
Auswirkung der extensiven Freilandhaltung von Schweinen auf
Gefäßpflanzen in Grünlandökosystemen

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)

der naturwissenschaftlichen Fakultät III –
Biologie und vorklinische Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Klaus Rüdiger Neugebauer
aus Münnerstadt

Juli 2003

Promotionsgesuch eingereicht am:	8. Juli 2003
Die Arbeit wurde angeleitet von:	Prof. Dr. P. Poschlod
Prüfungsausschuss:	Prof. Dr. G. Hauska (Vorsitz) Prof. Dr. P. Poschlod (1. Gutachter) Prof. Dr. M. Kleyer (2. Gutachter) Prof. Dr. B. Kramer (3. Prüfer)
Diese Dissertation erscheint in Dissertationes Botanicae im Winter 2003/2004	



Inhalt

1	Einleitung (Gesamtteil).....	11
2	Material und Methoden (Gesamtteil).....	13
2.1	Untersuchungsgebiete	13
2.2	Managementvarianten	16
3	Vegetationsveränderungen auf den Schweineweiden.....	19
3.1	Einleitung	19
3.2	Methoden	23
3.2.1	Vegetationskundliche Datenerhebung	23
3.2.2	Standortkundliche Datenerhebung	24
3.2.3	Datenanalyse	25
3.3	Ergebnisse	28
3.3.1	UG Brucht	28
3.3.1.1	Vegetationskundliche Entwicklungen.....	28
3.3.1.2	Lebensstrategien nach Grime	41
3.3.1.3	Standortkundliche Veränderungen.....	42
3.3.2	UG Lenzen	44
3.3.2.1	Vegetationskundliche Entwicklungen.....	44
3.3.2.2	Lebensstrategien nach Grime	52
3.3.2.3	Standortkundliche Veränderungen.....	53
3.3.3	UG Eggelwiesen.....	55
3.3.3.1	Vegetationskundliche Entwicklungen.....	55
3.3.3.2	Lebensstrategien nach Grime	61
3.3.3.3	Standortkundliche Veränderungen.....	63
3.3.4	UG Schmandberg	67
3.3.4.1	Vegetationskundliche Entwicklungen.....	67
3.3.4.2	Lebensstrategien nach Grime	73
3.3.4.3	Standortkundliche Veränderungen.....	74
3.3.4.4	Offenhaltung	75
3.3.5	UG Tieringen.....	76
3.3.5.1	Vegetationskundliche Entwicklungen.....	76
3.3.5.2	Lebensstrategien nach Grime	83
3.3.5.3	Standortkundliche Veränderungen.....	84
3.3.6	Zusammenfassung der Ergebnisse aus den einzelnen Untersuchungsgebieten	85
3.3.6.1	Vegetationskundliche Veränderungen	85
3.3.6.2	Artenvielfalt	90
3.3.6.3	Dynamik	90
3.3.6.4	Soziologische Einheiten	91
3.3.6.5	Lebensstrategien nach Grime	92

3.4 Diskussion.....	94
3.4.1 Diskussion der Veränderungen in einzelnen Untersuchungs- gebieten	94
3.4.1.1 UG Brucht	94
3.4.1.2 UG Lenzen	97
3.4.1.3 UG Eggelwiesen.....	99
3.4.1.4 UG Schmandberg	100
3.4.1.5 UG Tieringen	102
3.4.2 Vergleichende Diskussion der Vegetations- und Standort- parameter	106
3.4.2.1 Vegetationskundliche Veränderungen	106
3.4.2.2 Artenzahlen	107
3.4.2.3 Arten turnover und Dynamik auf den Flächen.....	108
3.4.2.4 Zuordnung zu soziologischen Einheiten	109
3.4.2.5 Standortkundliche Generalisierung.....	110
3.4.2.6 Lebensstrategien der Pflanzen	113
3.4.3 Offenhaltung durch Schweine	114
3.5 Zusammenfassung.....	116
4 Ausbreitung von Pflanzenarten durch Schweine.....	119
4.1 Einleitung	119
4.2 Methoden	121
4.2.1 Epizoochorie.....	121
4.2.2 Endozoochorie.....	121
4.2.3 Vegetationsaufnahmen	121
4.2.4 Diasporenbank.....	122
4.2.5 Datenanalyse	122
4.3 Ergebnisse	125
4.3.1 Epizoochorie.....	125
4.3.2 Endozoochorie.....	126
4.4 Diskussion.....	136
4.4.1 Epizoochorie.....	136
4.4.2 Endozoochorie.....	136
4.4.3 Schlussfolgerung	138
4.4.4 Historische Perspektive und Bedeutung für den Naturschutz	139
4.5 Zusammenfassung.....	141

5 Analyse der Besiedelungsquellen..... 143

5.1	Einleitung	143
5.2	Methoden	146
5.2.1	Vegetationskartierung	146
5.2.2	Umfeldkartierung	146
5.2.3	Bestimmung der Diasporenbank	146
5.2.4	Datenauswertung	148
5.3	Ergebnisse	149
5.3.1	Betrachtungsebene: Gesamte Schweineweide	149
5.3.2	Betrachtungsebene: Einzelne Aufnahme­flächen innerhalb der Schweineweiden	152
5.3.3	Räumliche Struktur der Neuetablierung - Fallbeispiel <i>Peplis portula</i>	158
5.4	Diskussion.....	159
5.4.1	Neubesiedelung durch lokale Effekte versus Fernausbreitung	159
5.4.2	Aktivierung der Diasporenbank	161
5.5	Zusammenfassung.....	163

