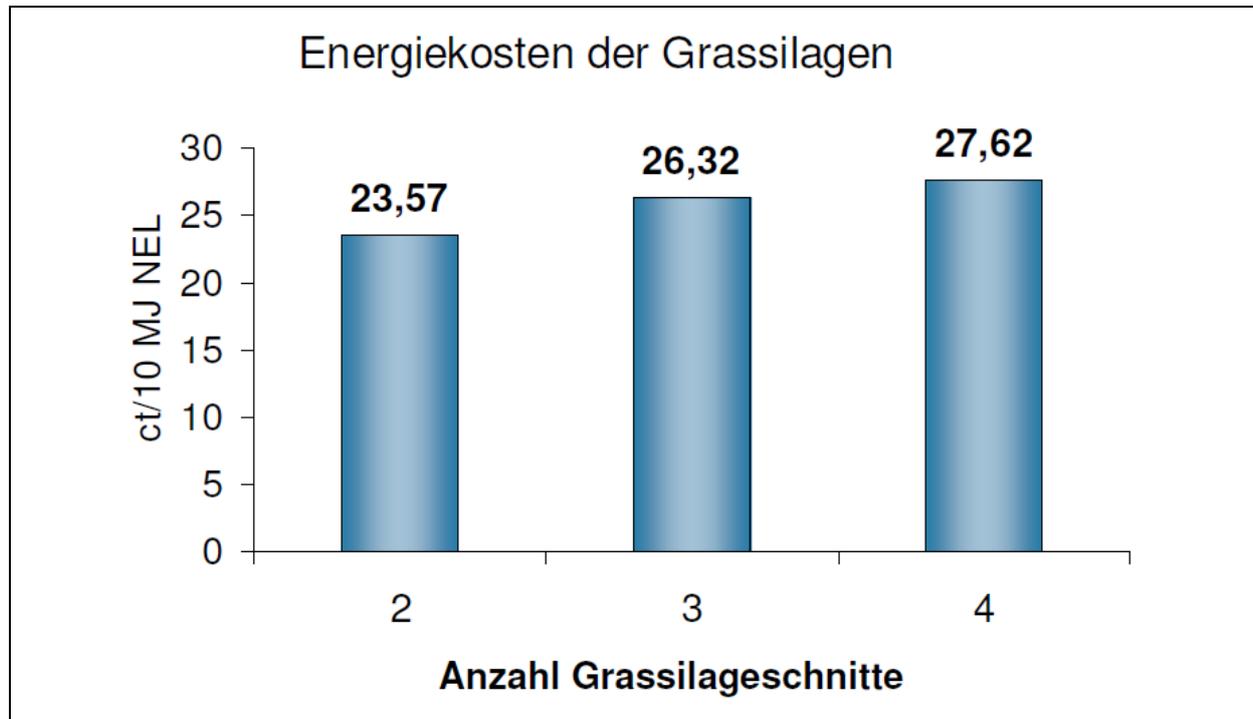


Abbildung 30: Energiekosten der Grassilage (Quelle: HARMS 2008).

Dass sich aus diesem Fakt dennoch keine Vorteile in der Verfahrensgestaltung ergeben, liegt allein in den hohen Anforderungen der Tierhaltung an Energie- und Proteingehalt der Grasprodukte begründet (mindestens 5,6 MJ NEL/ha bzw. 16% XP). Aus diesem Grunde bieten sich alternative Verfahren der Biomasseverwertung an, wie bspw. die Trockenfermentation zur Energiegewinnung, um den Kostenvorteil extensiver Systeme der Biomasse-Bergung (ca. 3-4 Ct je 10 MJ NEL) auch verfahrenstechnisch realisieren zu können. Besagter Kostenvorteil ginge wieder verloren, wenn die Dimensionierung der Biogasanlage zu durchschnittlichen Transportentfernungen von mehr als 25 km im Vergleich zur mittleren Transportentfernung eines landwirtschaftlichen Betriebes (Annahme: 5 km) führen würde.

10.3 Aspekte der Verfahrensrentabilität

Der **Verkauf von Heu** ist eine weitere Möglichkeit der Nutzung von Hochmoorgrünland, wenn keine Rauhfutter verzehrenden Tiere mehr gehalten werden bzw. kein Bedarf an Winterfutter besteht. Hauptabnehmer sind mehrheitlich Pferdehalter. Dementsprechend hoch sind daher allerdings auch die Anforderungen an die Qualität des Heus: es muss sauber und trocken eingefahren worden sein und darf keinen hohen Besatz an unerwünschten Arten wie Ampfer oder Disteln aufweisen. Während geringer Binsenbesatz in aller Regel toleriert bzw. nicht detektiert wird, scheiden von Binsen dominierte Grünlandflächen (je nach Tierart und -rasse: > 20-30% Deckungsgrad *Juncus effusus*) für diese Verwertungsrichtung komplett aus. Da das Angebot an Heu in den letzten Jahren gestiegen und die Anzahl an Pferden leicht rückläufig ist, kann die nachfragende Seite die Einhaltung dieser Bedingungen kompromisslos einfordern. Es stehen genügend Alternativen zur Verfügung. Nachfolgende Beispielskalkulation stützt sich auf Daten aus langjährigen Erhebungen zu Naturalerträgen niedersächsischer Hochmoorstandorte (Tab.13).

Tabelle 13: Rechnung zu den Deckungsbeiträgen für Heuverkauf (1. Schnitt; Euro pro ha).

	ohne Naturschutz- Auflagen	mit Naturschutz- Auflagen
Naturalleistung 1. Schnitt		
GJ/ha	21,70	9,90
dt/ha	35,00	18,50
Preis in Euro je dt Heu	9,00	9,00
Marktleistung	315,00	166,50
A: allg. var. Kosten ohne Flächenpachtansatz	222,42	134,18
Deckungsbeitrag A (ohne Flächenpachtansatz)	92,58	32,32
B: allg. var. Kosten inkl. Flächenpachtansatz	422,42	134,18
Deckungsbeitrag B (inkl. Flächenpachtansatz)	-107,42	32,32
Akh-Bedarf	7,30	6,30
Entlohnung der Arbeitskraft (€/Akh)	-14,71	5,13

Auf den Eigentumsflächen der Landwirte werden beim Heuverkauf also unter dem gegebenen Pachtniveau deutlich negative Deckungsbeiträge erwirtschaftet. Eine Entlohnung von 5,13 Euro je Arbeitskraftstunde kann selbst auf pachtfreien Naturschutzflächen ohne starke Verbinsung nicht als nachhaltig angesehen werden. Um eine ausreichende Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten, müsste die Marktleistung erhöht werden. Nur Heupreise von mehr als 10 €/dt und die Gestattung einer Erhaltungs-Grunddüngung könnten hier weiterhelfen. Ein zusätzliches Problem auf den Flächen mit Naturschutzauflagen sind die erschwerten Bedingungen der Grünlandpflege, so dass die Einhaltung der oben genannten Voraussetzungen für einen Heuverkauf zunehmend schwieriger wird. Eine Übersicht über die zusätzlichen Verfahrenskosten zur Binsenreduzierung, basierend auf den geprüften Varianten, bietet Tab.14.

Tabelle 14: Anteilige Verfahrenskosten der Binsenreduzierung.

Maßnahme	Verfahrenskosten pro ha	Pflegefrequenz	Anteilige Kosten Binsenreduzierung pro Jahr u. ha
Mulchen	59,26 €	jährlich	59,26 €
2 Schnitte	77,20 €	alle 3 Jahre	25,73 €
		alle 5 Jahre	15,44 €
3 Schnitte	115,80 €	alle 3 Jahre	38,60 €
		alle 5 Jahre	23,16 €
1 Schnitt + Unterschneidung *	148,60 €	alle 3 Jahre	49,53 €
		alle 5 Jahre	29,72 €

*) vorläufige Kalkulation, weitere Erfahrungen und Kostenaufzeichnungen für solide Beurteilung nötig

Der Einsatz von binsenhaltigen Aufwüchsen für die **Biogas-Gewinnung** in herkömmlichen Nassfermentationsanlagen wäre aufgrund der spezifischen Substrateigenschaften (Einzelheiten siehe Kap. 9.1) wenig sinnvoll und soll daher hier keine weitere Beachtung finden.

Mit dem Projekt wurden aber Grundlagen für die ökonomische Bewertung des Substrateinsatzes in Verfahren der Feststoff-Fermentation geschaffen. So konnten den binsenhaltigen Aufwüchsen Biogaserträge von ca. 230 NI je kg oTS zugeordnet werden. Bei weiterer Verfahrensoptimierung (z.B. TNS-Verfahren, verbesserte Animpfphase, Perkulationsoptimierung) halten wir Gaserträge von weit mehr als 250 NI

je kg oTS für realistisch. Ebenso erscheint die Erhöhung der Methangehalte auf 52% (gemessen: ~ 43%) gut möglich.

Daraus ergibt sich bei einem Bruttoertragsniveau von 65 dt TM/ha nach Abzug von Verlusten für Bergung und Silierung ein Nettoertrag eines zweischürigen, binsenreichen Grünlandbestandes von ca. 58 dt TM/ha. Unter Berücksichtigung des Ascheanteils könnten demnach ca. 676 m³ CH₄ je ha Hochmoorgrünland erzeugt werden, was etwa 6.760 kWh und damit einspeisevergüteten 357 €/ha (Wirkungsgrad 0,33; 16 ct/kWh) entspräche. Abzüglich der Gestehungskosten von 820 €/ha für die Grassilage verbliebe keine Erlösspanne mehr, um die anteiligen Kosten der Feststoff-Fermentation (60 d per anno) zu bedienen. Bei entsprechender Organisation und Logistik könnten die Substrat-Gestehungskosten durch Direktanlieferung zur Fermenterbeschickung weiter reduziert werden. Unabhängig von der Bauart und Dimensionierung der Anlage können hierzu allerdings keine fundierten Angaben gemacht werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass ein positiver Deckungsbeitrag für prämiertenbedientes, gemulchtes und ungenutztes Hochmoorgrünland derzeit eine starke Konkurrenzalternative darstellt.

10.4 Zusammenfassung und Ausblick

Die traditionelle Verwertung der Aufwüchse von Hochmoor-Grünlandflächen via Wiederkäuer als Schlüssel einer nachhaltigen Standortsicherung gestaltet sich zunehmend schwieriger.

Rein stofflich betrachtet stellt die Konversion der Biomasse in Methan und letztlich in Energie eine erstrebenswerte Alternative dar, die unter den derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen jedoch bei ausschließlicherem Rückgriff auf binsenreiche Aufwüchse von Hochmoorgrünland ökonomisch nicht selbsttragend zu gestalten ist. Daran ändert auch der Landschaftspflegebonus des EEG wenig. Bei weiterer Verfahrensentwicklung der Feststoff-Fermentation und einer gleichzeitigen Unterstützung Naturschutz-orientierter Bewirtschaftungspraktiken im Zuge der EU-Agrarpolitik nach 2013 könnte sich diese Situation jedoch grundlegend ändern.

Ein wirtschaftlicher Einsatz von ohnehin anfallendem Landschaftspflegematerial (keine volle Anrechnung der Gestehungskosten) ist bereits heute möglich und sinnvoll.

11 Optionen für die zukünftige Nutzung von Hochmoorgrünland in NW-Deutschland

Im Verlaufe des Hochmoorgrünland-Projekts und seiner jährlichen Tagungen wurde nicht nur die Bewirtschaftung der Projektflächen vorgestellt und diskutiert, sondern auch grundsätzlich die Frage aufgeworfen, welche Zukunft diese besondere Art des Grünlandes hat und in welcher Weise es zukünftig aus landwirtschaftlicher Sicht optimal bewirtschaftet und aus naturschutzfachlicher Sicht langfristig gepflegt und damit offen gehalten werden könnte. Die folgenden Ausführungen sollen einen Überblick über diese Diskussion geben, ohne dass eine einzige Lösung favorisiert werden könnte. Die ReferentInnen, Diskussions- und sonstigen TeilnehmerInnen der Fachtagungen waren sich einig, dass es für die Vielfalt der Hochmoorgrünländer mit ihrer jeweils spezifischen Geschichte und ihrer jeweils spezifischen Wertigkeit keine allgemein gültige Lösung für die zukünftige Nutzung geben kann: **jede Fläche muss als Einzelfall untersucht und bewertet und hinsichtlich ihres zukünftigen Entwicklungspotentials individuell beurteilt werden.**

Als Voraussetzung einer angestrebten nachhaltigen Bewirtschaftung und Pflege gilt: nur solche Lösungen sind langfristig (über Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte) tragbar, die ökologische und ökonomische (ggf. auch soziale) Aspekte in sinnvoller Weise miteinander verbinden, so (u.a.) Fragen der ökonomischen Rentabilität landwirtschaftlicher Nutzung, des Arten- und Biotopschutzes, der Erhaltung oder gar Regeneration noch bestehender Torfhorizonte, der historischen Kontinuität von Lebensräumen und Landschaften, der möglichen energetischen Nutzung des Aufwuchses oder der Emission klimarelevanter Gase.

Um eine individuelle Fläche Hochmoorgrünland bewerten und hinsichtlich ihrer zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten einschätzen zu können, werden Kriterien benötigt, welche die verschiedenen Parameter der Nachhaltigkeit hinreichend berücksichtigen. Als wesentlich können hier genannt werden:

- Lagerungsdichte und Typus des anstehenden Torfs (Weiß- oder Schwarztorf)
- Torfmächtigkeit, v.a. Mächtigkeit der Weißtorf-Auflage
- Bodenreaktion, Basen- und Nährstoffgehalte (bes. N, P, K, Ca)

- Floristischer u. vegetationskundlicher Wert: Artenvielfalt, seltene Pflanzenarten, Anzahl und Anteil stenotoper und eurytoper Grünlandarten, seltene Vegetations- und Biotoptypen
- Zoologischer Wert, z.B. Vögel, Tagfalter, Regenwürmer betreffend
- Emission klimarelevanter Gase: Methan, Kohlendioxid, Stickoxide
- Struktur der regionalen Landwirtschaft: mit intensiv und/oder extensiv bewirtschaftenden Betrieben oder großteils durch Landschaftspflege geprägt
- Struktur der lokalen und regionalen Energiewirtschaft: Biogas, Verbrennung, ggf. hydrothermale Karbonisierung der Aufwüchse (HTC)
- Struktur der umgebenden Landschaft: Nähe zu landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen, Siedlungen, Straßen, naturnahen Lebensräumen (wachsendes Hochmoor, Niedermoor, Extensivgrünland etc.), Wäldern u.a.
- Einbindung in historische Kulturlandschaft, die durch eine bäuerliche Nutzung von Nieder- und Hochmooren geprägt ist
- Besitzverhältnisse: privates, kommunales oder staatliches Eigentum; große oder kleine Parzellen

In der Praxis ergeben sich einige Möglichkeiten zukünftiger landwirtschaftlicher, naturschutzfachlicher oder energetischer Nutzung (oder Nicht-Nutzung als Sukzessionsfläche), die im Folgenden mit ihren Vor- und Nachteilen v.a. in ökologischer Hinsicht behandelt werden sollen.

(1) Eine **intensive landwirtschaftliche Nutzung**, wie sie in weiten Teilen des Weser-Ems-Raumes abseits von Naturschutz- und FFH-Gebieten vorherrscht, setzt eine regelmäßige Befahrbarkeit zumindest im Sommerhalbjahr und damit starke Entwässerung voraus. Intensive Entwässerung aber bringt eine starke Torfsackung und -zehrung und eine hohe Mineralisationsrate v.a. im Hoch- und Spätsommer mit sich, die wiederum eine ggf. explosionsartige Freisetzung limitierender Nährstoffe wie N- und P-Verbindungen aus der Biomasse heraus und die Emission großer Mengen klimarelevanter Gase zur Folge hat. Die ökologischen Schäden einer solchen Bewirtschaftung sind enorm und teilweise irreversibel, der ökonomische und technische Aufwand der Entwässerung und regelmäßigen Düngung sehr hoch, so

dass eine solche Intensivnutzung volkswirtschaftlich und teilweise auch betriebswirtschaftlich als nicht mehr rentabel angesehen werden kann.

In einer intensiven landwirtschaftlichen **Grünlandnutzung** sind – je nach Witterungsverlauf, Bodenfeuchte und Nährstoffvorräten – 2-4 Schnitte oder Weidegänge möglich. Eine gelegentliche Kalkung alle 10-20 Jahre wirkt langfristig im Gegensatz zur PK-Düngung, die – je nach eingesetzter Menge – alle 1-3 Jahre wiederholt werden muss, da sowohl Kalium als auch Phosphat am Torf kaum gebunden und daher schnell ausgewaschen werden (vgl. Kapitel 5). Wie die Projektergebnisse zeigen, ermöglicht eine einmalige Gülle-Düngung pro Jahr in der Regel deutlich geringere Abundanzen von Problemarten wie Flatterbinse (oder Rasenschmiele), als es bei extensiver Nutzung mit oder ohne PK-Düngung der Fall ist. Allerdings bewirkt nach bisherigen Kenntnissen Gülle eine stärkere Torfzehrung und höhere N-Verluste in Oberflächenwasser und Luft als eine vorsichtige PK-Düngung und ist daher ökologisch fragwürdiger.

Besonders kritisch ist die **Ackernutzung** von Hochmooren zu sehen, da Torfzehrung und Emission von CO₂ diejenigen einer intensiven Grünlandnutzung sogar noch übersteigen (siehe Vortrag Höper 2010 im Anhang). Sie sollte zukünftig nicht mehr realisiert werden, bestehende Ackerflächen sollten kurz- oder mittelfristig in Grünland umgewandelt werden.

(2) Eine **extensive landwirtschaftliche Grünlandnutzung** sieht pro Jahr einen 1- bis 2-maligen Schnitt oder Weidegang bei gelegentlicher Düngung mit Festmist oder Thomasmehl vor, wobei pH-Werte unter 4,0 zusätzlich eine gelegentliche Kalkung notwendig machen. Damit die Flächen zwischen Mai/Juni und September/Okttober befahrbar bleiben, ist eine mäßige Entwässerung unausweichlich, die selbstverständlich eine gewisse Torfzehrung und Emission von Treibhausgasen hervorrufen. Für Landwirte, die ein zweites ökonomisches Standbein in der Intensivlandwirtschaft oder in der Landschaftspflege haben, dürfte eine extensive Bewirtschaftung noch genügend rentabel sein, z.B. bei Schaf- oder Ponyhaltung; als alleinige Einnahmequelle ist extensive Nutzung von Hochmoorgrünland aber ohne deutliche Subventionen durch Landwirtschafts- oder Naturschutzprogramme kaum noch denkbar (vgl. Kapitel 10). Für den Arten- und Biotopschutz aber kann die extensive Nutzung eine sinnvolle Option sein, bspw. für Wiesenbrüter aufgrund der

späten Mahd ab Mitte Juni oder für den Schutz gefährdeter Pflanzenarten der Feuchtwiesen (*Silene flos-cuculi*, *Senecio aquaticus*, *Thalictrum flavum* u.a.; vgl. Kapitel 7).

(3) Eine **Pflegenutzung** sieht eine sehr extensive Nutzung vor: 1(-2) Schnitt(e) oder Weidegänge zwischen Mitte Juni und Mitte September bei seltener Düngung mit Festmist oder Phosphor-Kali (zur Verhinderung zu tiefer pH-Werte im Interesse des Schutzes von Wiesenbrütern und -pflanzen) und nur schwacher bis mäßiger Entwässerung (zur sicheren Befahrbarkeit im Hoch- oder Spätsommer). Negative ökologische Auswirkungen durch Torfzehrung und -sackung sowie Kohlendioxid-Emissionen sind auch hier gegeben, aber unvergleichlich geringer als bei extensiver und v.a. intensiver Grünlandnutzung. Allerdings tritt hier häufig Artenarmut von Grünlandpflanzen auf, da viele bzgl. Basen und/oder N und P anspruchsvolle Arten unterhalb pH 4,0-4,5 und zu geringen K- und/oder Ca-Gehalten ausfallen (vgl. Einleitung und Kapitel 7). Hinzu kommt eine große Wahrscheinlichkeit der Dominanz von Problemarten, die sich häufig als Wechselfeuchte- oder -nässezeiger, teilweise auch als Magerkeits- und Säurezeiger oder Weidezeiger darstellen (z.B. *Juncus effusus*, *Deschampsia cespitosa*, *Rumex crispus*, *Holcus lanatus*, *Phalaris arundinacea*). Die im Projekt erzielten Ergebnisse (Kapitel 7 und 8) zeigen deutlich, dass durch eine angepasste Pflege (oder Bewirtschaftung; s. Option 2) die Dominanz solcher Arten erniedrigt bzw. auf niedrigem Niveau gehalten werden kann. Ob dieses allerdings mit einer pro Jahr einmaligen Mahd oder Beweidung möglich ist, muss in vielen Fällen bezweifelt werden; bei höheren Dichten solcher Arten dürfte eine zusätzliche Herbst- oder Wintermulchung unausweichlich sein.

Diese Option sollte vor allem dann gewählt werden, wenn gewichtige Gründe der Offenhaltung von Landschaft für den Artenschutz (z.B. Wiesenbrüter, seltene Pflanzen- oder Arthropoden-Arten) und/oder die Erhaltung des Landschaftsbildes (einer historisch gewachsenen, von Mooren geprägten Kulturlandschaft), der ökologischen Funktion als Pufferfläche zwischen einem wachsenden Hochmoor und umgebenden Intensivflächen und/oder einer energetischen Nutzung des Aufwuchses in Feststoff-Fermentern oder ggf. HTC (Hydrothermale Carbonisierung)-Anlagen (vgl. RÖHRDANZ 2010 und Kapitel 9) gegeben sind, die gleichermaßen für eine extensive Grünlandnutzung (Option 2) sprechen.

(4) Die **Sukzession von Hochmoorgrünländern**, die eine niedrige Wertigkeit sowohl in naturschutzfachlicher als auch landwirtschaftlicher Sicht haben, ist eine wichtige Alternative für die zukünftige Behandlung dieses spezifischen Lebensraumes. Allerdings sollte vorher geprüft werden, ob die betreffenden Flächen nicht auch für eine langfristige Offenhaltung mit 1-2 Mulchgängen pro Jahr und anschließender energetischer Nutzung des Aufwuchses (Option 3) in Frage kommen. Für die Option der Sukzession sprechen u.a. ökologische Gründe: Bei ausreichender Vernässung des Torfkörpers sind das Wachstum des lebenden Torfkörpers und in den meisten Fällen die Entwicklung naturnaher Gehölz-, Röhricht-, Großseggen- oder – unter besonders günstigen Voraussetzungen – sogar typischer Hochmoor-Pflanzengemeinschaften zu erwarten; selbst wenn nur eine mittlere oder geringe Vernässung eines degradierten Torfkörpers möglich ist, können sich wertvolle Pflanzengemeinschaften mäßig feuchter, frischer oder mäßig trockener Standorte ansiedeln, bspw. Borstgrasrasen unterschiedlicher Feuchtestufen (mit *Nardus stricta*, *Carex* spp., *Arnica montana*, *Potentilla erecta*, u.a.), Kleinseggenrasen wechselfeuchter Niedermoore (mit *Carex ovalis*, *C. panicea*, *C. nigra* u.a.), die allerdings eine gelegentliche Maßnahme zur Offenhaltung erfordern (Beweidung, Entbuschung), oder artenreiche Gebüsch- oder Waldgesellschaften. Als positive Aspekte sind für solche Sukzessionsflächen eine (je nach Feuchtestufe des Oberbodens und angestrebtem Endzustand) mittlere bis günstige Klimabilanz, eine wesentliche Bedeutung als Puffer für angrenzende wertvolle Hochmoorflächen sowie eine z.T. hohe Bedeutung für Arten- und Biotopschutz zu nennen. Sofern es sich dabei um größere Flächen handelt, geht damit allerdings auch ein Stück gewachsener Moor-geprägter Kulturlandschaft verloren; aufgrund häufig starker Zersplitterung des Grundbesitzes dürfte diese Option vor allem dann zu realisieren sein, wenn es sich um öffentliche Flächen in Schutzgebieten handelt – hier ist in manchen Fällen eine aufwändige Offenhaltung durch Beweidung und/oder Mulchen naturschutzfachlich nicht mehr gerechtfertigt!

(5) Auf degenerierten, teilentwässerten Niedermoorböden ist eine **Anpflanzung von Energiepflanzen** wie Schwarzerle, Schilf oder Rohrglanzgras möglich (Paludikultur), die regelmäßig geerntet und für diverse Zwecke genutzt werden können (Material für Dämmung, Verbrennung, Verfütterung an Großvieh, u.a.). Ob diese Möglichkeit auch

auf degenerierten Hochmoorböden angewendet werden kann, muss nach aktuellem Kenntnisstand offen bleiben; limitierend könnte dabei der Mangel an bestimmten Nährionen sein, den diese minerotraphenten Arten für gute Zuwachsleistungen in nicht zu geringen Mengen benötigen. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass für Pflanzung und Ernte eine gewisse Befahrbarkeit gegeben werden muss; damit geht die Notwendigkeit einer zumindest schwachen Entwässerung und folglich einer gewissen Torfzehrung einher, die etwa in der Größenordnung einer Pflegenutzung (Option 3) liegen dürfte. Diese Option ist nur dann in Betracht zu ziehen, wenn die Flächen bereits sehr artenarm sind und daher für eine extensive Wiesennutzung im Interesse der Erhaltung und Förderung z.B. von Wiesenpflanzen und/oder -brütern nicht mehr in Frage kommen und wenn darüber hinaus eine Nachfrage nach Produkten der Paludikultur besteht. In jedem Fall besteht für diese Option auf Hochmoor-Standorten ein großer Forschungsbedarf in ökologischer wie ökonomischer Hinsicht.