6 Funktionelle Analyse der Vegetationsveränderungen auf Schweineweiden..... 165

6.1	Einleitung	165
6.2	Methoden	169
6.2.1	Erhebung der Vegetationsdaten.....	169
6.2.2	Erhebung, Herkunft und Bedeutung der funktionellen Merkmale.....	169
6.2.2.1	Lebensformen.....	169
6.2.2.2	Nutzungs-Wertzahlen.....	169
6.2.2.3	Fraßpräferenz der Schweine.....	170
6.2.2.4	Vegetative Merkmale	170
6.2.2.5	Generative Merkmale.....	171
6.2.3	Auswertungsprozeduren und Datenanalyse	172
6.3	Ergebnisse.....	173
6.3.1	Lebensformen.....	173
6.3.2	Nutzungs-Wertzahlen für Wiesen- und Weidepflanzen.....	177
6.3.3	Fraßpräferenz der Schweine.....	181
6.3.4	Vegetative Merkmale	182
6.3.5	Generative Merkmale	191
6.3.6	Strategien der Pflanzen auf Schweineweiden	196

6.4 Diskussion.....	202
6.4.1 Einzelne funktionelle Merkmale	202
6.4.1.1 Lebensformen.....	202
6.4.1.2 Nutzungs-Wertzahlen.....	203
6.4.1.3 Fraßpräferenz der Schweine.....	204
6.4.1.4 Vegetative Merkmale	204
6.4.1.5 Generative Merkmale.....	206
6.4.2 Regenerationsstrategien.....	207
6.4.3 Vergleich mit Saveauen.....	209
6.4.4 Generalisierung der Befunde.....	210
6.5 Zusammenfassung.....	212
7 Gesamtdiskussion.....	215
7.1 Schweinebeweidung als Störung in Grünlandökosystemen	215
7.2 Schweinebeweidung im Vergleich zu herkömmlicher Landschaftspflege und Landnutzung.....	218
7.3 Schweinebeweidung als Instrument des Naturschutzes.....	220
7.3.1 Renaturierung dynamischer Prozesse.....	220
7.3.2 Zielarten und Zielartengruppen	221
7.3.3 Unerwünschte Arten.....	222
7.3.4 Eutrophierung.....	223
7.4 Prognose der Vegetationsentwicklung.....	224
8 Zusammenfassung / Abstract.....	225
9 Literatur.....	235
10 Dank	249
11 Anhang	251

Abbildungen

Abbildung 1. Ordinationsergebnis UG Brucht (alle Aufnahmen zusammen).....	30
Abbildung 2. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung der feuchten Auenbereiche im UG Brucht.	33
Abbildung 3. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung der ehemaligen Äcker im UG Brucht.	35
Abbildung 4. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung der ehemaligen trockenen Wiesen im UG Brucht.	39
Abbildung 5. Korrelation der Grime'schen Strategien mit den Ordinationsergebnissen im UG Brucht, aufgeteilt nach den drei Vornutzungen.	41
Abbildung 6. Korrelation der Bodendaten mit den vegetationskundlichen Ordinationsergebnissen bodenkundlich beprobter Dauerquadrate im UG Brucht.	43
Abbildung 7. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung im UG Lenzen.....	49
Abbildung 8. Ordinationsergebnisse (PCA) der Vegetationsveränderungen (2002 in Bezug auf 1999) im UG Lenzen.	50
Abbildung 9. Korrelation der Lebensstrategien mit dem Ordinationsergebnis der Vegetationsveränderungen im UG Lenzen.....	52
Abbildung 10. Korrelation der Bodendaten mit dem Ordinationsergebnis ausgewählter Dauerquadrate im UG Lenzen.	54
Abbildung 11. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung im UG Eggelwiesen.	59
Abbildung 12. Korrelation der Grime'schen Strategien mit dem Ordinationsergebnis im UG Eggelwiesen.	61
Abbildung 13. Korrelation der Bodendaten mit dem Ordinationsergebnis ausgewählter Dauerquadrate im UG Eggelwiesen.	65
Abbildung 14. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung im UG Schmandberg.	71
Abbildung 15. Korrelation der Grime'schen Strategien mit dem Ordinationsergebnis im UG Schmandberg.	73
Abbildung 16. Zuwachs etablierter Weißdorn-Büsche (<i>Crataegus monogyna</i>).	75
Abbildung 17. Ordinationsergebnis der Vegetationsveränderungen im UG Tieringen.....	79
Abbildung 18. Korrelation der Grime'schen Strategien mit dem Ordinationsergebnis im UG Tieringen.	83
Abbildung 19. Entwicklung der Artenvielfalt während der Schweinebeweidung.	90

Abbildung 20. Arten turnover auf Schweineweiden.	91
Abbildung 21. Vorkommen von ausgewählten Pflanzenarten im Schweinekot im Verlauf einer Vegetationsperiode.	129
Abbildung 22. Optimierung des relativen Beitrages der Diasporenbank und der fruchtenden Vegetation zur Dichte der Diasporen im Schweinekot.	130
Abbildung 23. Abschätzung der Grenzwerte zur Abgrenzung von seltenen und häufigen Arten der etablierten Vegetation und der Diasporenbank.	131
Abbildung 24. Neubesiedelung im Verlauf der Beobachtungsperiode im UG Schmandberg.	152
Abbildung 25. Aktivierung von <i>Peplis portula</i> aus der Diasporenbank.	158
Abbildung 26. Veränderung der Lebensformen.	175
Abbildung 27. Relative Anteile der Lebensformen im Vergleich mit den Saveauen.	176
Abbildung 28. Lebensformen von zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten.	176
Abbildung 29. Entwicklung der Nutzungs-Wertzahlen auf Schweineweide und Referenzflächen.	179
Abbildung 30. Nutzungs-Wertzahlen bei zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten.	180
Abbildung 31. Fraßpräferenzen der Schweine, Entwicklung auf den Untersuchungsflächen und Aufteilung hinsichtlich zu-, abnehmender, sowie indifferenten Arten.	182
Abbildung 32. Entwicklung von spezifischer Blattfläche und artspezifischen Wuchshöhe der Arten im Vergleich mit den Saveauen.	184
Abbildung 33. Unterschiede zwischen zu-, abnehmenden, sowie indifferenten Arten hinsichtlich der spezifischen Blattfläche (SLA) und der artspezifischen Wuchshöhe.	184
Abbildung 34. Entwicklung von Lebensdauer, vegetativer Ausbreitungsfähigkeit, Wurzeltiefe, Blattausdauer und Lage der Ausläufer im Vergleich mit den Saveauen.	188
Abbildung 35. Unterschiede zwischen zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten hinsichtlich Lebensdauer, Blattausdauer, vegetativer Ausbreitungsfähigkeit, Lage der Ausläufer und Wurzeltiefe.	189
Abbildung 36. Entwicklung der generativen Merkmale mit metrischer/ordinaler Skala (Samengewicht, Blühbeginn, Blühdauer) im Vergleich mit den Saveauen.	193
Abbildung 37. Unterschiede zwischen zu-, abnehmenden, sowie indifferenten Arten hinsichtlich Samengewicht, Blühzeitpunkt und Blühdauer.	194

Abbildung 38. Langlebigkeit der Diasporenbank, Entwicklung in Bezug zur Saveaue und Verteilung auf zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten.....	195
Abbildung 39. Ordination der auf Schweineweide zunehmenden (a) und abnehmenden (c) Arten, sowie der Arten der Saveauen (b) nach funktionellen Merkmalen.	199

Tabellen

Tabelle 1. Untersuchungsgebiete und Referenzgebiet Saveauen.	14
Tabelle 2. Managementvarianten.	17
Tabelle 3. Besatz der Untersuchungsgebiete mit Schweinen.	18
Tabelle 4. Besatzdichte und Besatzleistung auf den Schweineweiden.	18
Tabelle 5. Früher auf Schweineweiden häufige Pflanzenarten, die heute gefährdet oder selten sind.	21
Tabelle 6. Anzahl an Dauerquadraten zum Monitoring der Vegetationsveränderungen.	23
Tabelle 7. Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen.	24
Tabelle 8. Bodenkundliche Probennahme (Transsektproben).	24
Tabelle 9. Artenzahlen im UG Brucht.	28
Tabelle 10. Artenturnover im UG Brucht.	29
Tabelle 11. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Brucht.	29
Tabelle 12. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten im UG Brucht, Tabellenauszug.	40
Tabelle 13. Bodenkundliche Parameter im UG Brucht.	42
Tabelle 14. Entwicklung der Nährstoffzeigerwerte im UG Brucht.	43
Tabelle 15. Artenzahlen im UG Lenzen.	44
Tabelle 16. Artenturnover im UG Lenzen.	44
Tabelle 17. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Lenzen.	45
Tabelle 18. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten im UG Lenzen, Tabellenauszug.	51
Tabelle 19. Bodenkundliche Parameter im UG Lenzen.	53
Tabelle 20. Nährstoffzeigerwerte im UG Lenzen.	54
Tabelle 21. Artenzahlen im UG Eggelwiesen.	55
Tabelle 22. Artenturnover im UG Eggelwiesen.	55
Tabelle 23. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Eggelwiesen.	56
Tabelle 24. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten des UG Eggelwiesen, Tabellenauszug.	60
Tabelle 25. Bodenkundliche Parameter im UG Eggelwiesen.	63
Tabelle 26. Nährstoffzeigerwerte im UG Eggelwiesen.	66
Tabelle 27. Artenzahlen im UG Schmandberg.	67
Tabelle 28. Artenturnover im UG Schmandberg.	67

Tabelle 29. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Schmandberg.....	68
Tabelle 30. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten im UG Schmandberg, Tabellenauszug.	72
Tabelle 31. Nährstoffzeigerwerte im UG Schmandberg.	74
Tabelle 32. Keimlings- und Jungpflanzenrekutierung des Weißdorn (<i>Crataegus monogyna</i>).....	75
Tabelle 33. Artenzahlen im UG Tieringen.	76
Tabelle 34. Artenturnover im UG Tieringen.	77
Tabelle 35. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Tieringen.	77
Tabelle 36. Korrelation der Arten mit der Entwicklungsrichtung der Schweineweide in Tieringen.....	80
Tabelle 37. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten des UG Tieringen, Tabellenauszug.	82
Tabelle 38. Nährstoffzeigerwerte im UG Tieringen.	84
Tabelle 39. Zusammenfassung der Entwicklungstrends zu- und abnehmender Arten in allen Untersuchungsgebieten.	86
Tabelle 40. Zusammenfassung der Entwicklungstrends lokal seltener Arten in allen Untersuchungsgebieten (Vorkommen in maximal 3 Dauerquadraten).....	87
Tabelle 41. Zusammenfassender Vergleich der Untersuchungsgebiete.	88
Tabelle 42. Förderung von Segetalarten durch Schweinebeweidung.....	92
Tabelle 43. Zusammenfassung der Korrelation der Grime'schen Strategien zu den Ordinationsergebnissen.	93
Tabelle 44. Kultivierungsmethoden der Proben.	124
Tabelle 45. Epizoochorie. Korrelation der Krustenproben mit der Diasporenbank und der Vegetation verschiedener Probestellen.....	125
Tabelle 46. Vergleich der Arten der Krustenproben mit der Diasporenbank der Suhle.	126
Tabelle 47. Korrelation der endozoochoren Arten mit der etablierten Vegetation und der Diasporenbank.....	130
Tabelle 48. Endozoochore Arten, ihre relativen Häufigkeiten in der etablierten, fruchtenden Vegetation und in der Diasporenbank.....	132
Tabelle 49. Entnahme und Kultivierung der Diasporenbank-Proben.....	147
Tabelle 50. Vorkommen der im UG Schmandberg neu etablierten Arten in potenziellen Besiedelungsquellen.	150
Tabelle 51. Funktionelle Merkmale von neuen Arten im UG Schmandberg.	151
Tabelle 52. Mögliche Quellen der Neubesiedelung auf Dauerquadraten.	152
Tabelle 53. Aktivierung der Diasporenbank.	154