Torf ist der wichtigste Substrat-Rohstoff im Gartenbau. Weltweit werden dafür jährlich 30 Mio. m³ Weißtorf verbraucht und nach kurzer Nutzung als CO₂ in die Atmosphäre emittiert (Quelle: http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de/sphagnum_ger.html). Frischmasse von Torfmoosen weist die gleichen Eigenschaften wie Weißtorf auf. Mit der **Kultivierung von Torfmoosen** auf wiedervernässtem Hochmoorgrünland könnte dauerhaft eine umweltgerechte Alternative geschaffen werden. Erste Ergebnisse sind hinsichtlich einer großflächigen Umsetzung ökologisch (und ggf. zukünftig auch ökonomisch) Erfolg versprechend, wie Versuche im nördlichen Emsland zeigen (GAUDIG et al. 2008).

(6) Im Falle einer besonders geringen naturschutzfachlichen und landwirtschaftlichen Wertigkeit bestehenden Hochmoorgrünlandes und einer weitgehenden und irreversiblen physikalischen Degradation des Torfkörpers (d.h. ohne realistische Möglichkeiten einer Wiedervernässung) kommt als weitere Option der **Torfabbau** in Frage. Bei vorsichtiger Renaturierung können nachfolgend durchaus wertvolle Stadien eines wachsenden Moores entstehen, die aber in wenigen Jahrzehnten nicht annähernd die biotische Ausstattung eines Jahrtausende alten Hochmoores erreichen. Da diese Option über naturschutzfachliche Aspekte hinaus eine Vielzahl weiterer Aspekte berührt, soll sie an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden.

(7) Der **Anbau nachwachsender Rohstoffe (wie Mais oder Raps)** auf stark entwässerten Böden ist nach den Ergebnissen aus diversen Publikationen wie aus der Abschlussstagung dieses Projekts ökologisch nicht vertretbar, da intensive Entwässerung und Düngung einen hohen finanziellen Aufwand erfordern und zugleich die Emissionen klimarelevanter Gase wie auch die Auswaschungen von Nährionen unverträglich hoch sind. Diese Option ist in Aufwand und ökologischen Auswirkungen mit der intensiven Grünland- und v.a. Ackernutzung zum Anbau von Futter- oder Nahrungsmitteln zu vergleichen und daher keine wirkliche Alternative zu den Optionen (2), (3) und (4).

Welche Option im Einzelfall zu wählen ist, hängt von der Nutzungsgeschichte und den Ausgangsbedingungen der betreffenden Fläche und den naturschutzfachlichen, landwirtschaftlichen und energetischen Perspektiven ab. Das Gebot der Nachhaltigkeit, das in der Landnutzung mehr als bisher Berücksichtigung finden muss, erfordert die Abwägung dieser drei Faktorenfelder miteinander: eine alleinige betriebs- und volkswirtschaftliche wie ausschließlich naturschutzfachliche Betrachtung des weithin ungelösten Problems der Nutzung von Hochmoor-Standorten sollte aufgegeben werden, ebenso wie eine mögliche energetische Verwertung der Aufwüchse mit der aktuellen Entwicklung angepasster Methoden und Techniken nicht mehr außer Acht gelassen werden darf. Wie Abb.31 zeigt, zeichnen sich mit hohen positiven Bedeutungen vor allem die Nutzungen „Extensive Grünlandnutzung“, „Pflegetnutzung“ und „Sukzession“ sowie – mit Einschränkung – „Intensive Grünlandnutzung“ ab; von den übrigen Optionen sollte auf den Torfabbau im Rahmen dieses Projekts nicht näher eingegangen werden, und zum „Anbau von angepassten Energiepflanzen“ („Paludikultur“) gibt es auf Hochmoor-Standorten noch zu hohen Forschungs- und Anwendungsbedarf, als dass er bereits als ernsthafte Alternative einbezogen werden könnte. Ackernutzung zum Anbau von Futter- und Nahrungsmitteln ist ebenso wie der Anbau von nicht an den Standort angepassten nachwachsenden Rohstoffen (Mais, Raps) zur Energiegewinnung abzulehnen.

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Nutzung	Bedeutung für ...					Entwässerung
	Torf- wirtschaft	Landwirt- schaft (mit Tierhaltung o. Ackerbau)	Energiewirt- schaft (Landwirte oder Kommunen)	Natur- und Umweltschutz Arten- und Biotopschutz	Klimaschutz	
Fettwiesen und -weiden	-	++	-	(-)	-	stark
Magerwiesen und -weiden	-	+	-	+(+)	(-)	mittel
Pflegeflächen	-	(+)	+	+	(+)	schwach
Sukzessionsflächen	-	-	-	+(+)	+(+)	keine / schwach
Anbau von Energiepflanzen (z.B. Schilf, Schwarzerle u.a.) oder Kultivierung von Torfmoosen	-	-	++	-	?	schwach
Ackerbau (für Nahrungs- und Futtermittel)	-	++	-	-	-	stark
Anbau von nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Mais)	-	-	++	-	-	stark
Torfabbau (mit anschl. Renaturierung)	++	-	-	(+)	?	mittel

++ = große Bedeutung (-) = meist ± ohne Bedeutung
 +(+) = mittlere Bedeutung - = ± ohne Bedeutung
 + = geringe Bedeutung ? = Bedeutung ± unbekannt
 (+) = sehr geringe Bedeutung

Abbildung 31: Bedeutung diverser Nutzungsformen von Hochmoorgrünland für Torf-, Land- und Energiewirtschaft sowie Natur- und Umweltschutz; rechte Spalte: Intensität der notwendigen Entwässerung.

12 Zusammenfassung und Fazit

Ziel des Projektes ist die Erarbeitung von nachhaltigen Methoden zur Bewirtschaftung und Pflege von Hochmoorgrünland und die Initiierung einer breit gestreuten öffentlichen Diskussion über die landwirtschaftlichen, naturschutzfachlichen und energetischen Perspektiven dieses schwer handhabbaren Lebensraumes. Die Ergebnisse aus dem reichen empirischen Datenmaterial der Jahre 2006-2010 und aus der Diskussion der Fachtagungen seien im Folgenden in aller Kürze dargestellt (Zusammenfassung der Kapitel 1-10).

(1) Die Projektflächen sind – gemessen an typischen Werten des Feucht- und Moorgrünlandes – gekennzeichnet durch (sehr) niedrige pH-Werte, überwiegend (sehr) geringe Gehalte an pflanzenverfügbarem Kalium und Phosphat, aber mittlere bis hohe Konzentrationen an Stickstoff. Daraus wird deutlich, dass sowohl aus landwirtschaftlicher als auch aus naturschutzfachlicher Sicht (Ziel: hohe Diversität an Grünlandarten und Vorkommen spezifischer Arten des Feuchtgrünlandes) eine Bewirtschaftung nur dann nachhaltig sein kann, wenn eine gelegentliche Düngung mit PK und ggf. Kalkung eine günstigere Bodenreaktion und damit eine bessere Verfügbarkeit der limitierenden Nährstoffe Kalium und Phosphor bewirkt.

(2) Bedingt durch niedrige pH-Werte (mehrheitlich unter 4,0), ergeben auch die Aufsammlungen der Regenwurmfauna niedrige Artenzahlen bei geringer Besiedlungsdichte (Individuenzahl, Biomasse). Damit ist auch die Basis für das Vorkommen einer reichen Konsumentenfauna (z.B. Wiesenbrüter) nur ansatzweise gegeben.

(3) Die Reihe der vegetationskundlichen Daten über (3-)5 Jahre zeigt deutlich, dass - selbst in diesen für Vegetationsentwicklungen kurzen Zeiträumen - einige deutliche Trends hinsichtlich verschiedener geobotanischer Parameter und in ausgewählten Varianten nachweisbar sind, teilweise auch mit guter statistischer Absicherung. Die Flatterbinse (*Juncus effusus*) zeigt in den 7 Bewirtschaftungsvarianten teils zunehmende, teils abnehmende Stetigkeiten und Deckungsgrade; deutlich zurückgedrängt werden konnte sie in – durch lange Brachezeit – stark verbinsten Flächen,

bei denen eine zweimalige Sommermulchung einen deutlichen Rückgang dieser Problemart v.a. in den ersten zwei Jahren bewirkte.

(4) Aufgrund ihres geringen Auflagegewichtes und ihrer verhältnismäßig niedrigen Ansprüche an die Futterqualität sind angepasste Schafrassen gut geeignet, auf mageren wie gedüngten Hochmoorgrünländern in geringer bis mittlerer Dichte gehalten zu werden. Die im Projekt mit dem Schafhalter vereinbarte Zahl von 14 Mutterschafen auf 5 ha ist dabei sicherlich zu niedrig, um deutlichen Verbiss speziell an den Pflanzen mit geringem Futterwert zu erreichen – hier würde man bei 20-30 Individuen auf 5 ha wahrscheinlich höhere Wirkungen erwarten.

Der Vergleich der 3 Weidevarianten (V1, V2, V3neu) macht deutlich, dass eine mehrmalige Stoßbeweidung nach vorherigem Sommerschnitt (optimal: zwischen Ende Mai und Mitte Juni) deutlich günstiger ist als eine Dauerbeweidung ohne oder mit zu spätem Mulchschnitt. Sofern die Ergebnisse aus dem Projekt bereits hinreichend aussagekräftig sind, lässt sich für die Schafbeweidung folgende Rangfolge der Bewirtschaftungsqualität finden: Sommerschnitt mit folgender Stoßbeweidung > Dauerbeweidung mit Sommerschnitt > Dauerbeweidung mit Herbst- oder Wintermulchung > Dauerbeweidung ohne Schnitt/Mulchung.

Eine Beweidung mit Rindern dürfte nach Meinung von Experten nur dann sinnvoll sein, wenn eine bzgl. der Feuchtestufe diverse Fläche nur von angepassten Rassen in geringer Dichte beweidet wird (im Projekt nicht überprüft); anderenfalls würde eine zu starke Narbenverletzung v.a. an vernässten Stellen zu erwarten sein.

(5) Wiesennutzungen in intensiver (2-4 Schnitte) oder extensiver (1-2 Schnitte) Bewirtschaftung dürften aktuell für den Bewirtschafter nur noch selten rentabel sein (vgl. Kapitel 10), müssten daher durch entsprechende Landwirtschafts- oder Naturschutzprogramme ausreichend unterstützt werden. Die Ergebnisse zu den ‚Heu-Varianten‘ (V4neu, V5 und V6) lassen erkennen, dass eine Fläche mit guter, für Extensivrassen ausreichender Futterqualität und recht artenreicher Grünlandvegetation durch sommerliche Zweischnittnutzung mit oder ohne Wintermulchung etwa im Ausgangszustand gehalten werden kann (bei unterschiedlicher Entwicklung verschiedener Parameter; vgl. Kapitel 7). Jährliche Applikation geringer oder mittlerer Mengen von PK-Dünger bei gelegentlicher Kalkung alle 10-15 Jahre dürfte

ausreichend sein, um ein gewisses, für Extensivnutzung ausreichendes Nährstoffniveau halten zu können. Allerdings waren die pH-Werte bei der Mehrzahl der Standorte mit $< 4,0$ so niedrig, dass die Verfügbarkeit von P und vor allem K an vielen Standorten der Projektflächen zu gering war.

Legt man eine Mindestzahl von einem Schnitt zugrunde, so würden sich die verschiedenen Bewirtschaftungs-varianten qualitativ wahrscheinlich in folgender Weise einordnen (bei ausreichender Kompensationsdüngung): zwei Sommerschnitte mit Wintermulchung \geq zwei Sommerschnitte ohne Wintermulchung $>$ ein Sommerschnitt und eine Wintermulchung \geq ein Sommerschnitt ohne Wintermulchung. Entscheidend ist bei dieser Reihung nicht nur die Anzahl der Eingriffe, sondern auch deren Zeitpunkt und Art: für kleinwüchsige und/oder früh blühende Wiesenarten ist – ebenso wie für die Reduzierung der Flatterbinsen-Bestände – wesentlich, dass der erste Schnitt Anfang oder Mitte Juni durchgeführt wird, so dass bereits recht früh in der Vegetationsperiode ein offenes Lichtklima für Keimung und Etablierung konkurrenzschwacher Arten geschaffen wird. Späte Mahd dagegen fördert hochwüchsige und/oder in großen Mengen aussamende Arten wie *Juncus effusus*, *Rumex crispus*, *R. obtusifolius*, *Phalaris arundinacea* u.a., deren Bestände die Phytodiversität des Graslandes deutlich reduzieren können.

(6) Die im vorherigen Abschnitt aufgeführten Vorgaben zu Art, Zeitpunkt und Häufigkeit von Wiesenschnitten sollten in gleicher Weise für reine Pflegeflächen gelten. In Abstimmung mit anderen Naturschutzzielen (z.B. Erhaltung seltener Populationen von Heuschrecken, Tagfaltern, Wiesenbrütern o.a.) sollte der erste Schnitt nicht zu spät erfolgen, optimal ist hier Anfang oder Mitte Juni. Eine zusätzliche Herbst-Mulchung kann den Effekt eines Sommerschnittes insofern verbessern, als im Frühjahr die Grasnarbe niedrig genug ist für die Habitatwahl seltener Wiesenvögel (z.B. Kiebitz) wie auch für Keimung und Etablierung annueller oder biennier Wiesenpflanzen. Eine reine Herbst- oder Wintermulchung dürfte für den Wiesenbrüterschutz suboptimal sein. In jedem Fall ist sie für manche Insektengruppen und -arten mit höheren Lichtansprüchen wie für die Mehrzahl der Höheren Pflanzen wenig geeignet; bei letzteren setzen sich vor allem konkurrenzkräftige Gräser (z.B. *Deschampsia cespitosa*, *Phalaris arundinacea*), Binsen (z.B. *Juncus effusus* oder *J. conglomeratus*) sowie Hochstauden (s.o.) in wenigen Jahren durch.

(7) Flächen mit hoher Dichte der Flatterbinse können nur durch regelmäßige, angepasste Bewirtschaftung verbessert werden. Im Projekt wird deutlich, dass dafür mindestens zwei Schnitte zwischen Mai und September oder ein Juni-Schnitt mit nachfolgender Stoßbeweidung notwendig sind – ein einmaliger Schnitt oder eine Dauerbeweidung ohne Schnitt (oder mit Herbst- oder Wintermulchung) allein erreichen dieses Ziel nicht. Bei geringer Binsendichte kann ein einziger Schnitt in die Binsenblüten etwa Anfang/Mitte Juni mit gelegentlicher Grunddüngung ausreichen, um eine für Süßgräser und Kräuter günstige Konkurrenzsituation gegenüber Problemarten wie der Flatterbinse zu erhalten. Unterschneidung ist eine wichtige Maßnahme, um eine aktuell sehr hohe Binsendichte zu reduzieren, wirkt aber in der Regel nur kurzzeitig. Verschiedene Versuche haben gezeigt, dass eine möglichst flache Unterschneidung in sommerlichen Trockenphasen, kombiniert mit einer Zweischnittnutzung, eine große Wirkung haben kann und in darin etwa einer Dreischnittnutzung ohne Unterschneidung gleichgesetzt werden kann (Kapitel 8).

(8) Größere Mengen binsenreicher Aufwüchse sind nur für Feststoff-, nicht aber für Flüssig-Fermentation geeignet; nur in kleinen Beimengungen kann Landschaftspflegeheu mit gewissen Binsen-Anteilen in den herkömmlichen Anlagen mit Flüssig-Fermentern verwendet werden. Unsere Ergebnisse zeigen deutlich, dass in Feststoff-Anlagen Binsen-dominierte Aufwüchse deutlich, Gras-dominierte Aufwüchse und ein Mix dieser beiden dagegen nur geringfügig geringere Methan-Erträge ergeben als Gras-Aufwüchse aus intensiver Bewirtschaftung oder Mais. Bei extensiver Bewirtschaftung ergibt sich meist eine Reihung Gras > Mix > Binse, jedoch können Binsen-dominierte Aufwüchse bei günstiger Lagerungsdichte und in jungem Zustand ebenfalls hohe Erträge erzielen. Entscheidend ist neben diesen beiden Parametern auch die Gärzeit: manche Aufwüchse aus Pflege- und Extensivflächen erreichen höhere Methan-Ausbeuten nach der üblichen Gärzeit von 30 Tagen, wobei das Maximum der Ausbeuten ggf. erst nach 40-50 Tagen erzielt werden kann.

Insgesamt dürfte die Verwendung von ‚Landschaftspflegeheu‘ mit und ohne Binsen-Dominanz in Feststoff-Fermentern (und wahrscheinlich als geringe Beimengung auch in Flüssig-Fermentern) eine große Zukunft haben, indem dezentrale Anlagen

bei geringen Entfernungen zwischen Bergung und Vergärung eine weitaus günstigere Energie- und Klimabilanz aufweisen als noch vor 10-15 Jahren. In Niedersachsen bestehen etwa zehn große Feststoff-Fermenter, die nach teilweise erheblichen technischen Problemen heute offensichtlich rentabel arbeiten. Allerdings gibt es gleichermaßen einen hohen Forschungsbedarf in grundlegenden Untersuchungen (vgl. Kapitel 9) wie einen hohen Bedarf an Erfahrungen in Bau und Betrieb von Großanlagen.

Unklar ist bisher noch das Potential der hydrothermalen Karbonisierung. Sollte in Zukunft ein kontinuierlicher exothermer Prozess in Versuchsreaktoren wie Großanlagen gelingen, so dürfte diesem Verfahren der Verwertung biologischer Reststoffe eine große Zukunft bevorstehen, da eine Vielzahl verschiedener Ausgangssubstrate miteinander kombiniert werden kann (vgl. REBLING 2008, GREVE 2009).

(9) Die ökonomischen Berechnungen (Kapitel 10) decken sich mit den Erfahrungen zahlreicher Landwirte: eine Pflegenutzung und eine extensive Bewirtschaftung von Hochmoorgrünland wird heute und in naher Zukunft von finanzieller Unterstützung aus Programmen der Landwirtschaft oder des Naturschutzes abhängig sein. Die aktuellen ökonomischen Daten ebenso wie die Subventionspolitik der EU und des Bundes wie der Bundesländer weisen in keinerlei Hinsicht darauf hin, dass sich die Situation für Landschaftspflegebetriebe und extensiv wirtschaftende Landwirte grundlegend ändern wird.

Bei Betrachtung aller möglichen Optionen (Kapitel 11) sind aus naturschutzfachlicher und/oder landwirtschaftlicher Sicht nur folgende Alternativen sinnvoll:

- Intensive Grünlandnutzung (eingeschränkt!)
- Extensive Grünlandnutzung
- Pflegenutzung
- Sukzession
- Paludikultur (falls hinreichend untersucht!)

Dagegen weder eine Ackernutzung zum Anbau nachwachsender Rohstoffe wie zur Futter- oder Nahrungsmittelproduktion aus ökologischen Gründen noch der

Torfabbau aufgrund seiner vielfältigen zusätzlichen Implikationen für eine Diskussion nachhaltiger zukünftiger Nutzung im Zusammenhang mit den Fragestellungen des Projekts in Frage. Mehr denn je werden in Zukunft Nachhaltigkeitsaspekte bei der Behandlung von Hochmoorgrünland eine wesentliche Rolle spielen müssen, u.a. mit folgenden Fragestellungen:

- Welche Torfzehrungen sind bei dauerhafter landwirtschaftlicher oder naturschutzfachlicher Nutzung festzustellen, wie kann die endliche Ressource Torf über möglichst lange Zeiträume erhalten werden?
- Wie hoch sind die C- und N-Emissionen bei den unterschiedlichen Formen der landwirtschaftlichen oder naturschutzfachlichen Nutzung?
- Welche Emissionen fallen dagegen bei Sukzession auf vernässten und nicht vernässbaren Torfböden an?
- Welche Erträge an Methan werden bei unterschiedlichen Zusammensetzungen der Aufwüchse zu erzielen sein, welche finanziellen Erträge ergeben sich daraus (z.B. bei Fortbestehen des EEG)? Wie werden die Ausbeuten bei einer zukünftigen Verwendung in HTC-Anlagen sein?
- Welche ökonomischen Perspektiven ergeben sich für Landwirte bei der Kombination von Pflegenutzung und extensiver Grünland-Bewirtschaftung mit energetischer Nutzung in dezentralen Anlagen (Biogas-Produktion mit Feststoff-Vergärung, ggf. HTC)?

Hochmoorgrünland ist Teil einer norddeutschen Moor-geprägten Kulturlandschaft, gekennzeichnet allerdings durch einen – je nach Nutzungstyp – unterschiedlich schnellen Verlust des geologischen Substrats „Torf“ und damit buchstäblich seiner Basis. Es muss auf gesellschaftlicher und politischer Ebene entschieden werden, wie viel der Bevölkerung die Erhaltung dieser Kulturlandschaft wert ist. Ein „Weiter so“ mit einem unreflektierten Nebeneinander verschiedener Nutzungstypen darf es in dieser Form nicht mehr geben; Fragen des Arten- und Biotopschutzes, der Emission klimarelevanter Gase, der Erhaltung des Schutzgutes Boden, der möglichen alternativen Verwertung des Aufwuchses wie auch der betriebs- und volkswirtschaftlichen Rentabilität wurden bisher kaum untersucht, müssen aber in der

Diskussion um die Zukunft des Hochmoorgrünlandes deutlich mehr als bisher berücksichtigt werden.

Das zum 30.9.2010 abgeschlossene Projekt hat sicherlich ein gewisses Stück zur Integration verschiedenster Aspekte beigetragen, die in der synoptischen Betrachtung zukünftiger Nutzung von Hochmoorgrünland notwendig sind. Die Arbeitsgruppe „Vegetationskunde und Naturschutz“ an der Universität Oldenburg wird sich am laufenden Diskussionsprozess weiter beteiligen und versuchen, durch gezielte Untersuchungen zur Verwertung verschiedener Aufwüchse in verschiedenen Verfahren zum Wissensfortschritt und zur fundierten Bewertung zukünftiger Nutzungsoptionen beizutragen

.

13 Öffentlichkeits- und Informationsarbeit (Publikationen, Abschlussarbeiten und Tagungen); Danksagung

In der insgesamt 5-jährigen Projektzeit konnten 9 Berichte/Artikel über Ergebnisse verschiedener Projekt-Untersuchungen und die grundsätzliche Frage einer möglichen Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes realisiert werden. Dabei handelt es sich neben den vier unveröffentlichten Zwischenberichten (BUCHWALD et al. 2006, 2007, 2008 und 2009) um Publikationen, welche im naturschutzfachlich sehr bedeutenden Feld der ‚restoration ecology‘ angesiedelt sind. Hier geht es um die Bedeutung der Diasporenbank (RATH & BUCHWALD 2008) und zusätzlich des Mähgut-Auftrags (BUCHWALD et al. 2007a,b) für die floristische Anreicherung artenarmer Flächen sowie um Aspekte der Grünland-Renaturierung im Zusammenhang mit der FFH-Richtlinie (BUCHWALD 2008). Von A. Rath und R. Buchwald wurde in 2009 ein Artikel zur nachhaltigen Nutzung von Hochmoorgrünland verfasst, der im April 2010 in der Zeitschrift „Naturschutz und Landschaftsplanung“ erschienen ist (RATH & BUCHWALD 2010). Er stellt das Problem der Bewirtschaftung von Hochmoorgrünland in allen wesentlichen ökologischen Aspekten für die Naturschutz-Öffentlichkeit dar und fasst die vorläufigen bodenchemischen und floristischen/vegetationskundlichen Ergebnisse des Projekts zusammen. Nach Abschluss des Projekts ist – etwa im Frühjahr 2011 – eine zusammenfassende Publikation über die Optionen der Nutzung von Hochmoorgrünland geplant, welche die in Kapitel 11 dargestellten Möglichkeiten etwas ausführlicher darstellt (BUCHWALD, MÜLLER, RÖHRDANZ & RATH in Vorb.).

Im Rahmen und Umfeld des Projekts wurden insgesamt 6 Abschlussarbeiten (incl. Leistungsnachweis) angefertigt. A. Rath stellte in ihrer Diplomarbeit die vegetationskundliche Ausgangssituation der Flächen vor Beginn der im Rahmen des Projekts festgelegten Bewirtschaftung 2006-2010 fest. Die Regenwurmfauna wurde von S. Theler in einer Bachelorarbeit an der Hochschule Vechta und von M. Petzold in einer Hausarbeit (Leistungsnachweis an der Universität Oldenburg) untersucht. Grundlegende Arbeiten zur Verwertung des Aufwuchses („Landschaftspflegeheu“) wurden von M. Röhrdanz zur Nutzung in einem Feststoff-Fermenter (vgl. Kapitel 9) sowie von T. Greve und T. Rebling zur Nutzung in einer HTC-Versuchsanlage der Universität Oldenburg durchgeführt. Darüber hinaus wurde von F. Maiwald 2009 eine

Bachelorarbeit mit dem Thema „Das Fraßverhalten von Schafen und Eseln im Hochmoorgrünland“ eingereicht, in der Fraßbeobachtungen und Wahlversuche mit Schafen und Eseln in ausgewählten Projektflächen beschrieben sind.