Tabelle 54. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit vom Samengewicht.	157
Tabelle 55. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit von der Ruderalität nach Grime.	157
Tabelle 56. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit von der spezifischen Blattfläche.	157
Tabelle 57. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit vom Lebenszyklus.	157
Tabelle 58. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit von der Amplitude der Keimtemperatur.	157
Tabelle 59. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit von der Keimfähigkeit im Jahresverlauf.	158
Tabelle 60. Lebensformen.	174
Tabelle 61. Nutzungs-Wertzahlen.	178
Tabelle 62. Fraßpräferenzen der Schweine.	181
Tabelle 63. Vegetative Merkmale in metrischer Skala: Spezifische Blattfläche und Wuchshöhe.	183
Tabelle 64. Vegetative Merkmale in nominaler Skala: Lebensdauer, Blattausdauer, vegetative Ausbreitungsfähigkeit, Lage der Ausläufer und Wurzeltiefe.	186
Tabelle 65. Generative Merkmale in metrischer/ordinaler Skala: Samengewicht, Blühbeginn und Blühdauer.	192
Tabelle 66. Generative Merkmale in nominaler Skala: Langlebigkeit der Diasporenbank.	195
Tabelle 67. Zusammenfassung der univariaten Auswertung der funktionellen Merkmale.	200
Tabelle 68. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Brucht.	252
Tabelle 69. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Lenzen.	253
Tabelle 70. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Eggelwiesen.	254
Tabelle 71. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Schmandberg.	255
Tabelle 72. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Tieringen.	256
Tabelle 73. Vegetationsaufnahmen von schweinebeeinflussten Bereichen der Saveauen, Kroatien.	257
Tabelle 74. Gesamtliste der Veränderung der Arten unter Schweinebeweidung.	258
Tabelle 75. Zusammenstellung der funktionellen Merkmale zur Analyse der Etablierung aus der Diasporenbank.	260
Tabelle 76. Zusammenstellung der funktionellen Merkmale zur Erklärung der Vegetationsveränderung.	263

1 Einleitung (Gesamtteil)

In der Geschichte der Menschheit spielen Schweine eine große Rolle. Die ersten Bilder von Wildschweinen finden sich bereits als Höhlenzeichnungen in Altamira und auch aus der Antike sind Wildschweindarstellungen überliefert. Die Domestikation erfolgte vermutlich an unterschiedlichen Orten. Dieser Vorgang fand schon sehr früh im Zeitraum des späten Neolithikums und der frühen Bronzezeit (Wiseman, 1986) in Zusammenhang mit der Sesshaftwerdung der nomadischen Völker statt. Das Schwein hat seitdem große Bedeutung als Nahrungs- und Proteinquelle besonders für die arme Bevölkerung (Dannenberg, 1990). Auch heute noch ist das Schwein ein wichtiges Tier für die Fleischerzeugung. Es kann weltweit gehalten werden und ist ein genügsamer Allesfresser. Weltweit wurden 2002 94 Mio. Mt Schweinefleisch produziert, welches in Europa mit 25 Mio Mt noch vor Rindfleisch und Geflügel liegt (FAO agricultural database on livestock primary, <http://apps.fao.org/> vom 4.4.2003). Trotz dieser wichtigen ökonomischen Bedeutung genießt das Schwein kein hohes Ansehen, wie zahlreiche Schimpfwörter belegen.

Vor der Industrialisierung wurde das Schwein überwiegend im Freien gehalten. Dabei hatten vor allem Wälder und feuchte Lebensräume große Bedeutung (Ten Cate, 1972), in denen andere Weidetiere nur unter schlechten Umständen gehalten werden konnten. Die Waldweide und die Eichel- und Bucheckernmast war sogar von so großer Bedeutung, dass man den Wert der Wälder nach der Anzahl der Schweine angab, die dort gemästet werden konnten (Ten Cate, 1972). Es gab eine regelrechte Kultur der Schweinehirten. Diese historische Bedeutung der Schweineweide für die Landschaft wurde von der Naturschutzforschung bisher wenig beachtet. So fehlt die Schweineweide als ein wichtiger Bestandteil bis heute in den Leitbildern der historischen mitteleuropäischen Kulturlandschaft.

Im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung wurde die Stallhaltung immer populärer. So ließen sich Futtermittel im Ackerbau mit Düngemitteln und Maschineneinsatz günstiger und effektiver produzieren. Neue Rassenzüchtungen vor allem mit der Einkreuzung chinesischer Linien zeichneten sich bei guter Futterversorgung durch ein rascheres Wachstum der Tiere aus. Auch Flurschäden konnte man mit der Stallhaltung vorbeugen. So geriet die Schweinefreilandhaltung spätestens nach dem Zweiten Weltkrieg in Mitteleuropa fast vollständig in Vergessenheit. Auch in der naturschutzbezogenen Beweidungsforschung wurde es bislang kaum behandelt (WallisDeVries *et al.*, 1998; Redecker *et al.*, 2002).

Neuerdings gibt es jedoch in einigen Gegenden wieder Ansätze zu einer modernen Form der Freilandhaltung. Diese Freilandhaltung stellt bis jetzt eine Masthaltung dar, bei der praktisch alles Futter von außen zugegeben wird (Thornton, 1988). Sie ist vor allem in Großbritannien und Dänemark verbreitet. In Großbritannien hatte diese Haltungsform zum Beispiel im Jahr 1996 einen Marktanteil von 20-24 % mit steigender Tendenz (Abbott *et al.*, 1996). Freilandhaltung von Schweinen in dieser Form zeichnet sich durch geringe Startinvestitionen aus, weil aufwendige Stallbauten unnötig sind.

Im Gegensatz zu diesen rein kommerziellen Haltungsformen auf vergleichsweise geringer Fläche sollen in dem Forschungsprojekt „Schweinefreilandhaltung im

Rahmen der Landschaftspflege“ (Förderung durch Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF, Kennzeichen 01LN0002) Schweine auf großen Flächen in geringerer Dichte gehalten werden. Es soll geprüft werden, ob Schweine in Freilandhaltung auch zur Landschaftspflege eingesetzt werden können, denn es gibt Hinweise, dass Schweineweiden eine spezifische ökologische Qualität aufweisen. So belegen verschiedene Literaturquellen, dass manche der heute seltenen und gefährdeten Pflanzenarten als charakteristisch für Schweineweiden angesehen wurden (siehe Kapitel 3.1). Viele dieser Schweineweidearten finden sich in der Tat auch heute noch auf traditionellen Schweineweiden in den Auen der Save in Kroatien. Es wird angenommen, dass diese Lebensräume wesentlich durch die schweinebedingte Dynamik geprägt sind (Wattendorf, 1999; Poschlod *et al.*, 2002).