Im Rahmen des Projektes wurden zwischen 2007 und 2010 vier öffentliche Fachtagungen organisiert, in der die jeweils aktuellen Projektergebnisse vorgestellt und diskutiert sowie weitergehende Fragen der Problematik von Hochmoorgrünland erörtert wurden. Alle wesentlichen Vorträge der ProjektmitarbeiterInnen sowie der Gastreferenten aus diesen vier Jahren sind auf der beiliegenden CD (Anhang) dokumentiert. Besonderes Interesse fand die Abschlusstagung 2010 in Oldenburg, bei der eine Vielzahl von Landwirten, Vertretern aus öffentlichen Institutionen von Naturschutz, Landwirtschaft, Bodenkunde/Geologie und weiteren Behörden aus Niedersachsen und umgebenden Bundesländern sowie Interessenten des ehrenamtlichen Naturschutzes und der Universität teilnahmen. Hier wurden erstmals Ergebnisse aus Geologie und Bodenkunde, Vegetationskunde, Landwirtschaft, Ökonomie, Klimawissenschaft und Energienutzung auf einer Tagung zusammengetragen; in der abschließenden offenen Runde wurden Optionen einer möglichen naturschutzfachlichen, landwirtschaftlichen und energetischen Nutzung von Hochmoorgrünland lebhaft diskutiert (zusammengefasst in Kapitel 11). Darüber hinaus nahmen A. Rath und R. Buchwald im August 2010 mit einem gemeinsamen Vortrag an der Tagung der Niedersächsischen Naturschutzakademie (NNA) teil, die das Thema „Hochmoorgrünland passé – Was nun? Folgelandschaften auf Hochmoorstandorten“ hatte.

Berichte, Abschlussarbeiten und Publikationen

- BUCHWALD, R.** (2008): FFH-Grünland in Deutschland: Lebensraumtypen, Ziel- und Problemarten, Möglichkeiten der Erhaltung und Wiederherstellung.- Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 20: 90-107.
- BUCHWALD, R., MÜLLER, J., RATH, A., WILLEN, M.** (2007): 2. Zwischenbericht (2007) zum Projekt "Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik".- Unveröffentlichter Bericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Oldenburg.
- BUCHWALD, R., RATH, A., RÖHRDANZ, M., WILLEN, M. & MÜLLER, J.** (2008): 3. Zwischenbericht (2008) zum Projekt „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“.- Unveröff. Bericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Oldenburg.
- BUCHWALD, R., RATH, A., WILLEN, M.** (2006): 1. Zwischenbericht (2006) zum Projekt "Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik".- Unveröffentlichter Bericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Oldenburg.
- BUCHWALD, R., RATH, A., WILLEN, M., GIGANTE, D.** (2007a): Improving the quality of NATURA 2000 - meadows: the contribution of seed bank and hay transfer.- Riassunti del 43° Congresso della SIVS, 25.-27.06.2007 (Ancona): 44-45.
- BUCHWALD, R., RATH, A., WILLEN, M., GIGANTE, D.** (2007b): Improving the quality of NATURA 2000 – meadows: the contribution of seed bank and hay transfer.- Fitosociologia 44(2), suppl. 1: 313-319.
- BUCHWALD, R., RATH, A., WILLEN, M., MÜLLER, J.** (2009): 4. Zwischenbericht (2009) zum Projekt „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“.- Unveröffentlichter Bericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Oldenburg.

- GREVE, T.** (2009): Aufbau und physikalische Betrachtung eines Durchlaufreaktors zur Hydrothermalen Karbonisierung.- Unveröff. Diplomarbeit an der C.v.O. Universität Oldenburg: 102 S.
- HARMS, J.** (2009): Untersuchungen zu optimalen Intensitäten der Grünlandbewirtschaftung und deren ökonomischen Auswirkungen auf den landwirtschaftlichen Betrieb.- Forschungsbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Institut für Betriebswirtschaft. Güstrow (2009).
- HUSEMANN, T.** (2010): Untersuchungen zur Regulierung von *Juncus effusus* auf landwirtschaftlich genutzten Feuchtgrünlandstandorten. Masterarbeit im Studiengang Agrarökologie. Universität Rostock (unveröffentlicht).
- JANTZEN, C.** (2008): Aspekte der energetischen Verwertung von binsenreichen Grünlandaufwüchsen. Bachelorarbeit im Studiengang Agrarökologie. Universität Rostock (unveröffentlicht).
- MAIWALD, F.** (2009): Das Fraßverhalten von Schafen und Eseln im Hochmoorgrünland.- Unveröff. Bachelorarbeit, C.v.O. Universität Oldenburg.
- PETZOLD, M.** (2007): Untersuchung der Lumbriciden-Fauna im Rahmen des Projektes „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“.- Unveröff. Leistungsnachweis an der C.v.O. Universität Oldenburg.
- RATH, A.** (2007): Aktuelle Vegetation und Diasporenbank im Projekt „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“.- Unveröff. Diplomarbeit an der C.v.O. Universität Oldenburg: 104 S. & Anhang.
- RATH, A. & BUCHWALD, R.** (2008): Beitrag der Diasporenbank zur Wiederherstellung artenreichen Hochmoor-Grünlandes.- In: DENGLER, J., DOLNIK, C. & TREPPEL, M. (Hrsg.): Flora, Vegetation und Naturschutz zwischen Schleswig-Holstein und Südamerika – Festschrift für Klaus Dierßen zum 60. Geburtstag. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb. 65: 167-184.
- RATH, A. & BUCHWALD, R.** (2010): Nutzung von Hochmoorgrünland in Nordwestdeutschland.- Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (4): 108-114.

- REBLING, T.** (2008): Untersuchungen zu Produkten der hydrothermalen Karbonisierung von Schnittrasen, Flatterbinse und Torfmoosen.- Unveröff. Bachelorarbeit an der C.v.O. Universität Oldenburg: 56 S. & Anhang.
- RÖHRDANZ, M.** (2009): Untersuchung zur Eignung der Feststoffvergärung zur Verwertung von Landschaftspflegeaufwüchsen binsenreicher Moorstandorte.- Unveröff. Diplomarbeit an der C.v.O. Universität Oldenburg: 76 S. & Anhang.
- THELER, S.** (2006): Bodenmakrofauna in unterschiedlich bewirtschafteten Hochmoorgrünländern.- Unveröff. Bachelorarbeit Hochschule Vechta.

Danksagung

Ich danke abschließend allen Personen, die mich während der 5-jährigen Projektzeit tatkräftig unterstützt haben und so wesentlich zum Erfolg unserer Bemühungen zum Erreichen der Projektziele beigetragen haben:

- Den Landwirten im Landkreis Emsland, die in vertrauensvoller Zusammenarbeit die Flächen nach den Vorgaben des Projekts – unter nicht immer einfachen Bedingungen – bewirtschaftet oder gepflegt haben: Frau Graedener, Sozialer Ökohof St. Josef (Herr Seeler mit Helfern), Herr Dierkes, Herr Breer, Herr Kiep, Herr Heymann
- Der Firma „Automobile Testing Papenburg“ (ATP) für die Erlaubnis zur regelmäßigen Untersuchung der Varianten V1, V2 und V3neu auf ihrem Gelände
- Den Kooperationspartnern Herr Dr. Menger (Sozialer Ökohof St. Josef, Papenburg), Herrn Dr. Jürgen Müller (Universität Rostock) und apl. Prof. Dr. Heinz Düttmann (ehemals Hochschule Vechta) für die gute Zusammenarbeit mit vielen hilfreichen Ideen und Gesprächen
- Den Mitarbeiterinnen Anne Rath (Doktorandin), Melanie Willen (Technische Angestellte), Jutta Bandorf (Sekretariat) für die großartigen Hilfen bei der Durchführung des Projektes und die Abfassung der Zwischenberichte und des Endberichts; dazu den AbsolventInnen A. Rath (Dipl.), M. Röhrdanz (Dipl.), T. Greve (Dipl.), T. Rebling (Bach.), S. Theler (Staatsex.), M. Petzold

(Hausarbeit) sowie F. Maiwald (Bach.) für die wertvolle Zuarbeit durch Transfer der erhobenen Daten

- Allen TeilnehmerInnen der vier Fachtagungen, vor allem den ReferentInnen und DiskutandInnen für ihre wertvollen Informationen zu Theorie und Praxis der Bewirtschaftung/Pflege von Hochmoorgrünland (Dr. Blankenburg, Dr. Höper, M. Röhrdanz, T. Greve, A. Rath, Dr. Müller, J. Göttke-Krogmann und viele andere)
- ‚Last but not least‘ der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die großzügige finanzielle Unterstützung des Projekts und Herrn Dr. Wachendörfer für die stets Gesprächsbereitschaft und das Interesse an den Fragestellungen des Projekts

Oldenburg, 30.11.2010

R. Buchwald (Projektleiter)

.

14 Literatur

- AUGUSTIN, J., MERBACH, W., SCHMIDT, W., REINING, E.** (1996): Effect of Changing Temperature and Water Tables on Trace Gas Emission from Minerotrophic Mires.- *Angew. Bot.* 70: 45-51. Göttingen.
- BAKKER, J.P.** (1989): Nature Management by Grazing and Cutting: On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich grassland communities in the Netherlands.- Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- BAKKER, J.P. & H. OLFF** (1992): Feuchtgrünlandextensivierung in den Niederlanden.- *LÖLF-Mitteilungen* 3/92: 16-22.
- BASERGA, U.** (1998): Vergärung von Extensogras-Silage in einer Feststoff-Pilotanlage und einer landwirtschaftlichen Co-Vergärungs-Biogasanlage.- Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Forschungsprogramm Biomasse, Tänikon, 1-26.
- BENKE, M. & J. ISSELSTEIN** (2001): Extensive Landwirtschaft auf Niedermoorgrünland - Probleme und Chancen.- In: Kratz, R. & J. Pfadenhauer, 2001: Ökosystemmanagement für Niedermoore: 184-201. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- BLANKENBURG, J.** (1995): Veränderungen bodenphysikalischer Parameter durch Extensivierung und Wiedervernässung.- *NNA-Berichte* 2, Regeneration und Schutz von Feuchtgrünland: 5-9. Schneverdingen.
- BLANKENBURG, J.** (1999): Leitbilder der Hochmoornutzung und die langfristige Nutzung von Hochmoorgrünland.- *Telma* 29: 183-190. Hannover.
- BORSTEL, U.** (1996): Bedeutung des Hochmoorgrünlandes für die Landwirtschaft.- *Telma* 26: 117-127. Hannover.
- BUCHWALD, R.** (1996): Basikline Pfeifengraswiesen (*Molinietum caeruleae*) und ihre Kontaktvegetation im weiteren Alb-Wutach-Gebiet (Hochrhein, SW-Deutschland).- *Tuexenia* 16: 179-225.
- BUCHWALD, R.** (2008): FFH-Grünland in Deutschland: Lebensraumtypen, Ziel- und Problemarten, Möglichkeiten der Erhaltung und Wiederherstellung.- *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 20: 90-107.

- BUCHWALD, R., MÜLLER, J., RATH, A., WILLEN, M.** (2007): 2. Zwischenbericht (2007) zum Projekt "Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik".- Unveröffentlichter Bericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Oldenburg.
- BUCHWALD, R., RATH, A., RÖHRDANZ, M., WILLEN, M. & MÜLLER, J.** (2008): 3. Zwischenbericht (2008) zum Projekt „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“.- Unveröff. Bericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Oldenburg.
- BUCHWALD, R., RATH, A., WILLEN, M.** (2006): 1. Zwischenbericht (2006) zum Projekt "Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik".- Unveröffentlichter Bericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Oldenburg.
- BUCHWALD, R., RATH, A., WILLEN, M., GIGANTE, D.** (2007a): Improving the quality of NATURA 2000 - meadows: the contribution of seed bank and hay transfer.- Riassunti del 43° Congresso della SIVS, 25.-27.06.2007 (Ancona): 44-45.
- BUCHWALD, R., RATH, A., WILLEN, M., GIGANTE, D.** (2007b): Improving the quality of NATURA 2000 – meadows: the contribution of seed bank and hay transfer.- Fitosociologia 44(2), suppl. 1: 313-319.
- BUCHWALD, R., RATH, A., WILLEN, M., MÜLLER, J.** (2009): 4. Zwischenbericht (2009) zum Projekt „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“.- Unveröffentlichter Bericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Oldenburg.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ** (Hrsg.; 1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 1-434.
- DIERSCHKE, H. & BRIEMLE G.** (2002): Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Stuttgart.

- DIERSSEN, K. & G. HÖRMANN** (1999): Bedeutung und Entwicklungsmöglichkeiten von Grünland auf vererdeten Hochmoortorfen - Perspektiven des Naturschutzes aus ökonomischer Sicht.- TELMA 26: 117-127.
- DIERSSEN, K. & B. DIERSSEN** (2001): Moore (Ökosysteme aus geobotanischer Sicht).- Stuttgart.
- DUREN, VAN I.C. & D. M. PEGTEL** (2000): Nutrient limitations in wet, drained and rewetted fen meadows: evaluation of methods and results.- Plant and Soil 220: 35-47. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- DÜTTMANN, H. & R. EMMERLING** (2001): Grünlandversauerung als besonderes Problem des Wiesenvogelschutzes auf entwässerten Moorböden.- Natur und Landschaft 76: 262-269.
- EIGNER, J. & E. SCHMATZLER** (1991): Handbuch des Hochmoorschutzes: Bedeutung, Pflege, Entwicklung. - 2. Aufl., Greven.
- ELLENBERG, H.** (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen.- 5. Aufl. Stuttgart.
- ELSÄSSER, M.** (2000): Wirkungen extensiver und intensiver Weidenutzungsformen auf die Verwertbarkeit von Grünlandaufwüchsen.- Natur und Landschaft 75 (9): 357-363.
- ELSÄSSER, M.** (2004): Alternative Verwendung von in der Landschaftspflege anfallendem Grünlandmähgut: verbrennen, vergären, kompostieren, mulchen oder extensive Weide?- Natur und Landschaft 79 (3): 110-117.
- FAIDA, I., DÜTTMANN, H., EHRNSBERGER, R.** (2003): Evaluation zum Symposium Wiesenvogelschutz in Norddeutschland und den Niederlanden in Vechta 2002.- Verlag Runge, Cloppenburg.
- FLAIG, H. & H. MOHR** (1993): Energie aus Biomasse – eine Chance für die Landwirtschaft? – Springer-Verlag, Berlin; 376 Seiten.
- GAUDIG, G. JOOSTEN, H, KAMERMANN, D.** (2008): Growing growing media: the promises of Sphagnum biomass.- Acta Horticulturae 779; 165-172.
- GRAFF, O.** (1984): Unsere Regenwürmer - Lexikon für Freunde der Bodenbiologie.- 2. Auflage. Verlag M. & H. Schaper. Hannover.
- GREVE, T.** (2009): Aufbau und physikalische Betrachtung eines Durchlaufreaktors zur Hydrothermalen Karbonisierung.- Unveröff. Diplomarbeit an der C.v.O. Universität Oldenburg: 102 S.

- GRIME, J. P.** (1979): Plant strategies and vegetation processes. – Chichester (Wiley) 222 S.
- HARMS, J.** (2009): Untersuchungen zu optimalen Intensitäten der Grünlandbewirtschaftung und deren ökonomischen Auswirkungen auf den landwirtschaftlichen Betrieb.- Forschungsbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Institut für Betriebswirtschaft. Güstrow (2009).
- HENGSTENBERG, M., ROSENTHAL, G., SCHOLLE, D., SCHRAUTZER, A.** (1995): Quantitative hydrologische Voraussetzungen für die Regeneration von Feuchtwiesen.- NNA-Berichte 2, Regeneration und Schutz von Feuchtgrünland: 34-42. Schneverdingen.
- HOFMANN, M., KORWARSCH, N., BONN, S., ISSELSTEIN, J.** (2001): Management for biodiversity and consequences for grassland productivity.- Grassland Science in Europe 6: 113-116.
- HUSEMANN, T.** (2010): Untersuchungen zur Regulierung von *Juncus effusus* auf landwirtschaftlich genutzten Feuchtgrünlandstandorten. Masterarbeit im Studiengang Agrarökologie. Universität Rostock (unveröffentlicht).
- ISSELSTEIN, J., TALLOWIN, J.R.B., SMITH, R.E.S.** (2002): Factors affecting seed germination and seedling establishment of some fen-meadow species.- Restoration Ecology 10: 173-184.
- ISSELSTEIN, J.** (2003): Erhaltung und Förderung der Pflanzenartenvielfalt auf dem Grünland aus landwirtschaftlicher Sicht.- Nova Acta Leopoldina 87 (328): 99-111.
- JANSSENS, F., PEETERS, A., TALLOWIN, J. R. B., BAKKER, J. P., BEKKER, R. M., FILLAT, F., OOMES, M. J. M.** (1998): Relationship between soil chemical factors and grassland diversity.- Plant and Soil 202: 69-78. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- JANTZEN, C.** (2008): Aspekte der energetischen Verwertung von binsenreichen Grünlandaufwüchsen. Bachelorarbeit im Studiengang Agrarökologie. Universität Rostock (unveröffentlicht).
- KLOHN, W. & H.-W. WINDHORST** (1998): Die Landwirtschaft in Deutschland.- Vechtaer Materialien zum Geographieunterricht 3. Vechta.

- KLOTZ, S., KÜHN, I. & DURKA, W. [Hrsg.]** (2002): BIOLFLOR - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 38. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- KÖLBEL, A., DIERBEN, K. GRELL, H., VOß, K.** (1990): Zur Veränderung grundwasserbeeinflusster Niedermoor- und Grünland-Vegetationstypen des nordwestdeutschen Tieflandes – Konsequenzen für ‚Extensivierung‘ und ‚Flächenstilllegung‘ (Brache).- Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schl.-Holst. u. Hambg. 20, 3: 67-91.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M., VOLLMER, I.** (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands.- Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 21-197.
- KÖSTER, H. & H. A. BRUNS** (2002): Ergebnisse einer Langzeituntersuchung am Kiebitz (*Vanellus vanellus*) in der Eider-Sorge-Treene-Niederung (Schleswig-Holstein).- Vechtaer Fachdidaktische Forschungen und Berichte, Sonderband 7: 27-28.
- KUNTZE, H.** (1983): Probleme bei der modernen landwirtschaftlichen Moornutzung.- Telma 13: 137-152. Hannover.
- MÄHNERT, P., HEIERMANN, M., PLÖCHL, M., SCHELLE, H., LINKE, B.** (2002): Verwertungsalternativen für Grünlandbestände. Futtergräser als Kosubstrat für die Biomethanisierung.- Landtechnik 5: 260-261.
- MAIWALD, F.** (2009): Das Fraßverhalten von Schafen und Eseln im Hochmoorgrünland.- Unveröff. Bachelorarbeit, C.v.O. Universität Oldenburg.
- MERCHANT, M.** (1993): The potential for control of the Soft Rush (*Juncus effusus*) in grass pasture by grazing goats.- Grass and forage science 48(4): 395-409.
- MERCHANT, M.** (1995): The effect of pattern and severity of cutting on the vigor of the Soft Rush (*Juncus effusus* L.).- Grass and forage science 50(1): 81-84.
- MEYER, J.** (1959): Beiträge zur Biologie und Bekämpfung der Flatterbinse *Juncus effusus*.- Hohenheim, Landwirtschaftliche Hochschule, Diss., Sonderdr. aus: Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 111(3): 290-316. Berlin.
- OECHSNER, H. & LEMMER, A.** (2002): Gras vergären: Eine Alternative für Restgrünland?- In: Biogas: Strom aus Gülle und Biomasse: 92-96.
- OPITZ VON BOBERFELD, W.** (1994): Grünlandlehre.- Ulmer, Stuttgart.

- PEGEL, H.** (2002): Naturschutzmaßnahmen und deren Auswirkungen auf den Brutvogelbestand in der Fehntjer Tief Niederung (Niedersachsen).- Vechtaer Fachdidaktische Forschungen und Berichte, Sonderband 7: 89-92.
- PETZOLD, M.** (2007): Untersuchung der Lumbriciden-Fauna im Rahmen des Projektes „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“.- Unveröff. Leistungsnachweis an der C.v.O Universität Oldenburg.
- PROCHNOW, A., HEIERMANN, M., DRENCKHAN, A., SCHELLE, H.** (2005): Seasonal pattern of biomethanisation of grass from landscape management.- In: Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript EE 05 011. Vol. VII. December 2005: 1-17.
- PROCHNOW, A., HEIERMANN, M., IDLER, C., LINKE, B., MÄHNERT, P., PLÖCHL, M.** (2007): Biogas vom Grünland: Potentiale und Erträge.- Leibnitz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim: 19-24.
- RATH, A.** (2007): Aktuelle Vegetation und Diasporenbank im Projekt „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“.- Unveröff. Diplomarbeit an der C.v.O. Universität Oldenburg: 104 S. & Anhang.
- RATH, A. & BUCHWALD, R.** (2008): Beitrag der Diasporenbank zur Wiederherstellung artenreichen Hochmoor-Grünlandes.- In: Dengler, J., Dolnik, C. & Trepel, M. (Hrsg.): Flora, Vegetation und Naturschutz zwischen Schleswig-Holstein und Südamerika – Festschrift für Klaus Dierßen zum 60. Geburtstag. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb. 65: 167-184.
- RATH, A. & BUCHWALD, R.** (2010): Nutzung von Hochmoorgrünland in Nordwestdeutschland.- Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (4): 108-114.
- REBLING, T.** (2008): Untersuchungen zu Produkten der hydrothermalen Karbonisierung von Schnittrasen, Flatterbinse und Torfmoosen.- Unveröff. Bachelorarbeit an der C. v. O. Universität Oldenburg: 56 S. & Anhang.
- RÖHRDANZ, M.** (2009): Untersuchung zur Eignung der Feststoffvergärung zur Verwertung von Landschaftspflegeaufwüchsen binsenreicher Moorstandorte.- Unveröff. Diplomarbeit an der C. v. O. Universität Oldenburg: 76 S. & Anhang.

- ROSENTHAL, G.** (1995): Lassen sich Feuchtwiesen wiederherstellen?- NNA-Berichte 2, Regeneration und Schutz von Feuchtgrünland: 2-5. Schneverdingen.
- ROSENTHAL, G.** (1998): Feuchtgrünland in Norddeutschland: Ökologie, Zustand, Schutzkonzepte.- Angewandte Landschaftsökologie 15. Bonn – Bad Godesberg.
- SACH, W.** (1999): Vegetation und Nährstoffdynamik unterschiedlich genutzten Grünlandes in Schleswig-Holstein.- Dissertationes Botanicae 308. Stuttgart.
- SCHAEFFER, B.** (1995): Veränderung bodenchemischer Parameter durch Extensivierung und Wiedervernässung.- NNA-Berichte 2, Regeneration und Schutz von Feuchtgrünland: 9-12. Schneverdingen.
- SCHAEFFER, F & P. SCHACHTSCHABEL** (2002): Lehrbuch der Bodenkunde.- 15. Aufl. Heidelberg.
- SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P., STAHR, K.** (1995): Bodenkundliches Praktikum.- 2. Auflage Berlin.
- SCHMATZLER, E.** (1999): Hochmoorgrünland in Niedersachsen. Bestand, Leitbilder und Konzepte des Naturschutzes.- TELMA 29: 205-212.
- SUCCOW, M. & H. JOOSTEN** (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde.- 2. Aufl. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- THELER, S.** (2006): Bodenmakrofauna in unterschiedlich bewirtschafteten Hochmoorgrünländern.- Unveröff. Bachelorarbeit Hochschule Vechta.
- WILMANN, O.** (1998): Ökologische Pflanzensoziologie.-6. Aufl. Wiesbaden.
- ZEDDIES, J.** (1995): Environmentally compatible use of agricultural landscapes.- Berichte über Landwirtschaft 73(2): 204-241.