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens „Schweineweidenhaltung im Rahmen der Landschaftspflege“ und darin als Bestandteil des Teilprojekts „Vegetation und Pflanzenpopulationen“ angefertigt. Sie hat im Gegensatz zu dem auf Pflanzengesellschaften fokussierten Ansatz und dem populationsgenetischen Ansatz die art- und zönosebezogenen Veränderungen auf Schweineweiden zum Inhalt. Im Einzelnen sollen folgende Fragen untersucht werden:

- Welche Auswirkungen hat die Freilandhaltung von Schweinen im Grünland auf die Vegetation (Kapitel 3)?
- Welche Bedeutung haben Schweine für die Ausbreitung von Pflanzenarten (Kapitel 4)?
- Durch welche Besiedelungsquellen kann die Neubesiedelung der Pflanzen auf Schweineweiden erklärt werden (Kapitel 5)?
- Welche Eigenschaften (funktionelle Merkmale) charakterisieren die Vegetationsveränderungen auf Schweineweiden? Und welche Eigenschaften weisen Arten auf, die auf Schweineweiden gefördert oder zurückgedrängt werden (Kapitel 6)?

2 Material und Methoden (Gesamtteil)

2.1 Untersuchungsgebiete

Es wurden fünf Schweineweiden in repräsentativen mitteleuropäischen Landschaften eingerichtet (Tabelle 1).

Das Untersuchungsgebiet „Lenzen“ liegt im norddeutschen Stromtal der Elbe. Es wurde vor der Schweineweide als extensive Mähweide genutzt und liegt hinter dem Deich, sodass es nicht direkt von den Hochwässern der Elbe betroffen ist. In der Weide befinden sich jedoch Qualmwasserstellen, an denen bei Elbehochwasser Wasser durch den Sandkörper unter dem Deich hindurch drückt, und Wasserstände bis zu einem halben Meter erreicht werden. In diesem Gebiet befinden sich die *Elymus repens-Alopecurus pratensis*-Gesellschaft (Hellwig, 2000), das Caricetum gracilis (Graebn. et Hueck 31) Tx. 37, Caricetum ripariae Knapp et Stoffers 62, das Phalaridetum arundinaceae (Libbert 1931), das Ranunculo-Alopecuretum geniculati Tx. 37 und das Glycerietum maximae Hueck 31.

Zwei weitere Untersuchungsgebiete befinden sich im Hügelland des Weserberglandes. Das Untersuchungsgebiet „Brucht“, erstreckt sich entlang eines kleinen Flüsschens mit selbigem Namen und enthält Bachauewiesen, die regelmäßig überschwemmt werden. Dort befinden sich das Ranunculo-Alopecuretum geniculati Tx. 37, das Agropyro-Rumicion Nordh. 40 em. Tx. 50 und *Urtica dioica*-Dominanzbestände. Die trockeneren Hang- und Plateaubereiche werden dem Lolio-Cynosuretum cristati Br.-Bl. et De L. 36 n. inv. Tx. 37 zugerechnet. Außerdem liegt ein früherer Acker auf dem Gelände der Schweineweide. Nährstoffangebot und Wüchsigkeit der Fläche sind bereits vor Beginn der Schweineweide sehr hoch.

Das Untersuchungsgebiet „Schmandberg“ liegt auf einem trockenen Muschelkalkstandort, der fünf Jahre vor Beginn der Weide noch als Acker genutzt wurde, dann brach gefallen ist und gelegentlich von Schafen beweidet wurde. Dort befindet sich ein Mosaik aus verschiedenen Brachestadien. Es dominieren lokal *Crataegus monogyna*, *Daucus carota*, *Taraxacum officinale*, *Origanum vulgare* oder grasreiche Stadien mit *Trisetum flavescens*, *Dactylis glomerata* und *Poa angustifolia*.

Das Untersuchungsgebiet „Eggelwiesen“ liegt in einem entwässerten Niedermoor der Warburger Börde, auf dem sich noch Reste der Feuchtgebietsvegetation befinden, die mit Hochstaudenfluren und Verbrachungsstadien durchsetzt sind. Es dominieren das Arrhenatheretum elatioris (Br.-Bl. 1915), das Alopecuretum pratensis (Regel 1925), das Caricetum distichae (Steffen 1931) und Dominanzbestände mit *Urtica dioica*, *Calamagrostis epigejos* und *Epilobium ciliatum* agg..

Im Südwesten Deutschlands, auf der Schwäbischen Alb, befindet sich das letzte der fünf Untersuchungsgebiete auf einer Höhe von knapp 1000 m ü. NN in Mittelgebirgslage. Das Untersuchungsgebiet „Tieringen“ umfasst montane Weiden auf flachgründigem Kalkboden mit Beständen des Arrhenatherion W. Koch 26, sowie des Mesobromion (Br.-Bl. et Moor 38) Knapp 42 ex Oberd. (50) 57 in kleineren

Tabelle 1. Untersuchungsgebiete und Referenzgebiet Saveauen.* nach Jahn *et al.*, persönliche Mitteilung, Daten aus Kroatien aus Wattendorf (2001).

Parameter	Brucht	Lenzen	Eggelwiesen
Landschaft	Weserbergland	Norddeutsches Tiefland, Elbtalaue	Warburger Börde
Lage	Am östlichen Ortsrand im Tal der Brucht	4 km südöstlich des Ortsbereiches, hinterm Deich	Westlich des Christinenhofes
Gemeinde	Bellersen	Lenzen	Borgentreich
Landkreis	Höxter	Perleberg	Höxter
(Bundes-)Land	Nordrhein-Westfalen	Brandenburg	Nordrhein-Westfalen
Geografische Koordinaten	51°46'45"/ 9°12'0"	53°3'15"/ 11°30'20"	51°33'12"/ 9°12'55"
Höhenlage in m ü. NN *	171-178	18	180
Größe	1,9 ha	3,9 ha	2,4 ha
Exposition *	Nord	keine	keine
Hangneigung *	eben bis 18 %	eben	eben
Geologischer Untergrund *	Auelehme und Schotter (im Einzugsgebiet mittlerer Muschelkalk bis unterer Keuper), Löß	Auensedimente	schluffige bis tonige Sedimente mit Niedermoor-torfen, Schwemmlehm, Löß
Boden *	Gleye, Braunerde-Gleye aus schluffig-lehmigen über sandig-kiesigen Auesedimenten; nährstoffreich, naß bis feucht und Para-braunerden aus Löß über mergeligen Dolomiten und/oder dolomiti-schen Kalken; frisch	Vegen bis Vegagleye aus Auenlehm unter Qualm-wassereinfluß	Anmoorgleye und Moorgleye aus schluffig-lehmigen Bachablagerungen (mit Wiesenmergel) Kolluvien aus umgelagerten Lößlehm tiefhu-mose Parabraun-erden aus Löß
Jahresnieder-schlag *	700 mm	600 mm	700 mm
Jahresmittel-Temperatur *	8,6 °C	8,8 °C	8,6 °C
Nutzung vor Projektbeginn	Weide, teilweise auch Acker	Grenzstreifen der innerdeutschen Grenze, nach 1991 Mähweide mit später Mahd und unregelmäßiger Beweidung durch Rinder oder Schafe	nicht genutzt, Grundwasser-spiegel durch Grabendränage abgesenkt

Tabelle 1. Fortsetzung.

Parameter	Schmandberg	Tieringen	Saveauen
Landschaft	Weserbergland	Südliche Schwäbische Alb	Mittleres Savetal
Lage	1 km südlich des Ortsrandes	Nördlich des Ortsbereiches, auf der Albhochfläche „am Berghof“	Naturpark Lonjsko Polje, nordöstlich der Ortschaft Mužilovčica
Gemeinde	Bellersen	Tieringen	Mužilovčica
Landkreis	Höxter	Balingen	Verwaltungsbereich Sisak
(Bundes-)Land	Nordrhein-Westfalen	Baden-Württemberg	Kroatien
Geografische Koordinaten	51°45'50"/ 9°10'40"	48°12'33"/ 8°52'8"	45°25'13"/ 16°40'20"
Höhenlage in m ü. NN *	170-210	910-940	90
Größe	2,3 ha	1,8 ha	2,2 km ²
Exposition *	Süd-Südsüdost-Südost	Süd	keine
Hangneigung *	eben bis 10 %	bis 20 %	eben
Geologischer Untergrund *	Unterer Muschelkalk (unterer Wellenkalk) mit Terebratelbänken	Oberer Jura, Kimmeridge-Mergel und Oxford-Kalksteine (Schwamm Fazies)	Auensedimente
Boden *	Rendzinen und Rendzina-Braunerden aus Kalkstein und Löss, Braunerden und Braunerde-Rendzinen aus Kalkstein und Löss, trocken bis frisch	Rendzinen, Braunerde-Rendzinen, Terrafusca-Rendzinen aus Mergelkalken und Kalken	alluviale semiterrestrische Bodentypen mit Pelosol-Vegen, Vegen, Paternien und Gleye, carbonatreich, lehm- und tonreich (Glavac, 1968)
Jahresniederschlag *	700 mm	850 mm	900 mm
Jahresmitteltemperatur *	8,6 °C	6,2 °C	10,9 °C
Nutzung vor Projektbeginn	seit 5 Jahren brachgefallener Kalkscherbenacker, unregelmäßige Schafbeweidung	Rinderweide, teilweise aufgedüngt, vor 20 Jahren auch Ackerparzellen	historische Schweineweide in Kombination mit Rinder- und Pferdehaltung

Flächenanteilen. Es wurde vor der Schweinebeweidung als Rinderweide genutzt. Ferner dienen für diese Studie die traditionellen Schweineweiden in den kroatischen Saveauen als Vergleichsflächen (Gucic, 1996; Wattendorf, 2001; Poschlod *et al.*, 2002). Sie liegen im Naturpark Lonjsko Polje, wo Schweine auf einer Fläche von ungefähr 10 km² in einem Polder zusammen mit Rindern und Pferden gehalten werden. Die eigentlichen Untersuchungsflächen umfassen 2,2 km², was dem Streifgebiet einer Schweineherde entspricht. Die Vegetation auf den von den Schweinen bevorzugten Flächen ist hauptsächlich dem *Agrostietalia stoloniferae* zuzurechnen.

2.2 Managementvarianten

Die Schweinebeweidung wurde jeweils mit lokal typischen Rassen, dem Angler Sattelschwein für Norddeutschland und dem Schwäbisch Hällischen Schwein für Südwestdeutschland durchgeführt. Beim Döppler Weideschwein handelt es sich um eine Rückkreuzung, die dem Typus des ausgestorbenen Deutschen Weideschweines gleichkommen soll (Plarre, 1999).

Um nicht nur die zeitliche Entwicklung verfolgen zu können, wurden neben der Behandlungsvariante Schweineweide auch räumliche Vergleichsvarianten eingeführt. Dazu wurden die bisherige Bewirtschaftungen der Flächen weitergeführt und systematisch in allen Untersuchungsgebieten Sukzessionsflächen (Brachen) eingerichtet. Im UG Eggelwiesen und UG Schmandberg entspricht die Sukzession der Flächenbewirtschaftung der letzten Jahre (Tabelle 2). Der genaue Verlauf und die jeweilige Anzahl an Tieren ist in Tabelle 3 dargestellt.

Um die Besatzdichten auf den Schweineweiden vergleichen zu können, werden Großvieheinheiten berechnet, die von 0,2 bis 5 GV/ha schwanken. Die höchsten Dichten werden im UG Schmandberg und UG Eggelwiesen erreicht. Doch waren diese Gebiete, wie auch UG Lenzen, nur zeitweise beweidet, weshalb die auf das Jahr bezogene Besatzleistung ein besseres Maß für die Beweidungsintensität darstellt. Demnach wurde das UG Tieringen am intensivsten beweidet, gefolgt vom UG Brucht und UG Lenzen. Deutlich geringere Beweidungsintensitäten weisen das UG Schmandberg und das UG Eggelwiesen auf (Tabelle 4).