15 Anhang

15.1 Tabellen

Tabelle A 1: Bodenchemie, pH-Werte (0,01 M CaCl₂), (Teil 1)

Gehaltsklassen:

A/B	≤ 3,9
C	4,0 - 4,3
D/E	≥ 4,4

Varianten/ Teil- varianten	BB- Plot	2006		2009		2010	
		BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante
V1a	V1F1B1	3,8		3,8			
	V1F1B2	4,4		4,3			
	V1F1B3	3,8		3,8			
	V1F1B4	3,8		3,7			
	V1F2B1	4,1		4,3			
	V1F2B2	4,1		3,8			
	V1F2B3	3,8		3,7			
	V1F2B4	4,1	4,0	3,8	3,9		
V1b	V1F3B1	3,9		4,2			
	V1F3B2	3,7		3,6			
	V1F3B3	3,5		3,6			
	V1F3B4	3,6		3,7			
	V1F4B1	3,7		3,6			
	V1F4B2	3,7		3,5			
	V1F4B3	3,9		3,7			
	V1F4B4	3,6		3,7			
	V1F5B1	3,8		3,5			
	V1F5B2	3,9		3,7			
	V1F5B3	3,9		3,9			
	V1F5B4	3,7	3,7	3,8	3,7	3,8	
V2	V2F1B1	4,1		3,9			
	V2F1B2	3,9		3,9			
	V2F1B3	2,8		3,9			
	V2F1B4	3,3		3,3			
	V2F2B1	3,7		3,7			
	V2F2B2	3,6		3,7			
	V2F2B3	3,6		3,7			
	V2F2B4	3,6		3,6			
	V2F3B1	3,4		4,0			
	V2F3B2	3,7		3,7			
	V2F3B3	4,0		4,1			
	V2F3B4	3,2		3,5			
	V2F4B1	3,5		3,6			
	V2F4B2	3,9		4,1			
	V2F4B3	3,4		3,4			
	V2F4B4	3,3		3,5			
V2F5B1	4,3		4,1				
V2F5B2	3,7		3,7				
V2F5B3	3,8		4,3				
V2F5B4	4,1	3,7	4,0	3,8	3,8		
V3a	V3F1B1			3,8		3,8	
	V3F1B2			3,8		3,8	
	V3F1B3			3,7		3,8	
	V3F1B4			3,7		3,8	
	V3F2B1			3,8		3,8	
	V3F2B2			3,8		3,9	
	V3F2B3			3,5		3,7	
	V3F2B4			3,7	3,7	3,8	3,8
V3b	V3F3B1			3,7		3,8	
	V3F3B2			3,4		3,5	
	V3F3B3			4,1		4,2	
	V3F3B4			3,5		3,7	
	V3F4B1			3,6		3,7	
V3c	V3F4B2			4,1	3,7	4,0	3,8
	V3F4B3			3,7		3,7	
	V3F4B4			3,9		3,9	
	V3F5B1			3,8		3,8	
V3d	V3F5B2			4,1	3,8	4,3	3,9
	V3F5B3			3,9		4,0	
	V3F5B4			3,7	3,8	3,8	3,9

Tabelle A 1: Bodenchemie, pH-Werte (0,01 M CaCl₂), (Teil 2)

Varianten/ Teil- varianten	BB- Plot	2006		2009		2010	
		BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante
V4	V4F1B1			3,9		4,1	
	V4F1B2			3,9		4,1	
	V4F1B3			3,9		3,9	
	V4F1B4			3,7		3,9	
	V4F2B1			4,0		4,0	
	V4F2B2			4,0		4,1	
	V4F2B3			4,0		4,1	
	V4F2B4			4,2		4,4	
	V4F3B1			4,2		4,4	
	V4F3B2			4,1		4,3	
	V4F3B3			4,2		4,5	
	V4F3B4			4,7		4,3	
	V4F4B1			4,1		4,1	
	V4F4B2			4,3		4,2	
	V4F4B3			4,2		4,2	
	V4F4B4			4,4		4,4	
V4F5B1			4,4		4,4		
V4F5B2			4,4		4,7		
V4F5B3			4,3		4,2		
V4F5B4			4,3	4,2	4,2	4,2	
V5	V5F1B1	4,4		4,2			
	V5F1B2	3,9		4,1			
	V5F1B3	4,3		4,5			
	V5F1B4	4,2		3,9			
	V5F2B1	4,1		4,2			
	V5F2B2	4,2		3,8			
	V5F2B3	3,9		3,7			
	V5F2B4	4,0		3,9			
	V5F3B1	3,9		3,8			
	V5F3B2	4,2		4,1			
	V5F3B3	3,9		3,9			
	V5F3B4	4,0		4,0			
	V5F4B1	3,9		4,2			
	V5F4B2	3,9		3,8			
	V5F4B3	4,4		4,2			
	V5F4B4	4,6		4,3			
V5F5B1	4,2		3,4				
V5F5B2	3,8		3,9				
V5F5B3	3,9		3,6				
V5F5B4	3,8	4,1	4,1	3,6	4,0	4,0	
V6a	V6F1B1	4,1		4,1			
	V6F1B2	4,0		4,1			
	V6F1B3	4,4		4,4			
	V6F1B4	4,3		4,5			
V6b	V6F2B1	4,2		4,1			
	V6F2B2	4,3		3,9			
	V6F2B3	3,4		3,4			
	V6F2B4	4,1	4,1	3,9	4,1		
V6c	V6F3B1	3,8		3,8			
	V6F3B2	3,8		3,7			
	V6F3B3	3,7		3,7			
	V6F3B4	3,7	3,7	3,8	3,7		
V6d	V6F4B1	4,1		4,4			
	V6F4B2	4,0		4,4			
	V6F4B3	3,6		3,9			
	V6F4B4	3,5		3,8			
V6e	V6F5B1	3,8		3,8			
	V6F5B2	3,9		3,8			
	V6F5B3	4,1		3,9			
	V6F5B4	3,9	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0
V7a	V7F1B1	3,4		3,9			
	V7F1B4	4,5		4,0			
	V7F2B1	3,6		3,5			
	V7F2B4	3,4	3,7	3,4	3,7		
V7b	V7F3B1	3,1		3,1			
	V7F3B2	3,0		3,1			
	V7F3B3	3,1		3,1			
	V7F3B4	3,1	3,1	3,2	3,1		
V7c	V7F4B1	4,5		3,6			
	V7F4B2	3,6		3,4			
	V7F5B1	3,2		3,4			
	V7F5B2	-	3,8	3,3	3,4		
V7d	V7F6B1	4,6		4,4			
	V7F6B2	4,6	4,6	4,2	4,6		
V7e	V7F7B1	4,1		4,0			
	V7F7B2	4,0		4,0			
	V7F7B3	3,9		3,6			
	V7F7B4	3,9		3,7			
	V7F8B1	4,2		4,2			
	V7F8B2	4,3	4,1	3,8	4,1	3,9	3,7

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 2: Bodenchemie, Kalium-Werte (mg K / 100 ml Boden), (Teil 1)

Varianten/ Teil-varianten		2006		2009		2010	
BB-Plot	Teil-Variante	BB-Plot	Variante	BB-Plot	Teil-Variante	BB-Plot	Teil-Variante
V1a	V1F1B1	6		9			
	V1F1B2	9		6			
	V1F1B3	8		12			
	V1F1B4	12		8			
	V1F2B1	5		5			
	V1F2B2	8		5			
	V1F2B3	7		8			
	V1F2B4	9	8	7	7		
V1b	V1F3B1	8		7			
	V1F3B2	10		8			
	V1F3B3	8		6			
	V1F3B4	9		7			
	V1F4B1	9		8			
	V1F4B2	8		8			
	V1F4B3	10		3			
	V1F4B4	8		4			
	V1F5B1	7		6			
	V1F5B2	8		5			
	V1F5B3	8		3			
	V1F5B4	7	8	5	6	6	
V2	V2F1B1	3		3			
	V2F1B2	3		3			
	V2F1B3	3		2			
	V2F1B4	3		1			
	V2F2B1	3		2			
	V2F2B2	3		2			
	V2F2B3	6		3			
	V2F2B4	5		2			
	V2F3B1	4		2			
	V2F3B2	3		3			
	V2F3B3	4		3			
	V2F3B4	4		4			
	V2F4B1	4		3			
	V2F4B2	4		2			
	V2F4B3	3		2			
	V2F4B4	3		2			
V2F5B1	5		1				
V2F5B2	5		-				
V2F5B3	2		2				
V2F5B4	3	4	2	2	2		
V3a	V3F1B1			5		2	
	V3F1B2			7		3	
	V3F1B3			6		3	
	V3F1B4			5		4	
	V3F2B1			4		5	
	V3F2B2			5		2	
	V3F2B3			5		4	
	V3F2B4			4	5	5	3
V3b	V3F3B1			3		3	
	V3F3B2			4		3	
	V3F3B3			5		2	
	V3F3B4			7		4	
	V3F4B1			5		3	
V3c	V3F4B2			4	5	3	3
	V3F4B3			4		4	
	V3F4B4			5		7	
	V3F5B1			4		4	
V3d	V3F5B2			4	4	2	4
	V3F5B3			5		2	
	V3F5B4			5	5	3	3

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flutterbinsen-Problematik

Tabelle A 2: Bodenchemie, Kalium-Werte (mg K / 100 ml Boden), (Teil 2)

Varianten/ Teil- varianten	BB- Plot	2006		2009		2010		
		BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	
V4	V4F1B1			13		2		
	V4F1B2			6		3		
	V4F1B3			4		1		
	V4F1B4			8		3		
	V4F2B1			6		4		
	V4F2B2			8		5		
	V4F2B3			6		5		
	V4F2B4			7		5		
	V4F3B1			9		5		
	V4F3B2			6		3		
	V4F3B3			7		4		
	V4F3B4			4		1		
	V4F4B1			9		4		
	V4F4B2			6		3		
	V4F4B3			7		6		
	V4F4B4			8		3		
V4F5B1			8		3			
V4F5B2			5		5			
V4F5B3			7		4			
V4F5B4			7	7	7	6	4	4
V5	V5F1B1	11		6				
	V5F1B2	7		6				
	V5F1B3	6		5				
	V5F1B4	12		6				
	V5F2B1	6		4				
	V5F2B2	6		4				
	V5F2B3	6		6				
	V5F2B4	7		5				
	V5F3B1	6		5				
	V5F3B2	8		4				
	V5F3B3	7		3				
	V5F3B4	7		6				
	V5F4B1	7		5				
	V5F4B2	7		5				
	V5F4B3	6		4				
	V5F4B4	5		6				
V5F5B1	6		3					
V5F5B2	8		5					
V5F5B3	7		5					
V5F5B4	7	7	7	5	5	5		
V6a	V6F1B1	7		6				
	V6F1B2	7		7				
	V6F1B3	8		7				
	V6F1B4	6		6				
V6b	V6F2B1	7		5				
	V6F2B2	7		9				
	V6F2B3	11		7				
	V6F2B4	6	7	4	6			
V6c	V6F3B1	8		6				
	V6F3B2	8		5				
	V6F3B3	11		6				
	V6F3B4	7	8	8	6			
V6d	V6F4B1	5		6				
	V6F4B2	6		6				
	V6F4B3	4		5				
	V6F4B4	4		8				
V6e	V6F5B1	4		6				
	V6F5B2	4		6				
	V6F5B3	6		5				
	V6F5B4	5	5	7	7	6	6	
V7a	V7F1B1	12		13				
	V7F1B4	8		10				
	V7F2B1	12		7				
	V7F2B4	12	11	7	9			
V7b	V7F3B1	9		7				
	V7F3B2	8		7				
	V7F3B3	5		4				
	V7F3B4	12	9	6	6			
V7c	V7F4B1	13		5				
	V7F4B2	4		8				
	V7F5B1	3		4				
	V7F5B2	-	7	5	6			
V7d	V7F6B1	4		4				
	V7F6B2	6	5	4	4			
V7e	V7F7B1	5		2				
	V7F7B2	6		3				
	V7F7B3	7		4				
	V7F7B4	6		4				
	V7F8B1	6		4				
	V7F8B2	6	6	8	5	4	6	

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flutterbinsen-Problematik

Tabelle A 3: Bodenchemie, Phosphor-Werte (mg P / 100 ml Boden), (Teil 1)

Varianten/ Teil-varianten		2006		2009		2010											
BB-Plot	Teil-Variante	BB-Plot	Teil-Variante	BB-Plot	Teil-Variante	BB-Plot	Teil-Variante										
Gehaltsklassen: <table border="1" style="display: inline-table; margin-left: 20px;"> <tr><td>A</td><td>≤ 1</td></tr> <tr><td>B</td><td>2</td></tr> <tr><td>C</td><td>3 - 4</td></tr> <tr><td>D</td><td>5 - 6</td></tr> <tr><td>E</td><td>7 - 13</td></tr> </table> mg P / 100 ml Boden								A	≤ 1	B	2	C	3 - 4	D	5 - 6	E	7 - 13
A	≤ 1																
B	2																
C	3 - 4																
D	5 - 6																
E	7 - 13																
V1a	V1F1B1	2		2													
	V1F1B2	3		1													
	V1F1B3	3		2													
	V1F1B4	4		2													
	V1F2B1	2		1													
	V1F2B2	3		3													
	V1F2B3	3		2													
	V1F2B4	4	3	2	2												
	V1F3B1	4		2													
	V1F3B2	4		1													
V1b	V1F3B3	4		1													
	V1F3B4	4		2													
	V1F4B1	3		2													
	V1F4B2	3		1													
	V1F4B3	3		2													
	V1F4B4	3		2													
	V1F5B1	3		2													
	V1F5B2	3		2													
	V1F5B3	4		2													
	V1F5B4	3	3	2	2	2											
V2	V2F1B1	1		1													
	V2F1B2	1		1													
	V2F1B3	2		2													
	V2F1B4	2		1													
	V2F2B1	2		1													
	V2F2B2	1		1													
	V2F2B3	3		2													
	V2F2B4	2		1													
	V2F3B1	2		1													
	V2F3B2	1		1													
	V2F3B3	2		1													
	V2F3B4	2		2													
	V2F4B1	2		1													
	V2F4B2	2		1													
	V2F4B3	2		1													
	V2F4B4	1		1													
V2F5B1	2		1														
V2F5B2	2		1														
V2F5B3	1		1														
V2F5B4	1	2	1	1	1												
V3a	V3F1B1			2		1											
	V3F1B2			2		1											
	V3F1B3			2		1											
	V3F1B4			2		1											
	V3F2B1			2		1											
	V3F2B2			1		1											
	V3F2B3			1		1											
	V3F2B4			1	2	1											
V3b	V3F3B1			1		2											
	V3F3B2			2		2											
	V3F3B3			2		1											
	V3F3B4			2		2											
V3c	V3F4B1			2		1											
	V3F4B2			2	2	2	1										
	V3F4B3			2		2											
	V3F4B4			2		2											
V3d	V3F5B1			1		2											
	V3F5B2			2	2	1	2										
	V3F5B3			2		1											
	V3F5B4			2	2	2	1										

Tabelle A 3: Bodenchemie, Phosphor-Werte (mg P / 100 ml Boden), (Teil 2)

Varianten/ Teil- varianten	BB- Plot	2006		2009		2010		
		BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	
V4	V4F1B1			3		1		
	V4F1B2			2		1		
	V4F1B3			2		1		
	V4F1B4			2		2		
	V4F2B1			2		2		
	V4F2B2			2		2		
	V4F2B3			2		2		
	V4F2B4			2		2		
	V4F3B1			2		2		
	V4F3B2			2		2		
	V4F3B3			2		2		
	V4F3B4			3		1		
	V4F4B1			2		2		
	V4F4B2			2		2		
	V4F4B3			2		2		
	V4F4B4			2		1		
	V4F5B1			2		1		
V4F5B2			1		2			
V4F5B3			2		2			
V4F5B4			2	2	2	2		
V5	V5F1B1	4		2				
	V5F1B2	3		2				
	V5F1B3	4		4				
	V5F1B4	4		3				
	V5F2B1	2		2				
	V5F2B2	3		2				
	V5F2B3	2		3				
	V5F2B4	3		2				
	V5F3B1	3		2				
	V5F3B2	4		3				
	V5F3B3	8		6				
	V5F3B4	6		6				
	V5F4B1	5		5				
	V5F4B2	5		5				
	V5F4B3	2		2				
	V5F4B4	3		2				
	V5F5B1	2		2				
V5F5B2	4		4					
V5F5B3	4		3					
V5F5B4	4	4	3	3	3			
V6a	V6F1B1	4		3				
	V6F1B2	3		3				
	V6F1B3	5		3				
	V6F1B4	3		3				
	V6F2B1	3		2				
	V6F2B2	4		3				
	V6F2B3	3		2				
	V6F2B4	5	4	2	3			
	V6b	V6F3B1	3		2			
		V6F3B2	3		2			
		V6F3B3	4		3			
		V6F3B4	3	3	3	2		
	V6c	V6F4B1	3		3			
		V6F4B2	5		5			
		V6F4B3	3		4			
		V6F4B4	2		3			
		V6F5B1	3		3			
V6F5B2	4		4					
V6F5B3	4		3					
V6F5B4	3	3	5	4	3			
V7a	V7F1B1	4		3				
	V7F1B4	6		6				
	V7F2B1	4		7				
	V7F2B4	6	5	3	5			
	V7b	V7F3B1	3		3			
V7F3B2		2		1				
V7F3B3		2		1				
V7F3B4		3	2	2	2			
V7c		V7F4B1	11		2			
	V7F4B2	3		3				
	V7F5B1	2		1				
	V7F5B2	-	5	3	2			
V7d	V7F6B1	3		3				
	V7F6B2	3	3	2	3			
V7e	V7F7B1	2		1				
	V7F7B2	3		1				
	V7F7B3	3		2				
	V7F7B4	3		2				
	V7F8B1	2		2				
	V7F8B2	3	3	3	2	3		

Tabelle A 4: Bodenchemie, C/N-Verhältnis, (Teil 1)

Varianten/ Teil- varianten	BB- Plot	2006		2009		2010		
		BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	
V1a	V1F1B1	24,3		24,1				
	V1F1B2	21,7		25,2				
	V1F1B3	23,1		22,8				
	V1F1B4	25,1		26,1				
	V1F2B1	22,6		22,1				
	V1F2B2	20,8		19,7				
	V1F2B3	21,3		25,8				
	V1F2B4	18,2	22,1	20,7	23,3			
	V1F3B1	24,4		19,6				
	V1F3B2	22,9		28,2				
V1b	V1F3B3	22,8		26,1				
	V1F3B4	23,5		23,1				
	V1F4B1	26,7		26,5				
	V1F4B2	22,4		26,6				
	V1F4B3	23,6		24,3				
	V1F4B4	19,4		24,8				
	V1F5B1	25,8		26,2				
	V1F5B2	22,6		22,7				
	V1F5B3	21,8		22,3				
	V1F5B4	24,0	23,3	22,9	26,3	24,7	24,2	
V2	V2F1B1	21,1		21,4				
	V2F1B2	20,2		22,0				
	V2F1B3	24,3		25,1				
	V2F1B4	27,7		32,5				
	V2F2B1	23,0		23,6				
	V2F2B2	25,5		23,6				
	V2F2B3	21,7		22,3				
	V2F2B4	23,2		24,2				
	V2F3B1	20,4		22,8				
	V2F3B2	21,0		23,5				
	V2F3B3	19,1		17,7				
	V2F3B4	23,3		24,8				
	V2F4B1	22,9		25,8				
	V2F4B2	23,1		23,6				
	V2F4B3	30,1		25,1				
	V2F4B4	26,0		22,2				
V2F5B1	20,1		18,3					
V2F5B2	23,9		24,3					
V2F5B3	22,1		19,2					
V2F5B4	23,1	23,1	23,1	21,7	23,2	23,2		
V3a	V3F1B1			21,1			22,6	
	V3F1B2			19,9			25,5	
	V3F1B3			21,5			25,4	
	V3F1B4			21,2			22,3	
	V3F2B1			24,1			23,8	
	V3F2B2			23,4			24,9	
	V3F2B3			23,6			24,7	
V3F2B4			23,9	22,3		23,4	24,1	
V3b	V3F3B1			23,3			24,1	
	V3F3B2			23,4			24,5	
	V3F3B3			20,0			21,3	
	V3F3B4			20,9			22,5	
	V3F4B1			22,9			24,2	
V3c	V3F4B2			19,0	21,6		22,5	23,2
	V3F4B3			22,2			25,5	
	V3F4B4			18,9			22,2	
V3d	V3F5B1			20,8			22,2	
	V3F5B2			18,6	20,1		21,4	22,9
	V3F5B3			17,2			22,2	
V3F5B4			15,5	16,4	21,1	24,1	23,1	23,5

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 4: Bodenchemie, C/N-Verhältnis, (Teil 2)

Varianten/ Teil- varianten	BB- Plot	2006		2009			2010		
		BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante	BB- Plot	Teil- Variante Variante		
V4	V4F1B1			25,2			23,6		
	V4F1B2			26,4			23,6		
	V4F1B3			23,7			25,1		
	V4F1B4			25,8			22,5		
	V4F2B1			26,8			25,2		
	V4F2B2			27,1			28,0		
	V4F2B3			21,5			21,4		
	V4F2B4			22,3			20,2		
	V4F3B1			17,9			19,2		
	V4F3B2			19,5			18,5		
	V4F3B3			19,1			20,7		
	V4F3B4			20,0			22,0		
	V4F4B1			18,2			19,9		
	V4F4B2			17,3			18,6		
	V4F4B3			19,6			21,6		
	V4F4B4			18,6			19,1		
V4F5B1			18,1			19,8			
V4F5B2			17,7			18,8			
V4F5B3			18,1			19,9			
V4F5B4			18,9	21,1	21,1	20,1	21,4	21,4	
V5	V5F1B1	22,5		26,9					
	V5F1B2	28,6		25,0					
	V5F1B3	21,8		19,9					
	V5F1B4	19,9		24,9					
	V5F2B1	29,7		30,5					
	V5F2B2	23,0		26,4					
	V5F2B3	22,2		22,5					
	V5F2B4	28,8		23,0					
	V5F3B1	28,5		22,9					
	V5F3B2	22,0		21,6					
	V5F3B3	24,6		20,5					
	V5F3B4	22,8		19,6					
	V5F4B1	24,7		18,9					
	V5F4B2	23,2		19,8					
	V5F4B3	20,1		21,5					
	V5F4B4	27,1		24,2					
V5F5B1	25,4		26,9						
V5F5B2	24,7		24,9						
V5F5B3	25,9		24,2						
V5F5B4	22,9	24,4	24,4	28,2	23,6	23,6			
V6a	V6F1B1	22,6		27,5					
	V6F1B2	25,4		27,5					
	V6F1B3	21,7		24,9					
	V6F1B4	21,7		23,6					
	V6F2B1	25,2		26,6					
	V6F2B2	21,6		29,9					
	V6F2B3	30,3		33,9					
	V6F2B4	22,5	23,9	26,9	27,6				
	V6F3B1	22,2		25,6					
	V6F3B2	26,0		26,0					
	V6F3B3	21,8		28,6					
	V6F3B4	22,3	23,1	24,6	26,2				
	V6F4B1	27,0		25,9					
	V6F4B2	25,6		22,1					
	V6F4B3	29,2		24,9					
	V6F4B4	30,4		27,7					
V6F5B1	29,2		25,7						
V6F5B2	26,3		28,5						
V6F5B3	28,6		29,4						
V6F5B4	26,4	27,9	25,3	26,4	26,3	26,8			
V7a	V7F1B1	25,3		20,5					
	V7F1B4	20,2		22,7					
	V7F2B1	21,6		21,0					
	V7F2B4	19,7	21,7	25,0	22,3				
	V7F3B1	35,4		29,7					
	V7F3B2	29,7		29,6					
	V7F3B3	25,2		25,9					
	V7F3B4	27,3	29,4	30,3	28,9				
	V7F4B1	20,0		22,9					
	V7F4B2	22,5		24,2					
	V7F5B1	26,2		28,1					
	V7F5B2	24,5	22,9	24,6	25,0				
	V7F6B1	20,5		25,6					
	V7F6B2	20,5	22,5	27,8	26,7				
	V7F7B1	28,4		28,5					
	V7F7B2	24,8		29,3					
V7F7B3	23,5		28,7						
V7F7B4	23,3		28,3						
V7F8B1	22,7		27,0						
V7F8B2	25,4	24,7	24,5	25,7	27,9	26,3			

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 5: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2006 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	20	20	20	20	20	20	20	100	5
<i>Juncus effusus</i>	100	100	.	.	100	95	100	70,7	5
<i>Holcus lanatus</i>	100	75	.	.	65	100	65	57,9	5
<i>Rumex acetosa</i>	85	60	.	.	95	50	60	50,0	5
<i>Poa trivialis</i>	60	20	.	.	95	70	80	46,4	5
<i>Ranunculus repens</i>	35	5	.	.	100	75	40	36,4	5
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	30	60	.	.	75	30	5	28,6	5
<i>Cirsium palustre</i>	75	20	.	.	25	25	55	28,6	5
<i>Poa pratensis</i> agg.	35	50	.	.	35	50	30	28,6	5
<i>Holcus mollis</i>	90	35	.	.	25	25	15	27,1	5
<i>Cerastium holosteoides</i>	35	5	.	.	45	50	35	24,3	5
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	20	10	.	.	85	45	5	23,6	5
<i>Agrostis capillaris</i>	.	25	.	.	100	85	45	36,4	4
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	20	.	.	.	25	70	25	20,0	4
<i>Silene flos-cuculi</i>	5	5	.	.	15	20	.	6,4	4
<i>Lotus pedunculatus</i>	.	5	.	.	15	5	5	4,3	4
<i>Festuca rubra</i>	.	.	.	.	60	15	50	17,9	3
<i>Trifolium repens</i>	5	.	.	.	55	60	.	17,1	3
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	5	25	40	10,0	3
<i>Epilobium tetragonum</i>	.	.	.	.	5	20	45	10,0	3
<i>Elymus repens</i>	.	.	.	.	5	20	35	8,6	3
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	10	40	.	.	.	5	.	7,9	3
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	.	.	5	10	35	7,1	3
<i>Rumex acetosella</i>	.	5	.	.	.	5	20	4,3	3
<i>Rumex crispus</i>	10	.	.	.	.	5	15	4,3	3
<i>Luzula multiflora</i>	5	15	.	.	.	.	5	3,6	3
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	.	75	.	40	16,4	2
<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	25	20	.	6,4	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	10	35	.	6,4	2
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	30	5	5,0	2
<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	.	15	15	.	4,3	2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	5	.	.	.	.	25	4,3	2
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	10	.	.	15	.	.	3,6	2
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	.	20	5	.	3,6	2
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	10	15	3,6	2
<i>Panicum hydropiper</i>	.	.	.	.	.	15	5	2,9	2
<i>Betula pubescens</i>	.	10	.	.	.	.	5	2,1	2
<i>Hypochaeris radicata</i>	10	5	.	.	.	.	.	2,1	2
<i>Phleum pratense</i>	5	.	.	.	.	10	.	2,1	2
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	10	5	.	2,1	2
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	5	5	1,4	2
<i>Eriophorum angustifolium</i>	5	5	.	.	.	.	.	1,4	2
<i>Galium aparine</i> agg.	.	.	.	.	5	.	5	1,4	2
<i>Galium palustre</i> agg.	.	5	.	.	5	.	.	1,4	2
<i>Hieracium species</i>	.	.	.	.	.	5	5	1,4	2
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	.	.	5	5	1,4	2
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	35	.	5,0	1
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	.	.	.	.	.	.	25	3,6	1
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	.	.	15	.	2,1	1
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
<i>Carex species</i>	.	10	.	.	.	.	.	1,4	1
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	10	.	.	1,4	1
<i>Galium saxatile</i>	.	10	.	.	.	.	.	1,4	1
<i>Glyceria fluitans</i>	10	.	.	.	.	.	.	1,4	1
<i>Salix species</i>	.	10	.	.	.	.	.	1,4	1
<i>Stellaria media</i>	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Carex canescens</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Erica tetralix</i>	.	5	.	.	.	.	.	0,7	1
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Mentha species</i>	.	5	.	.	.	.	.	0,7	1
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	.	5	.	0,7	1
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
Artenzahl	21	28	0	0	35	41	36		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 6: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2007 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	20	20	20	20	20	20	20	100	5
<i>Juncus effusus</i>	100	100	.	.	100	90	90	68,6	5
<i>Holcus lanatus</i>	85	95	.	.	90	100	85	65,0	5
<i>Poa trivialis</i>	70	30	.	.	90	80	65	47,9	5
<i>Rumex acetosa</i>	75	60	.	.	95	50	70	50,0	5
<i>Ranunculus repens</i>	45	5	.	.	95	75	45	37,9	5
<i>Holcus mollis</i>	90	40	.	.	35	30	20	30,7	5
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	60	40	.	.	85	30	5	31,4	5
<i>Agrostis capillaris</i>	5	25	.	.	95	80	65	38,6	5
<i>Cirsium palustre</i>	65	25	.	.	15	25	30	22,9	5
<i>Poa pratensis</i> agg.	60	10	.	.	30	65	40	29,3	5
<i>Cerastium holosteoides</i>	70	5	.	.	70	50	40	33,6	5
<i>Festuca rubra</i>	10	5	.	.	65	25	45	21,4	5
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	35	5	.	.	95	35	.	24,3	4
<i>Epilobium tetragonum</i>	.	5	.	.	15	15	35	10,0	4
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	35	.	.	.	45	60	15	22,1	4
<i>Trifolium repens</i>	10	.	.	.	55	80	.	20,7	3
<i>Rumex crispus</i>	5	.	.	.	.	10	30	6,4	3
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	.	60	5	25	12,9	3
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	10	20	30	8,6	3
<i>Lotus pedunculatus</i>	.	5	.	.	15	10	5	5,0	4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	5	45	.	.	.	5	.	7,9	3
<i>Silene flos-cuculi</i>	5	.	.	.	15	15	.	5,0	3
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	.	20	5	.	3,6	2
<i>Alopecurus geniculatus</i>	5	.	.	.	15	5	.	3,6	3
<i>Rumex obtusifolius</i>	5	.	.	.	5	15	30	7,9	4
<i>Elymus repens</i>	.	.	.	.	.	20	20	5,7	2
<i>Rumex acetosella</i>	.	15	.	.	5	10	20	7,1	4
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	5	5	5	2,1	3
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	.	.	.	35	.	.	5,0	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.	.	25	3,6	1
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	.	.	.	.	5	25	4,3	2
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	.	10	20	5	5,0	3
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	.	5	.	0,7	1
<i>Prunus serotina</i>	5	.	.	.	.	5	.	1,4	2
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	10	35	.	6,4	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	10	35	.	6,4	2
<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	.	20	5	.	3,6	2
<i>Galium saxatile</i>	.	15	.	.	.	.	.	2,1	1
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	.	15	10	.	3,6	2
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	.	.	15	10	3,6	2
<i>Luzula multiflora</i>	.	15	.	.	.	.	.	2,1	1
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	5	15	2,9	2
<i>Betula pubescens</i>	.	5	.	.	.	.	10	2,1	2
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,0	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	10	5	2,1	2
<i>Galium palustre</i>	.	10	.	.	5	.	.	2,1	2
<i>Hypochaeris radicata</i>	5	5	.	.	.	.	.	1,4	2
<i>Senecio sylvaticus</i>	.	.	.	.	.	5	.	0,7	1
<i>Stellaria media</i>	.	.	.	.	5	5	.	1,4	2
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Persicaria lapathifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,0	0
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,0	0
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	.	.	.	.	.	.	10	1,4	1
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.	10	1,4	1
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	0,0	0
<i>Achillea ptarmica</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Betula pendula</i>	.	.	.	.	.	5	.	0,7	1
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,0	0
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Eriophorum angustifolium</i>	5	.	.	.	.	.	.	0,7	1
<i>Frangula alnus</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,0	0
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
Artenzahl	23	22	0	0	34	42	36		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 7: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2008 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	20	20	20	20	20	20	20	140	7
<i>Juncus effusus</i>	95	100	100	95	100	85	90	95,0	7
<i>Holcus lanatus</i>	95	15	100	100	90	100	100	85,7	7
<i>Poa trivialis</i>	85	5	80	75	70	85	80	68,6	7
<i>Rumex acetosa</i>	80	30	80	65	90	55	60	65,7	7
<i>Cirsium palustre</i>	65	30	90	5	25	45	70	47,1	7
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	60	5	50	85	80	30	5	45,0	7
<i>Ranunculus repens</i>	35	.	40	100	95	85	45	57,1	6
<i>Cerastium holosteoides</i>	80	.	95	40	60	85	35	56,4	6
<i>Agrostis capillaris</i>	.	15	25	70	95	95	70	52,9	6
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	35	.	10	95	85	40	5	38,6	6
<i>Poa pratensis</i> agg.	35	.	15	60	35	45	50	34,3	6
<i>Holcus mollis</i>	55	.	40	45	25	25	25	30,7	6
<i>Rumex obtusifolius</i>	10	.	50	5	5	20	45	19,3	6
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	10	.	30	10	20	50	5	17,9	6
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	5	.	15	35	30	5	25	16,4	6
<i>Trifolium repens</i>	.	.	20	15	25	50	5	16,4	5
<i>Silene flos-cuculi</i>	5	.	5	55	15	20	.	14,3	5
<i>Rumex crispus</i>	10	.	40	.	5	5	15	10,7	5
<i>Lotus pedunculatus</i>	10	.	20	.	15	15	5	9,3	5
<i>Festuca rubra</i>	.	.	45	.	75	30	30	25,7	4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	10	10	70	.	.	5	.	13,6	4
<i>Luzula multiflora</i>	20	20	45	.	.	10	.	13,6	4
<i>Alopecurus geniculatus</i>	5	.	.	55	25	5	.	12,9	4
<i>Epilobium tetragonum</i>	.	.	30	.	10	5	10	7,9	4
<i>Rumex acetosella</i>	.	5	15	.	.	5	20	6,4	4
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	.	75	5	45	17,9	3
<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	.	25	10	10	6,4	3
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	10	15	15	5,7	3
<i>Urtica dioica</i>	.	.	15	.	.	10	10	5,0	3
<i>Galium saxatile</i>	.	15	10	.	.	.	5	4,3	3
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	5	5	.	15	.	3,6	3
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	5	10	10	.	.	3,6	3
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	5	5	.	10	.	2,9	3
<i>Dryopteris carthusiana</i>	5	5	.	.	.	.	10	2,9	3
<i>Potentilla erecta</i>	5	.	5	.	.	5	.	2,1	3
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	15	35	.	7,1	2
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	30	10	.	5,7	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	25	10	.	.	5,0	2
<i>Elymus repens</i>	.	.	.	.	.	5	20	3,6	2
<i>Galium palustre</i>	.	10	.	5	.	.	.	2,1	2
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	10	5	.	.	2,1	2
<i>Stellaria media</i>	5	.	10	.	.	.	.	2,1	2
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	5	10	.	2,1	2
<i>Stellaria alsine</i>	.	.	5	.	.	5	.	1,4	2
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	.	.	5	5	1,4	2
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	40	.	5,7	1
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	20	.	.	.	.	2,9	1
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	15	.	.	.	.	2,1	1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	15	.	2,1	1
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	15	.	.	.	2,1	1
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	15	.	.	.	.	2,1	1
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	10	1,4	1
<i>Epilobium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	10	1,4	1
<i>Achillea ptarmica</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Ceratocapnos claviculata</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	5	.	.	.	.	0,7	1
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	.	5	.	0,7	1
<i>Hieracium species</i>	.	.	5	.	.	.	.	0,7	1
<i>Poa annua</i>	.	.	5	.	.	.	.	0,7	1
<i>Prunus serotina</i>	.	.	.	.	.	5	.	0,7	1
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Veronica arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
Artenzahl	23	13	38	25	34	42	35		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 8: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2009 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	20	20	20	20	20	20	20	140	7
<i>Juncus effusus</i>	95	100	100	65	100	90	85	90,7	7
<i>Holcus lanatus</i>	85	30	100	100	100	100	95	87,1	7
<i>Rumex acetosa</i>	95	65	85	80	95	50	70	77,1	7
<i>Agrostis capillaris</i>	10	15	55	85	100	80	55	57,1	7
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	50	20	40	80	90	30	5	45,0	7
<i>Holcus mollis</i>	80	10	60	65	35	20	35	43,6	7
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	35	5	10	95	85	30	10	38,6	7
<i>Poa trivialis</i>	85	.	55	90	80	75	75	65,7	6
<i>Ranunculus repens</i>	45	.	40	100	100	60	55	57,1	6
<i>Cerastium holosteoides</i>	85	.	85	15	60	95	30	52,9	6
<i>Cirsium palustre</i>	55	55	80	.	30	20	60	42,9	6
<i>Poa pratensis</i> agg.	25	.	20	90	25	50	60	38,6	6
<i>Trifolium repens</i>	5	.	30	45	35	65	10	27,1	6
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	20	.	30	50	55	20	5	25,7	6
<i>Rumex acetosella</i>	.	20	40	.	5	5	20	12,9	5
<i>Silene flos-cuculi</i>	.	5	5	40	15	15	.	11,4	5
<i>Lotus pedunculatus</i>	10	.	20	.	15	15	5	9,3	5
<i>Festuca rubra</i>	.	.	55	.	85	25	55	31,4	4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	10	45	80	.	.	5	.	20,0	4
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	50	20	.	20	40	18,6	4
<i>Rumex crispus</i>	5	.	60	.	.	10	25	14,3	4
<i>Luzula multiflora</i>	25	15	35	.	.	.	10	12,1	4
<i>Galium saxatile</i>	5	45	20	.	.	.	10	11,4	4
<i>Carex ovalis</i>	.	.	5	.	35	10	10	8,6	4
<i>Epilobium</i> spp.	.	.	25	.	5	15	5	7,1	4
<i>Galium palustre</i>	.	25	.	5	5	5	.	5,7	4
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	5	10	15	5	.	5,0	4
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	10	5	.	.	15	5	5,0	4
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	.	85	15	45	20,7	3
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	20	25	30	.	.	10,7	3
<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	50	.	5	5	8,6	3
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	.	.	35	.	5	10	7,1	3
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	5	15	30	.	7,1	3
<i>Dryopteris carthusiana</i>	5	30	.	.	.	.	5	5,7	3
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	10	10	15	5,0	3
<i>Prunus serotina</i>	10	15	.	.	.	.	5	4,3	3
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	.	20	.	.	5	5	4,3	3
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	5	5	.	10	.	2,9	3
<i>Urtica dioica</i>	.	.	10	.	.	5	5	2,9	3
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	5	5	.	5	2,1	3
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	.	.	40	10	7,1	2
<i>Elymus repens</i>	.	.	.	10	.	.	25	5,0	2
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	30	.	.	5	.	5,0	2
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	5	25	.	.	.	.	4,3	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	20	5	.	.	3,6	2
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	5	10	.	2,1	2
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	5	5	.	1,4	2
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	.	5	.	.	.	.	5	1,4	2
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	30	.	4,3	1
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	30	.	.	.	4,3	1
<i>Stellaria media</i>	.	.	30	.	.	.	.	4,3	1
<i>Agrostis canina</i>	.	.	.	.	20	.	.	2,9	1
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	15	.	.	.	.	2,1	1
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	15	.	.	.	2,1	1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	10	1,4	1
<i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	.	10	.	.	1,4	1
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	.	5	.	0,7	1
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	5	.	.	.	0,7	1
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	5	.	.	0,7	1
<i>Erica tetralix</i>	.	5	.	.	.	.	.	0,7	1
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Stellaria alsine</i>	.	.	5	.	.	.	.	0,7	1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	5	.	.	.	.	0,7	1
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
Artenzahl	21	20	37	28	33	42	40		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 9: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen 2010 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	20	20	20	20	20	20	20	140	7
<i>Juncus effusus</i>	91,7	100	100	80	100	90	90	93,1	7
<i>Holcus lanatus</i>	91,7	20	100	90	95	100	95	84,5	7
<i>Rumex acetosa</i>	91,7	40	100	75	100	70	85	80,2	7
<i>Poa trivialis</i>	91,7	10	60	85	50	80	75	64,5	7
<i>Agrostis capillaris</i>	16,7	15	65	85	100	85	70	62,4	7
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	25	10	70	85	95	40	25	50,0	7
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	25	10	30	95	95	45	15	45,0	7
<i>Ranunculus repens</i>	16,7	.	50	90	100	80	70	58,1	6
<i>Cerastium holosteoides</i>	41,7	.	100	30	70	75	40	51,0	6
<i>Poa pratensis</i> agg.	50	.	25	90	55	65	65	50,0	6
<i>Cirsium palustre</i>	91,7	30	80	.	20	35	65	46,0	6
<i>Holcus mollis</i>	50	.	65	70	20	10	35	35,7	6
<i>Festuca rubra</i>	8,33	5	55	.	85	30	60	34,8	6
<i>Rumex obtusifolius</i>	8,33	.	50	10	5	5	30	15,5	6
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	45	55	70	45	10	32,1	5
<i>Trifolium repens</i>	.	.	30	60	30	70	20	30,0	5
<i>Luzula multiflora</i>	25	15	75	.	.	10	10	19,3	5
<i>Rumex acetosella</i>	.	25	60	.	5	5	20	16,4	5
<i>Silene flos-cuculi</i>	.	5	.	40	20	20	5	12,9	5
<i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	15	10	20	15	5	9,3	5
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	5	80	10	45	20,0	4
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	20	40	30	5	.	13,6	4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	8,33	15	65	.	.	5	.	13,3	4
<i>Rumex crispus</i>	.	.	35	.	5	10	25	10,7	4
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	.	.	30	5	10	15	8,6	4
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	25	10	10	5	7,1	4
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	5	15	15	5	5,7	4
<i>Galium palustre</i>	.	20	5	.	5	5	.	5,0	4
<i>Galium saxatile</i>	.	40	30	.	.	.	10	11,4	3
<i>Lolium perenne</i>	.	.	5	25	.	40	.	10,0	3
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	5	15	35	.	7,9	3
<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	30	5	5	.	5,7	3
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	10	5	20	5,0	3
<i>Stellaria media</i>	.	.	25	.	.	5	5	5,0	3
<i>Epilobium</i> spp.	.	.	10	.	.	5	15	4,3	3
<i>Carex ovalis</i>	.	.	5	.	10	5	.	2,9	3
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	5	.	.	.	5	10	2,9	3
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	.	10	.	.	5	5	2,9	3
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	5	5	.	10	.	2,9	3
<i>Urtica dioica</i>	.	.	5	.	.	5	5	2,1	3
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	.	.	30	10	5,7	2
<i>Elymus repens</i>	.	.	.	15	.	.	25	5,7	2
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	5	25	.	.	.	.	4,3	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	20	10	.	.	4,3	2
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	15	.	.	5	.	2,9	2
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	10	5	.	.	2,1	2
<i>Veronica arvensis</i>	.	.	.	.	.	5	10	2,1	2
<i>Epilobium angustifolium</i>	8,33	.	.	.	.	5	.	1,9	2
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	5	.	.	.	5	1,4	2
<i>Luzula campestris</i>	.	.	.	.	.	5	5	1,4	2
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	45	.	.	.	6,4	1
<i>Agrostis canina</i>	.	.	.	.	25	.	.	3,6	1
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	25	.	.	.	3,6	1
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	20	.	.	2,9	1
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	15	2,1	1
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	.	.	.	.	.	.	10	1,4	1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
<i>Frangula alnus</i>	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	10	.	.	.	.	1,4	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Prunus serotina</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	5	.	0,7	1
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	5	.	.	.	.	.	0,7	1
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Calamagrostis canescens</i>	.	.	.	.	.	.	5	0,7	1
<i>Bromus racemosus</i>	.	.	.	5	.	.	.	0,7	1
Artenzahl	17	18	35	31	34	48	44		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 10: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2006 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	50	50	50	50	50	50	50	250	5
Juncus effusus	90	100	.	.	94	82	74	62,9	5
Holcus lanatus	86	70	.	.	52	94	52	50,6	5
Rumex acetosa	62	42	.	.	80	34	54	38,9	5
Poa trivialis	44	18	.	.	96	70	36	37,7	5
Ranunculus repens	28	4	.	.	90	52	28	28,9	5
Holcus mollis	80	52	.	.	16	14	8	24,3	5
Poa pratensis agg.	32	14	.	.	34	30	26	19,4	5
Cirsium palustre	22	18	.	.	6	12	28	12,3	5
Festuca rubra	2	6	.	.	42	8	20	11,1	5
Agrostis capillaris	.	30	.	.	74	56	30	27,1	4
Cerastium holosteoides	40	.	.	.	30	34	16	17,1	4
Anthoxanthum odoratum	10	36	.	.	46	14	.	15,1	4
Cardamine pratensis agg.	8	20	.	.	48	8	.	12,0	4
Taraxacum officinale agg.	2	.	.	.	8	30	4	6,3	4
Epilobium tetragonum	.	2	.	.	2	6	26	5,1	4
Agrostis stolonifera agg.	.	14	.	.	2	2	2	2,9	4
Rumex obtusifolius	2	.	.	.	2	4	6	2,0	4
Carex nigra	.	.	.	.	38	8	12	8,3	3
Trifolium repens	8	.	.	.	10	40	.	8,3	3
Lotus pedunculatus	.	.	.	.	6	8	6	2,9	3
Rumex acetosella	.	4	.	.	.	2	14	2,9	3
Alopecurus geniculatus	2	.	.	.	10	4	.	2,3	3
Stellaria graminea	.	.	.	.	2	6	8	2,3	3
Hydrocotyle vulgaris	6	30	.	.	.	.	.	5,1	2
Cirsium arvense	.	.	.	.	.	10	24	4,9	2
Luzula multiflora	8	10	.	.	.	.	.	2,6	2
Betula pubescens	.	10	.	.	.	.	8	2,6	2
Carex ovalis	.	.	.	.	10	4	.	2,0	2
Lysimachia vulgaris	.	.	.	.	4	10	.	2,0	2
Elymus repens	.	.	.	.	.	10	4	2,0	2
Urtica dioica	.	.	.	.	.	4	8	1,7	2
Galeopsis tetrahit	.	.	.	.	.	6	2	1,1	2
Dryopteris carthusiana	.	6	.	.	.	.	2	1,1	2
Trifolium pratense	.	.	.	.	2	6	.	1,1	2
Stellaria media	.	.	.	.	.	6	2	1,1	2
Festuca pratensis	.	.	.	.	2	4	.	0,9	2
Achillea millefolium	2	.	.	.	.	4	.	0,9	2
Galium saxatile	.	2	.	.	.	.	4	0,9	2
Rumex crispus	.	.	.	.	.	2	2	0,6	2
Galium palustre	.	2	.	.	2	.	.	0,6	2
Glyceria fluitans	2	2	.	.	.	.	.	0,6	2
Lolium perenne	.	.	.	.	.	26	.	3,7	1
Ceratocarpus claviculata	.	.	.	.	.	.	24	3,4	1
Ranunculus acris	.	.	.	.	12	.	.	1,7	1
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	12	.	.	1,7	1
Silene flos-cuculi	.	.	.	.	.	10	.	1,4	1
Eriophorum angustifolium	8	.	.	.	.	.	.	1,1	1
Epilobium palustre	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
Rubus idaeus	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
Sorbus aucuparia	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
Phleum pratense	.	.	.	.	.	4	.	0,6	1
Hypochaeris radicata	.	4	.	.	.	.	.	0,6	1
Epilobium angustifolium	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Persicaria hydropiper	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
Phalaris arundinacea	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
Achillea ptarmica	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
Viola arvensis	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
Bromus hordeaceus	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
Calamagrostis canescens	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Lamium album	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Lycopus europaeus	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Salix species	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
Carex species	.	2	.	.	.	.	.	0,3	1
Carex canescens	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
Molinia caerulea	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Leontodon autumnalis	2	.	.	.	.	.	.	0,3	1
Frangula alnus	.	2	.	.	.	.	.	0,3	1
Artenzahl	22	25	0	0	33	40	37		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 11: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2007 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	50	50	50	50	50	50	50	250	5
<i>Juncus effusus</i>	96	100			94	84	72	63,7	5
<i>Holcus lanatus</i>	94	54			66	96	60	52,9	5
<i>Rumex acetosa</i>	68	36			90	30	54	39,7	5
<i>Poa trivialis</i>	38	10			82	76	48	36,3	5
<i>Ranunculus repens</i>	36	2			90	48	40	30,9	5
<i>Agrostis capillaris</i>	2	20			80	60	42	29,1	5
<i>Poa pratensis</i> agg.	46	16			24	66	36	26,9	5
<i>Holcus mollis</i>	76	18			20	22	6	20,3	5
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	26	16			66	14	6	18,3	5
<i>Festuca rubra</i>	6	4			56	18	18	14,6	5
<i>Cirsium palustre</i>	28	18			2	6	10	9,1	5
<i>Cerastium holosteoides</i>	50				58	46	14	24,0	4
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	6	8			46	10		10,0	4
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	8				20	30	6	9,1	4
<i>Rumex acetosella</i>	2	4				2	24	4,6	4
<i>Rumex obtusifolius</i>	2				2	4	10	2,6	4
<i>Trifolium repens</i>	10				16	44		10,0	3
<i>Carex nigra</i>					32	2	16	7,1	3
<i>Lotus pedunculatus</i>					6	10	4	2,9	3
<i>Epilobium tetragonum</i>					2	6	8	2,3	3
<i>Lolium perenne</i>					4	32		5,1	2
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.		12				8		2,9	2
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	6	14						2,9	2
<i>Luzula multiflora</i>	12	8						2,9	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>					4	14		2,6	2
<i>Cirsium arvense</i>						12	4	2,3	2
<i>Elymus repens</i>						12	4	2,3	2
<i>Carex ovalis</i>					8	6		2,0	2
<i>Ranunculus acris</i>					12	2		2,0	2
<i>Stellaria graminea</i>						4	10	2,0	2
<i>Betula pubescens</i>		6					6	1,7	2
<i>Stellaria media</i>						10	2	1,7	2
<i>Urtica dioica</i>						4	8	1,7	2
<i>Alopecurus geniculatus</i>	4				6			1,4	2
<i>Dryopteris carthusiana</i>		6					4	1,4	2
<i>Festuca pratensis</i>					4	6		1,4	2
<i>Galium saxatile</i>		4					4	1,1	2
<i>Phleum pratense</i>					4	4		1,1	2
<i>Galium palustre</i>		4			2			0,9	2
<i>Ceratocarpus claviculata</i>							8	1,1	1
<i>Silene flos-cuculi</i>						8		1,1	1
<i>Deschampsia cespitosa</i>					6			0,9	1
<i>Eriophorum angustifolium</i>	6							0,9	1
<i>Hypochaeris radicata</i>		4						0,6	1
<i>Persicaria hydropiper</i>							4	0,6	1
<i>Prunus serotina</i>	4							0,6	1
<i>Rubus fruticosus</i> agg.							4	0,6	1
<i>Sorbus aucuparia</i>							4	0,6	1
<i>Achillea millefolium</i>						2		0,3	1
<i>Achillea ptarmica</i>					2			0,3	1
<i>Calamagrostis canescens</i>							2	0,3	1
<i>Carex canescens</i>		2						0,3	1
<i>Epilobium angustifolium</i>							2	0,3	1
<i>Epilobium palustre</i>							2	0,3	1
<i>Frangula alnus</i>		2						0,3	1
<i>Galeopsis tetrahit</i>							2	0,3	1
<i>Glyceria fluitans</i>		2						0,3	1
<i>Lamium album</i>							2	0,3	1
<i>Molinia caerulea</i>							2	0,3	1
<i>Phalaris arundinacea</i>					2			0,3	1
<i>Rumex crispus</i>							2	0,3	1
<i>Senecio jacobaea</i>						2		0,3	1
<i>Senecio sylvaticus</i>						2		0,3	1
<i>Trifolium pratense</i>						2		0,3	1
<i>Veronica serpyllifolia</i>						2		0,3	1
<i>Vicia cracca</i>							2	0,3	1
Artenzahl	22	24	0	0	30	38	38		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 12 : Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2008 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	50	50	50	50	50	50	50	350	7
Juncus effusus	98	100	96	90	98	86	64	90,3	7
Holcus lanatus	94	6	100	98	90	100	78	80,9	7
Poa trivialis	76	8	58	78	72	84	68	63,4	7
Rumex acetosa	74	10	14	58	88	40	48	47,4	7
Anthoxanthum odoratum	34	4	14	76	66	20	6	31,4	7
Holcus mollis	58	2	12	16	14	18	8	18,3	7
Ranunculus repens	36	.	34	88	88	56	28	47,1	6
Cerastium holosteoides	60	.	56	48	48	60	12	40,6	6
Agrostis capillaris	.	4	14	46	74	62	32	33,1	6
Poa pratensis agg.	38	.	14	48	40	46	24	30,0	6
Festuca rubra	4	.	34	4	46	16	22	18,0	6
Cirsium palustre	28	8	40	.	2	12	20	15,7	6
Taraxacum officinale agg.	4	.	6	8	8	26	2	7,7	6
Rumex obtusifolius	2	.	26	2	2	2	12	6,6	6
Cardamine pratensis agg.	6	.	10	66	58	12	.	21,7	5
Trifolium repens	6	.	12	10	14	44	.	12,3	5
Agrostis stolonifera agg.	.	4	6	20	6	.	16	7,4	5
Lotus pedunculatus	.	.	2	2	6	8	4	3,1	5
Carex nigra	.	.	.	2	36	4	18	8,6	4
Rumex acetosella	2	.	12	.	.	2	24	5,7	4
Alopecurus geniculatus	.	.	.	20	6	4	2	4,6	4
Epilobium tetragonum	.	.	16	2	.	6	4	4,0	4
Silene flos-cuculi	.	.	2	16	2	2	.	3,1	4
Galium saxatile	4	2	6	.	.	.	2	2,0	4
Galium palustre	.	2	2	4	2	.	.	1,4	4
Hydrocotyle vulgaris	4	8	46	.	.	.	.	8,3	3
Luzula multiflora	28	4	20	.	.	.	.	7,4	3
Ranunculus acris	.	.	2	4	14	.	.	2,9	3
Urtica dioica	.	.	4	.	.	4	10	2,6	3
Elymus repens	.	.	.	4	.	8	4	2,3	3
Carex ovalis	.	.	.	2	10	2	.	2,0	3
Phalaris arundinacea	.	.	2	.	6	4	.	1,7	3
Stellaria media	.	.	4	.	.	6	2	1,7	3
Festuca pratensis	.	.	.	4	2	2	.	1,1	3
Lysimachia vulgaris	.	.	.	.	4	14	.	2,6	2
Rumex crispus	.	.	12	.	.	.	4	2,3	2
Potentilla erecta	.	.	8	.	.	.	4	1,7	2
Cirsium arvense	.	.	.	.	.	8	2	1,4	2
Deschampsia cespitosa	.	.	.	4	6	.	.	1,4	2
Stellaria alsine	.	.	.	.	2	6	.	1,1	2
Eriophorum angustifolium	4	.	.	.	.	.	2	0,9	2
Achillea millefolium	.	.	.	.	.	2	2	0,6	2
Dryopteris carthusiana	.	2	.	.	.	.	2	0,6	2
Mentha species	2	.	2	.	.	.	.	0,6	2
Lolium perenne	.	.	.	.	.	30	.	4,3	1
Plantago lanceolata	.	.	.	14	.	.	.	2,0	1
Persicaria hydropiper	.	.	.	.	.	6	.	0,9	1
Ajuga reptans	.	.	.	.	4	.	.	0,6	1
Betula pubescens	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
Galeopsis tetrahit	.	.	.	.	.	4	.	0,6	1
Molinia caerulea	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
Phleum pratense	.	.	.	4	.	.	.	0,6	1
Stellaria graminea	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
Trifolium pratense	.	.	.	.	.	4	.	0,6	1
Veronica arvensis	.	.	.	.	.	4	.	0,6	1
Alopecurus pratensis	.	.	2	.	.	.	.	0,3	1
Bromus hordeaceus	.	.	.	2	.	.	.	0,3	1
Calamagrostis canescens	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Epilobium palustre	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Galium aparine	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
Glechoma hederacea	.	.	2	.	.	.	.	0,3	1
Lamium album	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Poa annua	.	.	.	2	.	.	.	0,3	1
Prunus serotina	.	2	.	.	.	.	.	0,3	1
Rubus fruticosus agg.	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Vicia cracca	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Artenzahl	21	15	34	31	30	38	39		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 13: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2009 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	50	50	50	50	50	50	50	350	7
<i>Juncus effusus</i>	96	100	100	66	90	84	58	84,9	7
<i>Holcus lanatus</i>	72	10	94	98	92	100	86	78,9	7
<i>Poa trivialis</i>	74	2	48	76	76	86	64	60,9	7
<i>Rumex acetosa</i>	78	24	42	68	94	46	58	58,6	7
<i>Agrostis capillaris</i>	4	2	32	38	76	70	28	35,7	7
<i>Poa pratensis</i> agg.	32	2	26	66	22	44	28	31,4	7
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	32	6	14	52	70	14	6	27,7	7
<i>Rumex acetosella</i>	2	6	26	2	2	2	28	9,7	7
<i>Ranunculus repens</i>	36	.	38	88	86	50	32	47,1	6
<i>Cerastium holosteoides</i>	64	.	66	18	60	72	6	40,9	6
<i>Holcus mollis</i>	76	.	36	44	8	22	12	28,3	6
<i>Festuca rubra</i>	4	.	38	2	68	16	26	22,0	6
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	8	.	10	38	58	4	4	17,4	6
<i>Cirsium palustre</i>	26	24	40	.	8	8	10	16,6	6
<i>Trifolium repens</i>	8	.	16	12	16	48	.	14,3	5
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	8	.	4	8	20	8	.	6,9	5
<i>Rumex obtusifolius</i>	2	.	24	.	2	4	14	6,6	5
<i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	2	2	6	12	2	3,4	5
<i>Epilobium tetragonum</i>	2	.	4	4	.	2	4	2,3	5
<i>Galium saxatile</i>	6	8	20	.	.	.	4	5,4	4
<i>Rumex crispus</i>	.	.	16	2	.	2	12	4,6	4
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	2	.	20	2	.	2	3,7	4
<i>Silene flos-cuculi</i>	.	.	2	8	2	4	.	2,3	4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	6	14	54	.	.	.	.	10,6	3
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	.	44	6	16	9,4	3
<i>Luzula multiflora</i>	16	2	18	.	.	.	.	5,1	3
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	6	8	14	.	.	4,0	3
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	12	8	.	.	2	.	3,1	3
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	.	2	10	8	2,9	3
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	10	2	4	.	2,3	3
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	8	6	2	.	2,3	3
<i>Elymus repens</i>	.	.	.	4	.	6	2	1,7	3
<i>Dryopteris carthusiana</i>	2	8	.	.	.	.	2	1,7	3
<i>Galium palustre</i>	.	4	.	2	4	.	.	1,4	3
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	2	32	.	4,9	2
<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	.	18	8	.	3,7	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	4	14	.	2,6	2
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	2	14	.	.	.	2,3	2
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	8	6	2,0	2
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	4	10	2,0	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	2	8	.	.	1,4	2
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	8	.	.	.	2	1,4	2
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	4	.	4	.	1,1	2
<i>Hypochaeris radicata</i>	2	.	4	.	.	.	.	0,9	2
<i>Stellaria media</i>	.	.	4	.	.	2	.	0,9	2
<i>Hieracium species</i>	.	.	4	.	.	.	2	0,9	2
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	.	2	.	.	.	.	4	0,9	2
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	2	.	.	2	.	0,6	2
<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	20	.	.	.	2,9	1
<i>Agrostis carina</i>	.	.	.	.	6	.	.	0,9	1
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
<i>Prunus serotina</i>	.	4	.	.	.	.	.	0,6	1
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	4	.	.	0,6	1
<i>Veronica arvensis</i>	.	.	.	.	.	4	.	0,6	1
<i>Eriophorum angustifolium</i>	2	.	.	.	.	.	.	0,3	1
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	2	.	.	.	.	0,3	1
<i>Carex canescens</i>	.	2	.	.	.	.	.	0,3	1
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	2	.	.	.	.	0,3	1
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Achillea ptarmica</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Calamagrostis canescens</i>	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
<i>Lamium album</i>	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Artenzahl	24	19	33	29	33	36	30		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 14: Stetigkeiten (%) der Pflanzenarten in den Frequenz-Aufnahmen 2010 (Varianten)