In den Saveauen wird das Turopoljer Schwein gehalten. Die Rotte bestand zum Zeitpunkt der dortigen Vegetations-, Diasporenbank-, und Kotuntersuchungen (Kapitel 4, Kapitel 6) im Jahr 1997 aus 30 Schweinen und ungefähr 20 Ferkeln. Damit werden ungefähr 0,05 GV/ha erreicht, wobei unberücksichtigt bleibt, dass die Aktivitätsdichten in bestimmten Bereichen, in denen auch die Vegetationsaufnahmen erfolgten, deutlich höher liegen.

Tabelle 2. Managementvarianten.

Gebiet	Schweineweide		Brache	Konventionelle Nutzung
	Rasse	jahreszeitlicher Rhythmus		
Brucht	Düppler Weideschwein,	ganzjährig, teilweise mit Auszäunung	neu angelegt	bis 2000 Mahd in der 2. Junihälfte und Schaffbeweidung (15-20 Tiere) im Juli und September, ab 2001 Pferdebeweidung (2 Tiere) auf 0,4 ha
Lenzen	Angler Sattelschwein,	jeweils von Mai bis Winter-einbruch, auf zwei getrennten Weiden	neu angelegt (zunächst bei Versuchsbeginn im Jahr 1999 einige Wochen mit Schweinen besetzt)	Mahd in 2. Junihälfte und im September, entspricht bisheriger Nutzung
Eggelwiesen ¹⁾	Läufer des Düppler Weideschwein,	in unregelmäßigen Abständen	entspricht bisheriger „Nutzung“	-
Schmandberg	Läufer des Düppler Weideschwein,	kurzzeitig auf 2 Weiden jeweils im Herbst bzw. im Frühjahr	entspricht bisheriger „Nutzung“	-
Tieringen	Schwäbisch Hällische Sauen mit einem Piétrain-Eber	ganzjährig	neu angelegt	Beweidung durch Hinterwäldler Rinder mit 50 Mutterkühen und wechselnder Anzahl an Kälbern (ca. 1 GV pro ha), entspricht bisheriger Nutzung

¹⁾ Parallel zu den Behandlungen wurde eine Wiedervernässungsmaßnahme durch die Kappung einer Dränage durchgeführt. Dies betrifft beide Managementvarianten.

Tabelle 3. Besatz der Untersuchungsgebiete mit Schweinen.

Weidegebiet	Zeitraum (von – bis)		Alttiere	Läufer ¹⁾	Geburt von Ferkeln
Brucht	09.02.1999	03.01.2000	6		August 1999: 17
	03.01.2000	30.11.2000	5		Mai 2000: 17
	30.11.2000	08.01.2001	4		Dezember 2000: 3
	08.01.2001	19.03.2001	8		
	19.03.2001	01.10.2001	7		August 2001: 24
	01.10.2001	15.10.2001	5		
	15.10.2001	07.02.2002	9		Februar 2002: 30
	07.02.2002	15.02.2002	8		
	15.02.2002	01.09.2002	6		
Lenzen	31.05.1999	29.11.1999	14		ab Juni: ca. 80
	28.06.2000	28.11.2000	14		Juli 2000: 25
					September 2000: 19
					Oktober 2000: 19
	29.05.2001	27.11.2001	15		
Eggelwiesen	27.11.1999	08.03.2000		6 bis 8	
	13.07.2000	20.10.2000		17 bis 26	
	20.07.2001	06.09.2001		22	
	22.07.2002	01.09.2002		27	
Schmandberg	08.03.2000	28.05.2000		6 bis 5	
	20.10.2000	30.11.2000		23 bis 19	
	18.04.2001	01.06.2001		22	
	06.09.2001	15.10.2001		21 bis 10	
	01.03.2002	08.04.2002		21	
Tieringen	28.12.1999	20.05.2001	5		Juli 2000: 32
	20.05.2001	15.08.2001	6		Juni 2001: 9
	15.08.2001	01.09.2002	5		Oktober 2001: 17
					Dezember 2001: 6
					März 2002: 14
					Juni 2002: 7
					August 2002: 18

¹⁾ (Anz. Anfang bis Ende der Beweidung)

Tabelle 4. Besatzdichte und Besatzleistung auf den Schweineweiden.

Eine Großvieheinheit (GV) entspricht 500 kg Lebendgewicht Schwein.

Untersuchungs- gebiet	Besatzdichte in GV/ha				Besatzleistung in GV*a/ha			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
Brucht	0,42	0,63	0,84	0,84	0,37	0,63	0,84	0,84
Lenzen	1,28	1,35	1,47	1,89	0,64	0,56	0,74	0,39
Eggelwiesen	0,16	0,40	0,83	2,81	0,01	0,18	0,11	0,31
Schmandberg- Frühjahrsweide		0,53	1,06	5,00		0,12	0,13	0,53
Schmandberg- Herbstweide		1,61	1,48			0,18	0,16	
Tieringen		0,80	1,00	1,22		0,80	1,00	1,22

3 Vegetationsveränderungen auf den Schweineweiden

3.1 Einleitung

Freilandsschweine beeinflussen wie alle anderen Weidetiere die Vegetation ihrer Lebensräume. In diesem Kapitel soll analysiert werden, welche Veränderungen der Grünlandvegetation sich speziell durch Schweine ergeben. Die Ursachen der Vegetationsveränderungen sind in den Verhaltensweisen der Schweine begründet. Sie beeinflussen die Vegetation durch:

- mechanische Störung des Boden durch Wühlen,
- Reduktion von pflanzlicher und tierischer Biomasse durch Fraß,
- Transport von Diasporen,
- Anreicherung/Umverteilung und Transport von Nährstoffen durch Fraß und Ausscheidung und
- Trittbelastung auf Weidepfaden, an Suhlen, Futter- und Lagerplätzen.