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	alle Aufnahmen	alle Varianten (absolut)
Zahl der Aufnahmen	50	50	50	50	50	50	50	350	7
<i>Juncus effusus</i>	98	100	96	66	94	78	66	85,4	7
<i>Holcus lanatus</i>	94	4	98	90	94	100	72	78,9	7
<i>Rumex acetosa</i>	90	14	80	74	98	56	64	68,0	7
<i>Poa trivialis</i>	70	2	64	78	42	60	54	52,9	7
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	14	2	40	64	76	30	10	33,7	7
<i>Ranunculus repens</i>	34	.	46	90	94	54	36	50,6	6
<i>Cerastium holosteoides</i>	38	.	82	38	54	66	20	42,6	6
<i>Agrostis capillaris</i>	.	2	36	60	92	60	42	41,7	6
<i>Poa pratensis</i> agg.	36	.	16	66	40	46	26	32,9	6
<i>Festuca rubra</i>	6	.	40	2	78	20	34	25,7	6
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	8	.	10	62	56	6	4	20,9	6
<i>Holcus mollis</i>	16	.	30	50	12	6	16	18,6	6
<i>Trifolium repens</i>	4	.	16	14	14	50	2	14,3	6
<i>Cirsium palustre</i>	28	6	36	.	6	8	10	13,4	6
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	4	.	14	2	18	18	2	8,3	6
<i>Rumex obtusifolius</i>	2	.	22	6	2	2	10	6,3	6
<i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	2	6	6	10	4	4,0	5
<i>Carex nigra</i>	.	2	.	.	44	8	20	10,6	4
<i>Galium saxatile</i>	6	4	26	.	.	.	2	5,4	4
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	4	.	16	4	.	6	4,3	4
<i>Silene flos-cuculi</i>	.	.	6	10	4	8	.	4,0	4
<i>Rumex crispus</i>	.	.	10	4	2	.	10	3,7	4
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	2	.	2	8	10	3,1	4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	4	10	56	.	.	.	.	10,0	3
<i>Rumex acetosella</i>	2	.	34	.	.	.	28	9,1	3
<i>Luzula multiflora</i>	12	4	32	.	.	.	.	6,9	3
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	8	4	16	.	.	4,0	3
<i>Lolium perenne</i>	.	.	4	2	.	20	.	3,7	3
<i>Elymus repens</i>	.	.	.	10	.	8	6	3,4	3
<i>Alopecurus geniculatus</i>	2	.	.	12	2	.	.	2,3	3
<i>Epilobium tetragonum</i>	2	.	4	.	.	.	6	1,7	3
<i>Stellaria media</i>	.	.	2	2	.	.	6	1,4	3
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	.	2	.	2	2	0,9	3
<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	.	10	4	.	2,0	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	4	10	.	2,0	2
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	4	10	2,0	2
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	10	2	.	.	1,7	2
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	2	10	1,7	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	4	6	.	.	1,4	2
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	.	8	.	.	.	2	1,4	2
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	4	4	.	.	1,1	2
<i>Betula pubescens</i>	.	4	.	.	.	.	4	1,1	2
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	2	.	4	.	0,9	2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	2	.	.	.	.	2	0,6	2
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	.	2	2	0,6	2
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	18	.	.	.	2,6	1
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	12	.	.	.	.	1,7	1
<i>Galium palustre</i>	.	8	.	.	.	.	.	1,1	1
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	8	.	.	.	.	1,1	1
<i>Veronica arvensis</i>	.	.	.	.	.	6	.	0,9	1
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	.	.	.	.	4	.	0,6	1
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.	4	0,6	1
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	4	.	.	.	.	0,6	1
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
<i>Prunus serotina</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Eriophorum angustifolium</i>	2	.	.	.	.	.	.	0,3	1
<i>Carex canescens</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Achillea ptarmica</i>	.	.	.	.	2	.	.	0,3	1
<i>Calamagrostis canescens</i>	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
<i>Senecio sylvaticus</i>	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	2	.	.	.	.	0,3	1
<i>Bromus racemosus</i>	.	.	.	2	.	.	.	0,3	1
<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	2	.	0,3	1
<i>Lamium album</i>	.	.	.	.	.	.	2	0,3	1
Artenzahl	22	15	33	31	35	35	38		

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 15: durchschnittliche Artenzahlen der Braun-Blanquet- und Frequenz-Aufnahmen (BB und F) pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
BB	7,5 2006 8,6 2007 8,6 2008 8,7 2009 9,0 2010 + Tendenz	6,2 2006 5,7 2007 2,7 2008 5,3 2009 3,8 2010 ~ Tendenz	2006 2007 12,4 2008 13,6 2009 14,5 2010 + Tendenz	2006 2007 10,9 2008 12,4 2009 13,4 2010 + Tendenz	12,5 2006 13,4 2007 12,8 2008 13,7 2009 13,9 2010 + Tendenz	12 2006 11,9 2007 12,1 2008 11,3 2009 12,6 2010 o Tendenz	9,5 2006 9,5 2007 9,6 2008 10 2009 11,4 2010 + Tendenz
F	5,5 2006 6,3 2007 6,6 2008 6,6 2009 5,7 2010 o Tendenz	5 2006 3,7 2007 1,7 2008 2,3 2009 1,7 2010 ~ Tendenz	6,9 2006 8,1 2007 9,5 2008 + 2009 + 2010 + Tendenz	8,4 2006 7,8 2007 7,8 2008 8,7 2009 o Tendenz	8,4 2006 9,1 2007 9,1 2008 9,8 2009 + 2010 + Tendenz	7,3 2006 8,1 2007 8,2 2008 8,1 2009 7,7 2010 o Tendenz	5,4 2006 5,5 2007 5,5 2008 5,5 2009 6,1 2010 + Tendenz

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 16: Gesamtartenzahlen der Braun-Blanquet- und Frequenz-Aufnahmen (BB und F) pro Jahr und Variante

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
BB	21 2006 23 2007 23 2008 21 2009 23 2010	28 2006 22 2007 13 2008 20 2009 18 2010	2006 2007 38 2008 37 2009 35 2010	2006 2007 25 2008 28 2009 31 2010	35 2006 34 2007 34 2008 33 2009 34 2010	41 2006 42 2007 42 2008 42 2009 48 2010	41 2006 36 2007 35 2008 40 2009 44 2010
F	22 2006 22 2007 21 2008 24 2009 22 2010	25 2006 24 2007 15 2008 19 2009 15 2010	34 2006 34 2007 33 2008 33 2009 33 2010	31 2006 29 2007 29 2008 31 2009 31 2010	33 2006 30 2007 30 2008 35 2009 35 2010	40 2006 38 2007 38 2008 36 2009 35 2010	20 2006 38 2007 39 2008 35 2009 38 2010

Tabelle A 17: Shannon-Index und Evenness der Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Shannon-Index	1,52 2006 1,43 2007 1,52 2008 1,56 2009 1,81 2010 + Tendenz	1,01 2006 0,69 2007 0,20 2008 0,51 2009 0,35 2010 ~ Tendenz	2006 2007 1,77 2008 1,91 2009 2,08 2010 + Tendenz	2006 2007 1,64 2008 1,90 2009 2,06 2010 + Tendenz	1,94 2006 2,06 2007 2,05 2008 2,09 2009 1,99 2010 o Tendenz	1,89 2006 1,74 2007 1,79 2008 1,76 2009 1,77 2010 ~ Tendenz	1,45 2006 1,39 2007 1,62 2008 1,62 2009 1,81 2010 + Tendenz
Evenness	0,76 2006 0,68 2007 0,72 2008 0,72 2009 0,88 2010 + Tendenz	0,57 2006 0,40 2007 0,17 2008 0,31 2009 0,22 2010 ~ Tendenz	0,71 2006 0,73 2007 0,78 2008 0,78 2009 o 2010 + Tendenz	0,70 2006 0,76 2007 0,79 2008 + 2009 + 2010 + Tendenz	0,77 2006 0,80 2007 0,81 2008 0,80 2009 0,76 2010 o Tendenz	0,77 2006 0,71 2007 0,72 2008 0,73 2009 0,70 2010 ~ Tendenz	0,64 2006 0,62 2007 0,72 2008 0,71 2009 0,74 2010 + Tendenz

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der
Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 18: Deckungsgrade der Flatterbinse in den Braun-Blanquet- und Frequenz-Aufnahmen (BB und F) pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
BB	1,4 2,6 2006 1,5 2,5 2007 2,6 4,0 2008 3,1 3,8 2009 1,2 1,8 2010 o ~ Tendenz	5,6 6,4 2006 7,7 8,6 2007 6,9 9,0 2008 8,0 9,2 2009 9,4 8,9 2010 + ~ Tendenz	2006 2007 1,6 2,9 2008 2,1 2,7 2009 1,6 2,0 2010 o ~ Tendenz	2006 2007 1,2 1,1 2008 0,5 0,5 2009 0,6 0,7 2010 + ~ Tendenz	1,3 1,6 2006 1,1 1,4 2007 1,3 1,7 2008 1,9 2,5 2009 1,8 2,3 2010 + ~ Tendenz	2,0 1,6 2006 2,2 1,9 2007 1,4 1,4 2008 1,8 2,0 2009 1,5 1,6 2010 o ~ Tendenz	3,6 3,9 2006 1,8 3,1 2007 1,6 2,0 2008 1,5 1,9 2009 1,3 2,0 2010 + ~ Tendenz
F							

Skala: + = <1%, 1a = 1-5%, 1b = 6-10%, 2 = 11-20%, 3 = 21-30% etc. 9 = 81-90%, 10a = 91-95%, 10b = 96-100%; Transformation für Berechnungen: + zu 0,5; 1a zu 1; 1b zu 1,5; 10a zu 9,5; 10b zu 10

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 19: Deckungsgrade der Flatterbinse als Anteil der Gesamtdeckung der Krautschicht in den Braun-Blanquet- und Frequenz-Aufnahmen (BB und F) pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
BB	3,2 4,1 2006 2,0 2,9 2007 3,7 4,7 2008 4,4 4,5 2009 5,0 4,2 2010 + o ~ Tendenz	8,6 8,7 2006 10,1 9,8 2007 10,2 10,2 2008 9,7 10,0 2009 10,1 9,7 2010 + ~ Tendenz	2006 2007 1,9 3,2 2008 2,6 3,0 2009 2,0 2,4 2010 o ~ Tendenz	2006 2007 1,2 1,2 2008 0,5 0,5 2009 0,6 0,7 2010 + ~ Tendenz	1,4 1,8 2006 1,2 1,2 2007 1,4 1,8 2008 2,0 2,6 2009 2,1 2,6 2010 + ~ Tendenz	2,3 2,0 2006 2,3 2,0 2007 1,6 1,5 2008 1,9 2,1 2009 1,7 1,8 2010 o ~ Tendenz	4,1 5,1 2006 2,5 3,2 2007 1,9 2,4 2008 1,9 2,3 2009 1,9 2,8 2010 + ~ Tendenz
F							

Skala: + = <1%, 1a = 1-5%, 1b = 6-10%, 2 = 11-20%, 3 = 21-30% etc. 9 = 81-90%, 10a = 91-95%, 10b = 96-100%; Transformation für Berechnungen: + zu 0,5; 1a zu 1; 1b zu 1,5; 10a zu 9,5; 10b zu 10

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 20: Stetigkeiten (%) der häufigsten Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3		V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Juncus effusus	100	100	100	95	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Holcus lanatus	100	85	95	85	92	75	95	15	30	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Poa trivialis	60	70	85	85	92	20	30	5	30	10	80	80	55	60	60	60	60	75	90	90	85	80	95	90	70	80	50	70	80	85	75	80	80	65	85	75	85
Rumex acetosa	85	75	80	95	92	60	60	30	65	40	80	80	85	100	100	100	100	65	80	80	75	80	95	95	90	90	100	50	50	55	50	70	60	70	60	85	85

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 21: Stetigkeiten (%) der häufigsten Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3		V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Juncus effusus	90	96	98	98	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Holcus lanatus	86	94	94	72	94	70	54	6	10	4	100	100	100	100	100	100	100	98	98	98	90	90	52	66	72	92	94	94	94	96	100	100	82	84	86	84	78
Poa trivialis	44	38	76	74	70	18	10	8	2	2	58	48	48	64	98	78	78	78	76	78	78	78	96	82	88	76	42	70	76	84	86	60	36	48	68	64	54
Rumex acetosa	62	68	74	78	90	42	36	10	24	14	14	14	42	80	80	74	74	58	68	74	74	74	96	90	88	94	94	70	76	84	84	60	34	30	40	46	56

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 22: Gesamtartenzahlen der verschiedenen Gilden in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3			V4				V5				V6			V7																							
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010										
B Binsen + Simsen	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2																																						
S Sauergräser	1	12	8	1	1	1	12	7	0	2	1	12	7	1	23	12	0	2	1	24	9	1	2	1	13	4	0	2	1	23	12	0	2	1	25	12	2	1	2	25	12	2	1					
G Süßgräser	0	14	7	0	2	0	14	7	0	2	0	14	7	0	7	4	0	2	0	7	4	0	2	0	13	4	0	2	0	13	4	0	2	0	13	4	0	2	0	13	4	0	2	0	13	4	0	2
K Kräuter	1	12	6	0	2	1	12	6	0	2	1	12	6	1	13	4	0	2	1	13	4	0	2	1	13	4	0	2	1	13	4	0	2	1	13	4	0	2	1	13	4	0	2	1	13	4	0	2
H Gehölze	0	13	7	1	2	0	13	7	1	2	0	13	7	0	11	5	0	2	0	11	5	0	2	0	11	5	0	2	0	11	5	0	2	0	11	5	0	2	0	11	5	0	2	0	11	5	0	2

Tabelle A 23: Deckungsanteile der verschiedenen Gilden in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4				V5				V6			V7																		
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
B Binsen + Simsen Deckung %	18	15	39	37	12	62	86	87	88	86				24	29	69	58	58	25	94	0	6	3	71	5	11	6	5	10	14	10	14	17	39	26	15	16	21					
S Sauergräser Deckung %	0	79	48	48	26	0	10	1	2	2				0	29	58	0	58	0	25	94	0	6	38	74	0	0	0	0	77	81	71	85	0	52	64	70	51					
G Süßgräser Deckung %	46	0	0	0	0	19	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	71	71	75	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K Kräuter Deckung %	9	11	13	17	35	6	7	3	9	6				24	29	58	0	58	25	94	0	6	3	38	74	0	0	0	23	78	81	71	85	18	42	64	70	51					
H Gehölze Deckung %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 24: Durchschnittliche Artenzahlen der verschiedenen Gilden in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4					V5					V6					V7										
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	Tendenz	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	Tendenz	2006	2007	2008	2009	2010	Tendenz	2006	2007	2008	2009	2010	Tendenz				
B Binsen + Simsens	0,0	3,1	3,3	0,1	1,1	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	+	0,2	1,9	2,8	0,2	1,2	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	0	0,0	5,4	5,1	1,0	1,0	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	0	0,0	6,1	4,8	0,2	1,0	2,06
S Sauergräser	0,1	3,6	3,9	0,1	1,0	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	o	0,1	2,0	2,5	0,0	1,2	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	0	0,0	5,8	5,8	0,8	1,0	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	0	0,1	5,8	5,0	0,1	0,9	2,07
G Süßgräser	0,0	3,8	3,6	0,0	1,2	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	~	0,0	1,1	0,4	0,0	1,2	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	0	0,0	5,4	5,4	1,0	1,0	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	0	0,1	6,1	4,8	0,2	1,0	2,08
K Kräuter	0,1	3,8	3,5	0,0	1,3	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	o	0,2	3,2	0,8	0,0	1,2	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	0	0,0	5,9	5,6	1,2	1,0	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	0	0,0	5,8	4,4	0,3	0,9	2,09
H Gehölze	0,0	3,8	4,0	0,1	1,3	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	o	0,0	2,0	0,6	0,0	1,2	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	o	0,0	6,4	5,6	0,9	1,0	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	o	0,1	6,5	4,8	0,2	1,1	2,10

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 25: Gesamtartenzahlen der verschiedenen Gilden in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7														
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010										
B Binsen + Simsens	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
S Sauergräser	1	10	8	1	2	2	10	9	1	2	0	25	7	0	2	0	15	12	2	1	0	15	13	0	1	0	16	12	3	1	0	23	12	2	1	0	23	12	2	1	3	23	10	1	1
G Süßgräser	0	12	6	1	2	1	6	6	0	2	1	9	6	1	2	1	9	6	1	2	0	18	14	2	1	0	18	14	2	1	0	23	12	2	1	0	23	12	2	1	2	21	13	2	1
K Kräuter	0	14	7	1	2	1	9	6	1	2	1	9	6	1	2	1	17	13	3	1	0	18	14	2	1	1	17	13	3	1	0	22	11	2	1	0	22	11	2	1	2	20	11	1	1
H Gehölze	0	12	7	1	2	1	6	5	1	2	1	6	5	1	2	0	22	9	0	2	0	14	16	0	1	1	17	13	3	1	1	21	10	2	1	2	22	12	1	1	2	22	12	1	1

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 26: Durchschnittliche Artenzahlen der verschiedenen Gilden in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
B Binsen + Simsen	0,0	1,8	2,6	0,1	1,0	0,0	1,3	2,4	0,0	1,1	0,0	3,2	2,6	0,0	1,2	0,0	3,4	4,3	0,5	1,0	0,0	3,1	3,9	0,5	0,9	0,0	3,0	3,4	0,1	0,8	0,0	2,6	1,8	0,1	0,7
S Sauergräser	0,0	2,2	2,9	0,1	1,1	0,1	1,0	1,5	0,0	1,1	0,0	4,1	2,9	0,0	1,2	0,0	2,8	4,4	0,0	0,7	0,0	3,5	4,2	0,4	0,9	0,0	3,0	4,1	0,1	0,8	0,1	2,3	2,2	0,2	0,7
G Süßgräser	0,0	2,3	3,0	0,0	1,3	0,0	0,3	0,3	0,0	1,0	0,0	4,9	3,3	0,0	1,3	0,0	3,3	4,7	0,0	0,7	0,0	3,4	4,3	0,5	1,0	0,0	3,3	3,9	0,1	0,9	0,1	1,9	2,7	0,2	0,6
K Kräuter	0,0	2,5	2,9	0,0	1,1	0,0	0,3	0,3	0,0	1,0	0,0	4,9	3,3	0,0	1,3	0,0	3,3	4,7	0,0	0,7	0,0	3,4	4,3	0,5	1,0	0,0	3,1	4,0	0,1	0,8	0,1	2,1	2,6	0,2	0,6
H Gehölze	0,0	2,2	2,4	0,0	1,1	0,0	0,4	0,1	0,0	1,0	0,0	0,4	0,1	0,0	1,0	0,0	3,8	4,5	0,6	0,9	0,0	3,2	3,5	0,1	0,8	0,0	3,2	3,5	0,1	0,8	0,2	2,6	1,8	0,1	0,7
					Tendenz					Tendenz					Tendenz					Tendenz					Tendenz					Tendenz					Tendenz

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 27: Gesamtartenzahlen der Zielarten-Gruppen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
Zielarten 0	2	18	1	2006	2007	3	21	4	2006	2007	2	30	6	2008	2009	3	20	2	2008	2009	4	26	5	2006	2007	3	29	9	2006	2007	2	22	12	2006	2007	2	20	14	2007	2008
Zielarten 1	3	17	3	2008	2009	2	9	2	2008	2009	2	28	7	2009	2010	4	21	3	2009	2010	4	26	4	2008	2009	3	30	9	2008	2009	2	23	10	2008	2009	3	26	11	2009	2010
Zielarten 2	2	18	3	2010		2	13	3	2010		3	26	6	2010		4	24	3	2010		5	25	4	2009	2010	4	34	10	2010		4	29	13	2010		2	29	13	2010	

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 28: Deckungsanteile der Zielarten-Gruppen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4				V5				V6			V7													
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
Zielarten 0 Deckung %	18	15	39	36	12	62	86	87	90	87				27	28	23			11	64	64	11	22	14	17	12	16	18	48	43	30	26	27					
Zielarten 1 Deckung %	51	84	53	55	53	25	15	3,8	9,6	6,1				82	75	23			10	111	108	107	5,5	7,6	93	91	98	117	76	91	99	100	128	43	53	70	74	72
Zielarten 2 Deckung %	4,6	6,2	8,6	11	8,7	1,1	1,8	0,4	1,1	1				10	8,8	11			0	7,6	8,2	8,2	6,6	35	14	5,6	4,3	4	2,1	3,9	5,6	4,3	4	9,5	9	11	9,1	7,7

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 29: Durchschnittliche Artenzahlen der Zielarten-Gruppen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4				V5				V6			V7								
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Zielarten 0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2	1,1	1,5	2,2				1,2	1,1	1,1			1,4	9,9	10,9	11,3	11,6	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5	3,0	2,8	2,3	2,2	2,5
Zielarten 1	5,8	6,7	6,4	6,6	6,7	4,6	4,0	1,5	3,5	2,2				9,3	10,4	11,3			1,4	8,5	10,0	11,1	11,1	8,8	9,0	9,3	8,7	10,0	5,9	6,1	6,5	7,0	8,4
Zielarten 2	0,7	0,8	1,1	1,0	1,2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3				1,0	0,8	0,8			1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	0,9	0,7	0,9	0,9	0,8

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der
Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 30: Gesamtartenzahlen der Zielarten-Gruppen in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3			V4					V5					V6			V7													
Zielarten 0	3	17	2	2006		3	18	4	2006					2006					2006					2006					2006		3	28	9	2006		2	22	13	2006	
Zielarten 1	2	16	4	2007		3	17	4	2007					2007		3	26	5	2008					2007		4	24	2	2008		2	28	8	2007		2	22	14	2007	
Zielarten 2	1	17	3	2008		2	11	2	2008					2008		2	27	5	2009					2008		4	22	3	2009		5	25	8	2008		3	26	10	2008	
	1	20	3	2009		2	12	5	2009					2009		4	23	4	2010					2009		5	26	4	2009		2	23	10	2009						
	2	17	3	2010		2	11	2	2010					2010		4	27	4	2010					2010		4	27	4	2010		2	25	11	2010						

Tabelle A 31: Durchschnittliche Artenzahlen der Zielarten-Gruppen in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4					V5					V6			V7														
Zielarten 0	0,5	4,1	0,9	2006		0,2	3,6	1,2	2006					2006					2006					2006					2006		0,4	3,3	1,7	2006		0,5	3,5	1,5	2007		
Zielarten 1	0,4	4,8	1,0	2007		0,2	2,4	1,1	2007					2007		0,6	4,9	1,4	2008					2007		0,9	7,3	1,0	2008		0,9	5,9	1,3	2007		0,7	3,5	1,3	2008		
Zielarten 2	0,8	4,8	1,0	2008		0,1	0,5	1,0	2008					2008		0,5	6,0	1,6	2009					2008		1,0	6,1	0,7	2009		1,1	5,9	1,2	2008		0,7	3,5	1,3	2009		
	0,7	4,8	1,0	2009		0,1	1,0	1,2	2009					2009		0,7	7,3	1,5	2010					2009		1,0	6,0	1,1	2009		0,7	3,5	1,3	2009		0,6	4,1	1,5	2010		
	0,7	4,0	1,0	2010		0,1	0,5	1,0	2010					2010		0,7	7,3	1,5	2010					2010		0,5	8,4	1,0	2010		0,7	3,5	1,3	2010		0,6	4,1	1,5	2010		
	+	~	o	Tendenz		+	~	o	Tendenz					+	~	o	Tendenz					+	~	o	Tendenz		+	~	o	Tendenz		+	~	o	Tendenz		+	~	o	Tendenz	

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 32: Gesamtartenzahlen der Ökologischen Strategietypen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3			V4					V5					V6			V7													
Strategie csr	2	10	2	2006		6	11	6	2006					2006					2006					2006					2006		4	6	10	2006		6	10	8	2007	
Strategie cs	1	11	1	2007		4	10	4	2007					2007					2007					2007					2007		8	8	4	2007		4	8	5	2008	
Strategie cr	1	11	1	2008		3	5	3	2008					2008					2008					2008					2008		2	12	5	2008		5	12	7	2008	
Strategie c	1	2	1	2009		0	3	5	2009					2009					2009					2009					2009		1	13	1	2009		7	13	7	2009	
Strategie r	1	6	1	2010		0	1	4	2010					2010					2010					2010					2010		1	14	3	2010		7	13	7	2010	
Strategie s	1	9	1	2010		0	1	5	2010					2010					2010					2010					2010		1	18	5	2010		7	13	7	2010	
keine Angabe 0	1	1	1	2006		4	1	1	2006					2006					2006					2006					2006		1	1	2	2006		1	1	2	2006	
	1	0	8	2007		1	0	5	2007					2007					2007					2007					2007		1	1	1	2007		1	1	1	2007	
	1	0	7	2008		0	1	0	2008					2008					2008					2008					2008		1	1	1	2008		1	1	1	2008	
	1	0	6	2009		0	1	1	2009					2009					2009					2009					2009		1	1	1	2009		1	1	1	2009	
	1	0	9	2010		0	1	0	2010					2010					2010					2010					2010		1	1	1	2010		1	1	1	2010	

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der
Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 33: Deckungsanteile der Ökologischen Strategietypen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Strategie csr Deckung %	26	45	29	41	22	10	8	2	3	2	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Strategie cs Deckung %	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Strategie cr Deckung %	1	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strategie c Deckung %	44	56	68	57	47	69	92	89	92	89	86	71	45	44	44	72	41	45	44	44	34	41	51	63	69	46	68	64	66	81	71	61	60	68	54	71	61	60	68	54
Strategie r Deckung %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strategie s Deckung %	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
keine Angabe 0 Deckung %	1	3	1	1	2	6	2	0	0	0	0	3	1	5	1	0	3	0	0	0	1	4	1	4	6	2	4	2	2	3	5	11	4	2	4	5	11	4	2	4

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 34: Durchschnittliche Artenzahlen der Ökologischen Strategietypen in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Strategie csr	2,8	3,7	3,4	3,8	3,7	1,9	1,9	0,5	1,0	1,0	4,1	4,9	6,1	6,1	6,1	6,5	6,2	7,2	7,3	7,3	5,3	5,3	5,8	6,8	6,7	2,5	2,5	2,4	2,9	3,7	2,5	2,5	2,4	2,9	3,7	2,5	2,5	2,4	2,9	3,7
Strategie cs	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
Strategie cr	0,4	0,7	0,9	0,9	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Strategie c	3,8	3,5	3,8	3,6	4,0	2,7	2,9	1,8	2,7	2,0	5,9	5,9	5,7	5,7	5,7	4,2	4,8	4,6	4,8	5,0	4,2	4,8	4,6	4,8	5,0	4,4	4,6	4,6	4,6	4,6	4,4	4,6	4,6	4,6	4,6	4,4	4,6	4,6	4,6	4,6
Strategie r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Strategie s	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,5	0,1	0,5	0,2	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
keine Angabe 0	0,4	0,6	0,4	0,3	0,7	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 35: Gesamtartenzahlen der Ökologischen Strategietypen in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1				V2				V3			V4			V5				V6			V7												
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
Strategie csr	0	1	1	1	2	1	1	0							2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Strategie cs	2	1	2	1	0	1	0	0	2	1	2	2	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Strategie cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strategie c	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Strategie r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strategie s	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
keine Angabe 0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabelle A 36: Durchschnittliche Artenzahlen der Ökologischen Strategietypen in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1				V2				V3			V4			V5				V6			V7												
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
Strategie csr	0,3	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,1	0,2							0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0
Strategie cs	0,5	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,5	0,0	0,3	0,5	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0
Strategie cr	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0
Strategie c	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0
Strategie r	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0
Strategie s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0
keine Angabe 0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,5	0,0	0,3	0,5	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 37: Gesamtartenzahlen an Feuchtezeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3				V4					V5				V6				V7																																						
Feuchtezeiger (F 7-9)	9	2006	9	2007	9	2008	7	2009	8	2010	11	2006	9	2007	5	2008	7	2009	7	2010	2006	2007	10	2008	12	2009	10	2010	2006	2007	9	2008	10	2009	11	2010	15	2006	14	2007	15	2008	13	2009	14	2010	13	2006	15	2007	14	2008	15	2009	16	2010	11	2006	11	2007	11	2008	14	2009	12	2010

Tabelle A 38: Gewichtete Mittelwerte der Feuchtezahl (F) und Deckungsanteile der Feuchtezeiger in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3				V4					V5				V6				V7																																																																																										
F Mittelwert gewichtet	26	6,2	2006	26	5,9	2007	53	6,4	2008	53	6,3	2009	29	6,5	2010	+	~	Tendenz	65	6,9	2006	90	6,9	2007	88	7,0	2008	92	7,0	2009	88	7,0	2010	+	~	Tendenz	2006	2007	46	6,4	2008	45	6,4	2009	46	6,3	2010	o	-	Tendenz	2006	2007	31	6,2	2008	27	6,0	2009	23	6,0	2010	o	-	Tendenz	62	6,7	2006	45	6,5	2007	44	6,6	2008	50	6,6	2009	53	6,5	2010	o	~	Tendenz	42	6,3	2006	25	6,2	2007	28	6,2	2008	28	6,1	2009	35	6,1	2010	o	-	Tendenz	56	6,6	2006	41	6,3	2007	31	6,3	2008	27	6,2	2009	38	6,5	2010	o	~	Tendenz
Feuchtezeiger (F 7-9) Deckung %	26	6,2	2006	26	5,9	2007	53	6,4	2008	53	6,3	2009	29	6,5	2010	+	~	Tendenz	65	6,9	2006	90	6,9	2007	88	7,0	2008	92	7,0	2009	88	7,0	2010	+	~	Tendenz	2006	2007	46	6,4	2008	45	6,4	2009	46	6,3	2010	o	-	Tendenz	2006	2007	31	6,2	2008	27	6,0	2009	23	6,0	2010	o	-	Tendenz	62	6,7	2006	45	6,5	2007	44	6,6	2008	50	6,6	2009	53	6,5	2010	o	~	Tendenz	42	6,3	2006	25	6,2	2007	28	6,2	2008	28	6,1	2009	35	6,1	2010	o	-	Tendenz	56	6,6	2006	41	6,3	2007	31	6,3	2008	27	6,2	2009	38	6,5	2010	o	~	Tendenz

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 39: Mittelwerte der Feuchtezahl (F) und durchschnittliche Artenzahlen der Feuchtezeiger in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3				V4					V5				V6				V7																																																																																										
F Mittelwert	3,1	6,5	2006	3,1	6,3	2007	3,4	6,4	2008	3,2	6,2	2009	3,4	6,4	2010	o	~	Tendenz	2,2	6,7	2006	2,3	6,6	2007	1,6	7,0	2008	2,5	6,9	2009	1,9	6,7	2010	o	~	Tendenz	2006	2007	4,8	6,5	2008	4,8	6,3	2009	4,3	6,1	2010	o	-	Tendenz	2006	2007	4,3	6,5	2008	3,9	6,3	2009	3,8	6,2	2010	o	~	Tendenz	5,1	6,6	2006	4,7	6,4	2007	5,0	6,5	2008	5,0	6,5	2009	4,5	6,4	2010	+	~	Tendenz	4,1	6,2	2006	3,9	6,2	2007	4,1	6,2	2008	3,9	6,2	2009	4,2	6,2	2010	o	-	Tendenz	4,0	6,6	2006	3,7	6,5	2007	3,9	6,6	2008	4,0	6,5	2009	4,3	6,4	2010	o	-	Tendenz
Feuchtezeiger (F 7-9)	3,1	6,5	2006	3,1	6,3	2007	3,4	6,4	2008	3,2	6,2	2009	3,4	6,4	2010	o	~	Tendenz	2,2	6,7	2006	2,3	6,6	2007	1,6	7,0	2008	2,5	6,9	2009	1,9	6,7	2010	o	~	Tendenz	2006	2007	4,8	6,5	2008	4,8	6,3	2009	4,3	6,1	2010	o	-	Tendenz	2006	2007	4,3	6,5	2008	3,9	6,3	2009	3,8	6,2	2010	o	~	Tendenz	5,1	6,6	2006	4,7	6,4	2007	5,0	6,5	2008	5,0	6,5	2009	4,5	6,4	2010	+	~	Tendenz	4,1	6,2	2006	3,9	6,2	2007	4,1	6,2	2008	3,9	6,2	2009	4,2	6,2	2010	o	-	Tendenz	4,0	6,6	2006	3,7	6,5	2007	3,9	6,6	2008	4,0	6,5	2009	4,3	6,4	2010	o	-	Tendenz

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 40: Gesamtartenzahlen an Feuchtezeigern in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7																																			
Anzahl Feuchtezeiger	8	2006	7	2007	6	2008	7	2009	8	2010	9	2006	9	2007	5	2008	7	2009	7	2010	2006	2007	11	2008	10	2009	9	2010	2006	2007	11	2008	10	2009	9	2010	15	2006	14	2007	14	2008	13	2009	15	2010	13	2006	10	2007	14	2008	0	2009	10	2010	13	2006	13	2007	14	2008	11	2009	11	2010

Tabelle A 41: Mittelwerte der Feuchtezahl (F) und durchschnittliche Artenzahlen der Feuchtezeiger in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7																																																																																														
F Mittelwert	2,1	6,3	2006	2,1	6,2	2007	2,5	6,3	2008	2,4	6,2	2009	2,4	6,5	2010	+	~	+	Tendenz	1,9	6,6	2006	1,6	6,8	2007	1,3	7,0	2008	1,6	7,0	2009	1,3	7,1	2010	+	~	+	Tendenz	2006	2007	3,1	6,5	2008	3,1	6,4	2009	3,2	6,2	2010	o	-	-	Tendenz	2006	2007	3,1	6,5	2008	2,7	6,4	2009	2,7	6,3	2010	-	-	-	Tendenz	3,8	6,8	2006	3,4	6,5	2007	3,4	6,6	2008	3,5	6,4	2009	3,2	6,4	2010	-	-	-	Tendenz	2,7	6,3	2006	2,6	6,2	2007	2,9	6,3	2008	2,8	6,2	2009	2,4	6,2	2010	o	-	-	Tendenz	2,3	6,6	2006	2,2	6,4	2007	2,3	6,5	2008	2,1	6,4	2009	2,2	6,4	2010	o	-	-	Tendenz
Anzahl Feuchtezeiger	2,1	6,3	2006	2,1	6,2	2007	2,5	6,3	2008	2,4	6,2	2009	2,4	6,5	2010	+	~	+	Tendenz	1,9	6,6	2006	1,6	6,8	2007	1,3	7,0	2008	1,6	7,0	2009	1,3	7,1	2010	+	~	+	Tendenz	3,1	6,5	2008	3,1	6,4	2009	3,2	6,2	2010	o	-	-	Tendenz	3,1	6,5	2008	2,7	6,4	2009	2,7	6,3	2010	-	-	-	Tendenz	3,8	6,8	2006	3,4	6,5	2007	3,4	6,6	2008	3,5	6,4	2009	3,2	6,4	2010	-	-	-	Tendenz	2,7	6,3	2006	2,6	6,2	2007	2,9	6,3	2008	2,8	6,2	2009	2,4	6,2	2010	o	-	-	Tendenz	2,3	6,6	2006	2,2	6,4	2007	2,3	6,5	2008	2,1	6,4	2009	2,2	6,4	2010	o	-	-	Tendenz				

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 42: Gesamtartenzahlen an Säure- und Basenzeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7																																																																		
Säurezeiger (R 1-3)	0	3	2006	1	3	2007	2	3	2008	0	4	2009	0	5	2010	0	7	2006	0	6	2007	0	4	2008	0	7	2009	0	4	2010	2006	2007	2	5	2008	3	6	2009	4	6	2010	2006	2007	1	2	2008	1	2	2009	2	3	2010	1	5	2006	2	5	2007	3	4	2008	2	6	2009	2	6	2010	4	5	2006	4	6	2007	4	6	2008	4	6	2009	5	6	2010	1	6	2006	3	6	2007	2	9	2008	4	8	2009	3	8	2010
Basenzeiger (R 7-9)	0	3	2006	1	3	2007	2	3	2008	0	4	2009	0	5	2010	0	7	2006	0	6	2007	0	4	2008	0	7	2009	0	4	2010	2006	2007	2	5	2008	3	6	2009	4	6	2010	2006	2007	1	2	2008	1	2	2009	2	3	2010	1	5	2006	2	5	2007	3	4	2008	2	6	2009	2	6	2010	4	5	2006	4	6	2007	4	6	2008	4	6	2009	5	6	2010	1	6	2006	3	6	2007	2	9	2008	4	8	2009	3	8	2010

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 43: Gewichtete Mittelwerte der Reaktionszahl (R) und Deckungsanteile der Säure- und Basenzeiger in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7														
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
R Mittelwert gewichtet	36	2,7	2006			66	3,1	2006			2006	2007				2006	2007				16	4,3	2006			13	4,4	2006			44	3,7	2006			44	3,7	2006			44	3,7	2006		
Säurezeiger (R 1-3) Deckung %	46	2,8	2007			90	3,1	2007			33	3,9	2008			18	3,7	2008			12	4,5	2007			17	4,3	2007			38	3,7	2007			38	3,7	2007			38	3,7	2007		
Basenzeiger (R 7-9) Deckung %	52	3,1	2008			88	3,0	2008			34	4,2	2009			28	3,6	2009			18	4,3	2008			14	4,1	2008			32	3,7	2008			32	3,7	2008			32	3,7	2008		
	57	2,9	2009			92	3,0	2009			33	4,0	2010			29	3,5	2010			28	4,2	2009			17	4,5	2009			29	4,0	2009			29	4,0	2009			29	4,0	2009		
	14	3,4	2010			89	3,0	2010			4,0	2010			4,5	2010			4,5	2010			4,6	2010			4,6	2010			4,0	2010			4,0	2010			4,0	2010					

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 45: Gesamtartenzahlen an Säure- und Basenzeigern in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7																																																																										
Säurezeiger (R 1-3)	1	3	2006	1	4	2007	0	5	2008	0	5	2009	1	5	2010	0	6	2006	0	6	2007	0	4	2008	0	5	2009	0	5	2010	2006	2007	2008	3	5	2009	1	5	2010	2006	2007	2008	1	4	2008	1	3	2009	3	2	2010	2006	2007	2008	2	4	2006	3	4	2007	2	4	2008	3	6	2009	3	4	2010	2006	2007	2008	4	5	2006	4	5	2007	5	5	2008	3	5	2009	2	4	2010	2006	2007	2008	3	8	2006	2	8	2007	3	7	2008	1	7	2009	2	7	2010
Basenzeiger (R 7-9)	1	3	2006	1	4	2007	0	5	2008	0	5	2009	1	5	2010	0	6	2006	0	6	2007	0	4	2008	0	5	2009	0	5	2010	2006	2007	2008	3	5	2009	1	5	2010	2006	2007	2008	1	4	2008	1	3	2009	3	2	2010	2006	2007	2008	2	4	2006	3	4	2007	2	4	2008	3	6	2009	3	4	2010	2006	2007	2008	4	5	2006	4	5	2007	5	5	2008	3	5	2009	2	4	2010	2006	2007	2008	3	8	2006	2	8	2007	3	7	2008	1	7	2009	2	7	2010

Tabelle A 46: Mittelwerte der Reaktionszahl (R) und durchschnittliche Artenzahlen der Säure- und Basenzeiger in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7																																																																																													
R Mittelwert	0,0	1,8	3,0	2006	0,0	1,8	3,3	2007	0,0	1,7	3,4	2008	0,0	1,9	3,2	2009	0,0	1,3	3,4	2010	0,0	2,0	3,3	2006	0,0	1,5	3,3	2007	0,0	1,1	3,1	2008	0,0	1,3	3,2	2009	0,0	1,2	3,1	2010	0,0	1,7	3,9	2008	0,0	2,4	3,6	2009	0,1	2,4	3,7	2010	0,2	1,1	4,1	2008	0,2	1,1	3,9	2009	0,2	1,2	4,0	2010	0,1	1,6	4,0	2006	0,1	1,5	4,2	2007	0,1	1,6	4,1	2008	0,1	1,7	4,2	2009	0,1	1,6	4,3	2010	0,4	1,1	4,4	2006	0,5	1,2	4,4	2007	0,5	1,1	4,4	2008	0,4	1,2	4,3	2009	0,2	1,0	4,5	2010	0,1	1,4	4,0	2006	0,1	1,4	3,3	2007	0,1	1,2	3,5	2008	0,1	1,3	4,0	2009	0,2	1,4	4,0	2010
Säurezeiger (R 1-3)	0,0	1,8	3,0	2006	0,0	1,8	3,3	2007	0,0	1,7	3,4	2008	0,0	1,9	3,2	2009	0,0	1,3	3,4	2010	0,0	2,0	3,3	2006	0,0	1,5	3,3	2007	0,0	1,1	3,1	2008	0,0	1,3	3,2	2009	0,0	1,2	3,1	2010	0,1	1,7	3,9	2008	0,0	2,4	3,6	2009	0,1	2,4	3,7	2010	0,2	1,1	4,1	2008	0,2	1,1	3,9	2009	0,2	1,2	4,0	2010	0,1	1,6	4,0	2006	0,1	1,5	4,2	2007	0,1	1,6	4,1	2008	0,1	1,7	4,2	2009	0,1	1,6	4,3	2010	0,4	1,1	4,4	2006	0,5	1,2	4,4	2007	0,5	1,1	4,4	2008	0,4	1,2	4,3	2009	0,2	1,0	4,5	2010	0,1	1,4	4,0	2006	0,1	1,4	3,3	2007	0,1	1,2	3,5	2008	0,1	1,3	4,0	2009	0,2	1,4	4,0	2010
Basenzeiger (R 7-9)	0,0	1,8	3,0	2006	0,0	1,8	3,3	2007	0,0	1,7	3,4	2008	0,0	1,9	3,2	2009	0,0	1,3	3,4	2010	0,0	2,0	3,3	2006	0,0	1,5	3,3	2007	0,0	1,1	3,1	2008	0,0	1,3	3,2	2009	0,0	1,2	3,1	2010	0,1	1,7	3,9	2008	0,0	2,4	3,6	2009	0,1	2,4	3,7	2010	0,2	1,1	4,1	2008	0,2	1,1	3,9	2009	0,2	1,2	4,0	2010	0,1	1,6	4,0	2006	0,1	1,5	4,2	2007	0,1	1,6	4,1	2008	0,1	1,7	4,2	2009	0,1	1,6	4,3	2010	0,4	1,1	4,4	2006	0,5	1,2	4,4	2007	0,5	1,1	4,4	2008	0,4	1,2	4,3	2009	0,2	1,0	4,5	2010	0,1	1,4	4,0	2006	0,1	1,4	3,3	2007	0,1	1,2	3,5	2008	0,1	1,3	4,0	2009	0,2	1,4	4,0	2010

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 47: Gesamtartenzahlen an Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7																																																																													
Magerkeitszeiger (N 1-3)	3	6	2006	4	5	2007	5	6	2008	2	6	2009	4	6	2010	1	11	2006	1	8	2007	1	6	2008	1	9	2009	2	6	2010	2006	2007	2008	7	9	2008	7	10	2009	7	10	2010	2006	2007	2008	5	3	2008	7	2	2009	7	3	2010	2006	2007	2008	7	7	2006	6	7	2007	7	6	2008	5	7	2009	6	7	2010	2006	2007	2008	10	8	2006	10	8	2007	10	9	2008	10	9	2009	11	11	2010	2006	2007	2008	9	10	2006	9	7	2007	6	10	2008	9	12	2009	8	11	2010
Stickstoffzeiger (N 7-9)	3	6	2006	4	5	2007	5	6	2008	2	6	2009	4	6	2010	1	11	2006	1	8	2007	1	6	2008	1	9	2009	2	6	2010	2006	2007	2008	7	9	2008	7	10	2009	7	10	2010	2006	2007	2008	5	3	2008	7	2	2009	7	3	2010	2006	2007	2008	7	7	2006	6	7	2007	7	6	2008	5	7	2009	6	7	2010	2006	2007	2008	10	8	2006	10	8	2007	10	9	2008	10	9	2009	11	11	2010	2006	2007	2008	9	10	2006	9	7	2007	6	10	2008	9	12	2009	8	11	2010

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 48: Gewichtete Mittelwerte der Stickstoffzahl (N) und Deckungsanteile der Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7															
N Mittelwert gewichtet	20	4,1	2006			6	4,0	2006			2006			2007			13	16	4,3	2008			8	13	4,3	2008			35	6	5,3	2006			28	4	5,0	2006			17	7	4,6	2006		
Magerkeitszeiger (N 1-3) Deckung %	33	4,0	2007			6	4,0	2007			16	4,3	2008			13	16	4,3	2008			10	26	4,4	2009			6	8	4,5	2008			8	4	4,4	2007			8	6	4,3	2008			
Stickstoffzeiger (N7-9) Deckung %	5	17	4,2	2008		2	4,0	2008			2	4,0	2008			7	25	4,6	2010			5	13	4,1	2009			6	5	4,4	2009			6	3	4,5	2010			18	12	4,6	2007			
	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr
 grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008
 + Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008
 o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008
 ~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 49: Mittelwerte der Stickstoffzahl (N) und durchschnittliche Artenzahlen der Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7									
N Mittelwert	2,0	4,5	2006			1,6	4,0	2006			2,1	3,0	4,7	2008			1,6	0,8	4,9	2008			1,7	1,6	4,8	2006			2,9	0,9	5,3	2006			3,0	1,8	5,1	2006		
Magerkeitszeiger (N 1-3)	1,2	1,7	4,6	2007		0,3	1,7	4,1	2007		1,9	4,0	4,4	2009			2,3	0,9	5,3	2009			1,8	1,5	4,8	2007			2,5	1,0	5,2	2007			2,8	1,4	5,0	2007		
Stickstoffzeiger (N 7-9)	1,2	1,7	4,7	2008		0,1	0,9	4,0	2008		2,0	4,3	4,4	2010			2,3	1,0	5,3	2010			1,7	1,7	4,7	2008			2,5	1,2	5,1	2008			2,5	2,1	4,7	2008		
	1,1	1,9	4,6	2009		0,1	2,3	3,8	2009		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	2,2	4,5	2009			2,1	1,3	5,1	2010			2,5	2,3	4,8	2009				
	1,4	1,7	4,7	2010		0,2	1,3	3,9	2010		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,7	4,6	2010			2,1	1,3	5,1	2010			2,5	2,3	4,7	2010				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr
 grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008
 + Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008
 o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008
 ~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 50: Gesamtartenzahlen an Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7														
Magerkeitszeiger (N 1-3)	5	6	7	9	7	9	10	6	7	7	8	7	8	8	9	6	5	3	3	3	5	6	5	6	8	10	9	12	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					
Stickstoffzeiger (N7-9)	4	3	3	4	4	2	2	1	2	1	6	6	7	7	9	4	4	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der
Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 51: Mittelwerte der Stickstoffzahl (N) und durchschnittliche Artenzahlen der Magerkeits- und Stickstoffzeigern in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
N Mittelwert	2006 2007 2008 2009 2010 Tendenz	2006 2007 2008 2009 2010 Tendenz	2006 2007 2008 2009 2010 Tendenz	2006 2007 2008 2009 2010 Tendenz	2006 2007 2008 2009 2010 Tendenz	2006 2007 2008 2009 2010 Tendenz	2006 2007 2008 2009 2010 Tendenz
Magerkeitszeiger (N 1-3)	1,2 4,4 1,3 4,4 1,3 4,6 1,4 4,6 0,7 4,9 + +	1,4 4,0 0,8 4,1 0,3 4,1 0,6 4,1 0,3 4,0 + +	1,0 4,5 2,1 4,3 2,4 4,4 + +	0,3 5,0 0,5 5,0 0,6 5,0 + +	0,9 4,8 0,7 4,9 0,7 4,7 1,0 4,7 0,8 4,6 + +	0,5 5,1 0,4 5,2 0,4 5,2 0,6 5,0 0,4 5,0 + +	0,9 4,8 0,8 4,7 0,9 4,7 0,9 4,8 1,0 4,7 + +
Stickstoffzeiger (N 7-9)	0,5 0,5 0,8 0,8 0,8 + +	0,2 0,1 0,1 0,1 0,0 + +	1,0 0,9 1,1 + +	1,1 1,1 1,1 + +	1,2 1,2 0,9 1,0 0,7 + +	1,7 1,8 1,8 1,5 1,2 + +	0,9 0,9 1,0 1,0 1,0 + +

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr
 grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008
 + Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008
 o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008
 ~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 52: Gesamtartenzahlen an Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
geringer Futterwert (FW 1-3)	10 2006 10 2007 11 2008 7 2009 10 2010	10 2006 8 2007 5 2008 8 2009 8 2010	2006 2007 15 2008 16 2009 15 2010	2006 2007 8 2008 8 2009 9 2010	17 2006 13 2007 15 2008 14 2009 15 2010	18 2006 19 2007 19 2008 18 2009 23 2010	15 2006 13 2007 15 2008 15 2009 17 2010
hoher Futterwert (FW 7-9)	5 5 4 5 5	3 4 1 0 2	9 8 8	6 7 10	7 10 8 9 8	11 10 9 10 10	6 8 6 6 9

Tabelle A 53: Gewichtete Mittelwerte der Futterwertzahl (FW) und Deckungsanteile der Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
FW Mittelwert gewichtet	2006 2007 2008 2009 2010 Tendenz						
geringer Futterwert (FW 1-3) Deckung %	22 21 46 43 23 + +	65 90 88 92 89 + +	40 44 45 43 45 + +	26 22 22 + +	31 34 41 49 52 + +	24 24 25 27 34 + +	51 42 42 34 47 + +
hoher Futterwert (FW 7-9) Deckung %	6 10 10 12 11 + +	7 2 0 0 0 + +	25 37 39 + +	8 16 15 + +	51 37 24 30 44 + +	33 18 14 25 34 + +	19 23 18 22 20 + +

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr
 grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008
 + Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008
 o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008
 ~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der
Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 54: Mittelwerte der Futterwertzahl (FW) und durchschnittliche Artenzahlen der Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
FW Mittelwert	4,1	4,4	4,1	4,2	4,4	4,1	3,9	2,8	2,8	2,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,4	4,4	4,6	4,6	4,4	4,8	5,1	4,2	4,4	4,4	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,2	4,2	4,4	4,4	4,5
geringer Futterwert (FW 1-3)	2,8	2,8	3,1	2,8	3,1	2,1	2,2	1,7	2,5	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
hoher Futterwert (FW 7-9)	1,3	1,9	1,5	1,5	2,1	2,1	0,5	0,1	0,0	0,2	2,0	2,4	2,2	2,5	1,8	3,3	4,3	3,9	3,0	3,4	2,5	3,3	3,4	3,4	3,9	3,4	3,1	3,8	2,0	1,9	1,8	2,1	2,5	2,0	1,9	1,8	2,1	2,5

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 55: Gesamtartenzahlen an Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3			V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
geringer Futterwert (FW 1-3)	8	9	9	10	9	8	9	4	6	5	7	15	15	7	15	15	8	16	8	12	9	12	9	10	16	9	10	16	10	17	9	10	16	5	6	7	5	7
hoher Futterwert (FW 7-9)	5	5	5	5	5	3	3	1	2	1	1	7	8	7	8	11	9	10	8	9	10	11	8	8	10	9	10	8	10	10	9	10	8	5	6	7	5	7

Tabelle A 56: Mittelwerte der Futterwertzahl (FW) und durchschnittliche Artenzahlen der Arten mit geringem und hohem Futterwert in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
FW Mittelwert	4,3	4,4	4,4	4,4	4,5	3,8	3,5	2,4	2,6	2,3	4,1	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,5	4,5	4,6	4,6	4,4	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	4,2	4,2	4,4	4,4	4,4					
geringer Futterwert (FW 1-3)	1,8	1,9	2,1	2,0	1,9	1,9	1,6	1,2	1,5	1,2	3,2	3,2	3,1	3,5	4,1	4,2	2,5	4,8	3,6	3,2	3,0	3,2	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	2,0	2,2
hoher Futterwert (FW 7-9)	1,7	2,2	2,6	2,6	2,1	1,0	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1	2,8	3,8	3,8	3,8	4,2	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	3,4	4,2	4,1	4,0	3,9	1,6	2,2	2,2	2,1	2,4

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der
Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 57: Gesamtartenzahlen an mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
mahdempfindlich (M 1-3)	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2006	2007	2008	2009	2010	11	1	1	1	1	13	4	2	2	2	17	4	4	4	4	12	3	2006	2007	2008	12	3	2006	2007	2008
mahdverträglich (M 7-9)	8	9	9	7	10	7	7	3	2	5	16	12	13	13	13	11	13	13	15	15	13	14	13	12	13	17	16	15	15	17	12	12	13	12	15	12	12	13	12	15

Tabelle A 58: Gewichtete Mittelwerte der Mahdverträglichkeitszahl (M) und Deckungsanteile der mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
M Mittelwert gewichtet	5,7	6,0	5,5	5,7	6,0	4,8	4,4	4,2	4,2	4,2	6,0	6,0	6,4	6,4	6,7	7,0	7,0	6,6	6,5	6,7	7,0	7,0	6,6	6,5	6,7	6,5	6,5	6,1	6,1	6,4	5,7	6,1	6,4	6,3	6,4	5,7	6,1	6,4	6,3	6,4
mahdempfindlich (M 1-3) Deckung %	2	2	3	1	2	2	2	1	2	1	8	8	8	8	5	1	0	0	0	0	1	1	2	1	1	3	3	4	3	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2
mahdverträglich (M 7-9) Deckung %	11	20	20	25	21	13	8	5	6	6	34	48	58	58	58	35	40	36	66	65	50	52	66	46	25	24	36	51	28	39	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 59: Mittelwerte der Mahdverträglichkeitszahl (M) und durchschnittliche Artenzahlen der mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3					V4					V5					V6					V7									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
M Mittelwert	5,9	6,3	6,2	6,2	6,2	5,6	5,4	4,5	4,6	4,6	6,0	6,0	6,4	6,4	6,7	6,3	6,5	6,3	6,3	6,4	6,3	6,5	6,3	6,3	6,4	6,3	6,5	6,1	6,1	6,4	6,1	6,3	6,3	6,3	6,4	6,1	6,3	6,3	6,3	6,4
mahdempfindlich (M 1-3)	0,9	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4	1,7	1,7	1,9	1,9	1,6	0,1	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,7	0,7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
mahdverträglich (M 7-9)	2,4	3,8	3,5	3,3	3,5	1,6	1,2	0,2	0,5	0,6	5,0	4,8	5,8	5,8	5,8	4,5	5,9	6,6	5,3	6,1	5,1	5,6	5,9	5,8	6,1	5,3	5,8	5,6	5,1	5,9	5,3	5,8	5,6	5,1	5,9	3,7	3,4	3,7	3,9	4,8

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der
Flutterbinsen-Problematik

Tabelle A 60: Gesamtartenzahlen an mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3			V4				V5				V6				V7																									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010																		
mahdempfindlich (M 1-3) Deckung %	11	3	10	3	10	3	7	2	7	3	3	2	3	2	5	3	2	2006	2007	2008	2009	2010	11	3	17	2	17	2	18	2	16	3	17	2	15	2	11	3	11	3	14	5	10	3	13	2	2006	2007	2008	2009	2010
mahdverträglich (M 7-9) Deckung %	11	3	10	3	10	3	7	2	7	3	3	2	3	2	5	3	2	2006	2007	2008	2009	2010	11	3	17	2	17	2	18	2	16	3	17	2	15	2	11	3	11	3	14	5	10	3	13	2	2006	2007	2008	2009	2010

Tabelle A 61: Mittelwerte der Mahdverträglichkeitszahl (M) und durchschnittliche Artenzahlen der mahdempfindlichen und mahdverträglichen Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4				V5				V6				V7							
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
M Mittelwert	6,0	6,2	6,3	6,3	6,2	5,5	5,2	4,3	4,3	4,2	6,0	6,0	6,1	6,6	6,7	6,7	6,7	6,5	6,4	6,5	6,8	6,6	6,6	6,5	6,5	6,8	6,6	6,7	5,9	6,2	6,3	6,3	6,3
mahdempfindlich (M 1-3)	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2	0,9	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1
mahdverträglich (M 7-9)	1,7	2,2	2,6	2,6	2,1	1,0	0,6	0,2	0,2	0,1	2,8	3,1	3,8	4,1	3,8	4,2	4,2	3,6	3,4	4,2	4,1	4,0	3,9	3,4	4,2	4,1	4,0	3,9	1,6	2,1	2,2	2,1	2,4

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 62: Gesamtartenzahlen an weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3			V4				V5				V6				V7																										
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010																			
weideempfindlich (M 1-3)	11	3	13	2	11	1	10	3	10	1	4	1	7	2	8	2	2006	2007	2008	2009	2010	11	3	14	4	14	3	15	3	15	3	17	3	17	4	17	4	13	3	12	2	16	1	16	2	16	2	2006	2007	2008	2009	2010
weideverträglich (M 7-9)	11	3	13	2	11	1	10	3	10	1	4	1	7	2	8	2	2006	2007	2008	2009	2010	11	3	14	4	14	3	15	3	15	3	17	3	17	4	17	4	13	3	12	2	16	1	16	2	16	2	2006	2007	2008	2009	2010

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der
Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 63: Gewichtete Mittelwerte der Weideverträglichkeitszahl (W) und Deckungsanteile der weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4				V5				V6			V7						
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010
W Mittelwert gewichtet	5,9	5,8	6,0	6,2	5,4	6,6	6,7	6,9	6,8	6,9	+	+	+	6,0	5,9	6,0	5,9	6,0	6,0	5,9	5,9	5,7	6,0	6,0	5,5	5,2	5,5	5,9	5,1	5,4	5,5
weideempfindlich (M 1-3) Deckung %	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5	3	0	2	3	2	3	3	3	2
weideverträglich (M 7-9) Deckung %	42	55	60	65	27	74	91	88	93	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	60	66	83	0	0	0	0	0	0	0	0

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 64: Mittelwerte der Weideverträglichkeitszahl (W) und durchschnittliche Artenzahlen der weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Braun-Blanquet-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4				V5				V6			V7						
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010
W Mittelwert	6,0	6,0	5,8	5,7	5,9	5,8	5,7	6,2	5,8	6,2	0	0	0	5,7	5,9	5,9	5,5	5,6	5,5	6,0	5,8	5,7	6,1	5,5	5,8	5,9	5,5	5,8	5,9	5,7	5,9
weideempfindlich (M 1-3)	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0	0	0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,4	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	0,6	0,7	0,9	0,6	0,6	0,7	0,7
weideverträglich (M 7-9)	4,1	4,7	3,9	3,9	4,3	2,9	2,6	1,6	2,7	2,1	0	0	0	4,9	5,9	6,3	6,3	5,5	5,5	6,0	5,8	5,7	6,1	5,5	5,8	5,9	5,5	5,8	5,9	5,7	5,9

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

Tabelle A 65: Gesamtartenzahlen an weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante

	V1					V2					V3			V4				V5				V6			V7						
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010
weideempfindlich (M 1-3)	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	3	1	2	2	2	2	2	3	3	4	5	3	3	2	5	3	2	4	2	3
weideverträglich (M 7-9)	12	11	12	13	12	11	11	6	6	5	15	14	15	12	11	13	14	14	12	12	12	14	14	15	16	13	15	16	13	14	13

Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik

Tabelle A 66: Mittelwerte der Weideverträglichkeitszahl (W) und durchschnittliche Artenzahlen der weideempfindlichen und weideverträglichen Arten in den Frequenz-Aufnahmen pro Jahr und Variante und ihre Entwicklungstendenzen

	V1					V2					V3			V4					V5					V6					V7														
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010					
W Mittelwert	5,8	5,8	5,7	5,8	5,6	6,0	6,1	6,7	6,5	6,6				5,8	5,8	5,8	5,9	5,7	5,7	5,6	5,6	5,6	5,6	5,8	5,8	6,0	5,8	5,6	5,8	5,8	5,8	5,7	5,6	5,8	5,6	5,7	5,6	5,6	5,8	5,6	5,7	5,6	5,6
weideempfindlich (M 1-3)	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
weideverträglich (M 7-9)	2,9	3,2	2,9	3,1	2,5	2,6	2,0	1,2	1,5	1,2	3,6	4,3	4,3	3,8	3,6	3,5	3,8	4,3	3,6	3,8	3,8	3,9	4,3	3,2	3,9	3,6	3,3	3,1	3,2	2,2	2,1	2,2	2,4	2,3	2,2	2,1	2,2	2,4	2,3	2,2	2,1	2,2	2,4
					~					+								+					+					~					~					~					

fett: signifikante Änderung gegenüber Vorjahr

grau hinterlegt: signifikante Änderung des Aufnahmejahres 2010 gegenüber dem Ausgangszustand 2006, bzw. 2008

+ Zunahme, - Abnahme: signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

o keine signifikante Änderung im Vergleich der Jahre 2006 und 2010, bzw. 2008

~ schwankend; signifikante gegenläufige Änderung in den Zwischenjahren

15.2 Abbildungen



Abbildung A 1: Variante 7a, 2006



Abbildung A 4: Variante 7a, 2009



Abbildung A 2: Variante 7a, 2007



Abbildung A 5: Variante 7a, 2010



Abbildung A 3: Variante 7a, 2008

Veränderung der Fläche V7a:
2006: Grundzustand der Fläche mit extremer Flatterbinsendeckung
2007: deutlich geringerer Binsenanteil als im Vorjahr, allerdings auch Zunahme ebenfalls nicht erwünschter Arten wie Krauser Ampfer (*Rumex crispus*), daneben Zunahme der üblichen häufigen Arten (*Holcus lanatus*, *Rumex acetosa*)
2008: wieder weniger Ampfer, dafür Zunahme der Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*)
2009: wenig Veränderung der Fläche, wieder etwas weniger Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*)
2010: wenig Veränderung der Fläche, leicht verzögerte Vegetationsentwicklung



Abbildung A 6: Schlechter Zustand der Variante 1 im Jahr 2010



Abbildung A 9: Variante 3 a-c, Überblick



Abbildung A 7: Variante 1, Überblick



Abbildung A 10: Variante 4, Überblick



Abbildung A 8: Variante 2, Überblick mit gemulchter Schneise



Abbildung A 11: Variante 5, Überblick



Abbildung A 12: Variante 6a, Überblick



Abbildung A 15: Variante 7b, Überblick



Abbildung A 13: Variante 6b, Überblick



Abbildung A 16: Variante 7c, Überblick



Abbildung A 14: Variante 6c, Überblick



Abbildung A 17: Variante 7d, Überblick



Abbildung A 18: Variante 7e, Überblick



Abbildung A 20: Befressener Flatterbinsen-Horst



Abbildung A 19: An *Juncus effusus* fressender Esel



Abbildung A 21: Schafe auf Variante 1

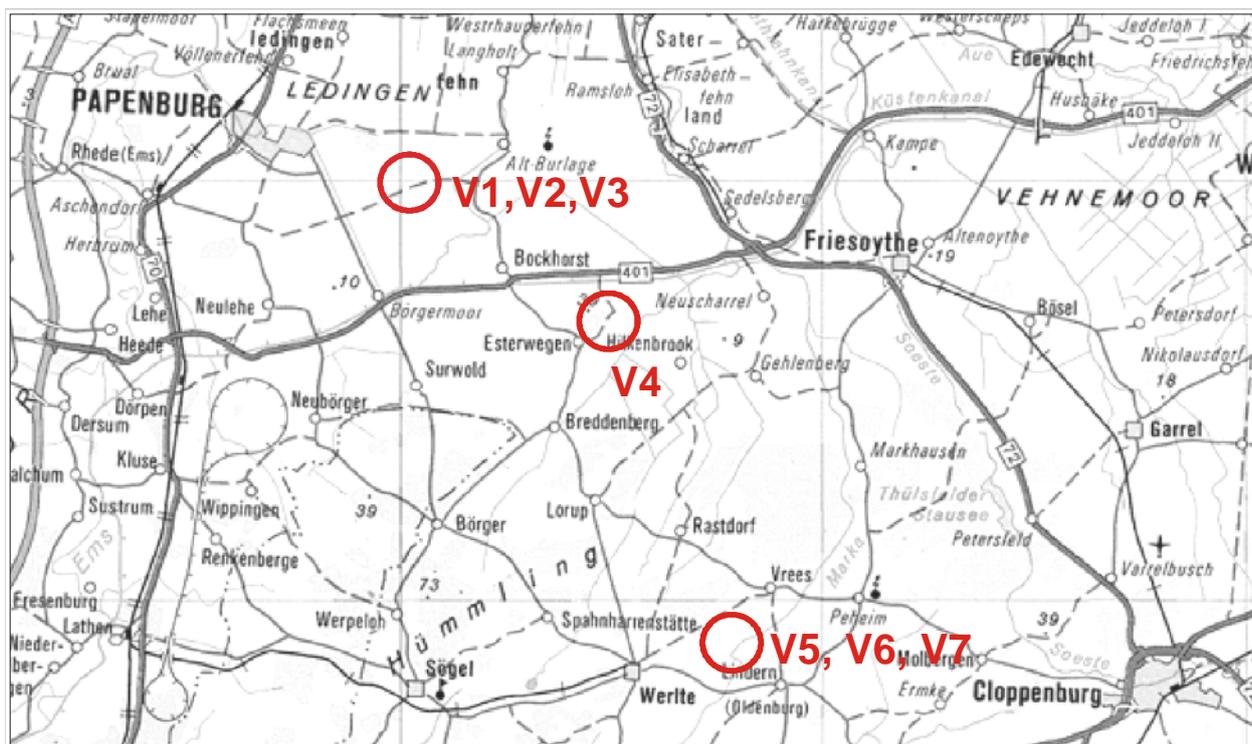


Abbildung A 22: Lage der Untersuchungsflächen