Das Wühlen unterscheidet Schweine von allen anderen großen Herbivoren. Von Wildschweinen ist bekannt, dass sie pro Tier im Jahresverlauf eine Gesamtfläche von 4 ha umbrechen (Kozlo, 1975). Das Wühlverhalten kann als Störung für das Grünlandökosystem angesehen werden. Störung wird hier wie von der Mehrzahl der Autoren im Sinne von White & Pickett (1985) gebraucht. Sie haben definiert: "Disturbance is any relatively discrete event in time that disrupts ecosystem, community, or population structure and changes resources, substrate availability, or the physical environment" (White & Pickett, 1985). Das bedeutet, dass Störung ein zeitlich begrenztes Ereignis ist, das Ökosysteme, Gesellschaften oder die Populationsstruktur betrifft und zu veränderter Ressourcen- und Substratverfügbarkeit oder zu veränderter physikalischer Umwelt führt (eigene Übersetzung). Dies ist auf Schweineweiden insofern der Fall, als die Schweine an wechselnden Orten die Grasnarbe umbrechen, dort die Artenzusammensetzung und die Vegetationsstruktur verändern, aber Teile der Fläche sich immer wieder regenerieren. Beim Wühlen wird Rohboden aus Tiefen von bis zu einem halben Meter nach oben befördert. Im Regelfall werden jedoch nur die obersten 10 cm durchwühlt (Micklich, 1996). Schweine nehmen beim Wühlen einen nicht unerheblichen Teil unterirdischer Biomasse auf. Das Wühlen ist in Raum und Zeit sehr variabel (Falinski, 1986). So werden zum Beispiel feuchtere Bereiche bevorzugt (Micklich, 1996) oder Plätze, an denen die Tiere schmackhaftes Futter im Boden vermuten. Im Frühjahr überwiegt das Gras, im Herbst und Winter das Wühlen (Micklich, 1996).

Es gibt bislang nur wenige Studien, die Auskunft über die Auswirkungen von Schweinen auf die Vegetation geben. Noch am besten untersucht ist die Auswirkung von Wildschweinen auf die Vegetation. Da sich die domestizierten Rassen im Freilandverhalten nicht wesentlich von Wildschweinen unterscheiden, lassen sich aus diesen Daten wertvolle Erkenntnisse ziehen. Diese Untersuchungen konzentrieren sich zumeist auf Waldhabitate.

Verhaltensbeobachtungen und umfangreiche Magenuntersuchungen durch verschiedene Autoren haben ein detailliertes Bild zur Fraßpräferenz von ungegatterten Wildschweinen ergeben. Insgesamt wurden bislang 214 Arten aus

der floristischen Standardliste Deutschlands (Wisskirchen & Haeupler, 1998) gefunden (Phillips, 1926; Bratton, 1974; Kozlo, 1975; Briedermann, 1976; Genov, 1981; Bubenik, 1984; Tucak, 1996). Besonders gern werden Eicheln und Bucheckern gefressen, wenn sie zu Mastzeiten verfügbar sind. Ansonsten werden landwirtschaftliche Nutzpflanzen gerne angenommen. Dies sind in abnehmender Beliebtheit Mais, Erbsen, Bohnen, Kartoffeln und unbegranntes Getreide (Hennig, 2001). Feldfrüchte nehmen wegen ihres hohen Nährwertes den höchsten Massenanteil ein (Genov, 1981). Außerdem befinden sich zahlreiche Wurzelstücke in den Mägen (Tucak, 1996), wobei vermutet wird, dass Schweine gezielt nach stärkehaltigen Wurzeln suchen und dies möglicherweise zur Vorhersage von Brechstellen genutzt werden kann (Howe & Bratton, 1976). *Urtica dioica*, *Caltha palustris* und *Taraxacum officinale* wurden häufig gefunden (Falinski, 1986). Aromatische Blätter wie zum Beispiel bei *Allium ursinum* werden im Gegensatz zu ihren Knollen gemieden (Falinski, 1986). In dieser Studie aus dem Waldgebiet Bialowieza in Ostpolen wird weiter berichtet, dass Geophyten vielfach gefördert werden, während Hemikryptophyten zurückgedrängt werden. Die Förderung von Geophyten (zum Beispiel *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa* und *Corydalis solida*) tritt zum Teil trotz des Fraßes und der Biomassereduktion auf und wird durch verstärkte Verzweigung der Wurzelstücke erklärt (Falinski, 1986). Diese Untersuchungen deuten zunehmend darauf hin, dass nicht unbedingt der Fraß bestimmter Arten der die Vegetationsdynamik bestimmende Faktor ist (Bratton, 1974), sondern die Regenerationsfähigkeit der Pflanzen, sowohl in vegetativer als auch in generativer Hinsicht. Zum Beispiel finden sich mehr Baumsämlinge auf „Brechstellen“ als auf Vergleichsflächen (Briedermann, 1986b).

Eine umfassende Untersuchung der Wirkung von Wildschweinen auf Offenlandhabitate mit pflanzensoziologischem Ansatz wurde auf sauren Magerrasen der elsässischen Harth durchführt. Mit Hilfe von zeitgleichen Vegetationsaufnahmen in räumlich benachbarten unterschiedlichen Sukzessionsstadien der gebrochenen Flächen wurde die Vegetationsdynamik und Abfolge von Pflanzengesellschaften rekonstruiert (Treiber, 1997): Nach dem Brechen der dicht geschlossenen Rasen des *Agrostio-Brometums* bilden sich Initialstadien, auf denen die Diasporenbank aktiviert wird, zahlreiche Arten sich generativ vermehren können und es zur Ausbildung von Therophytengesellschaften, wie zum Beispiel einer *Vulpia bromoides*-Dominanz-Gesellschaft oder *Airo caryophylleae-Festucetum ovinae* kommt. Diese Pionierphase geht über eine Aufbauphase wieder zur Reifephase des *Agrostio-Brometum* über. Die Artenvielfalt wird in diesem System durch ein räumliches Mosaik an unterschiedlichen Sukzessionsstadien erhöht. Es finden sich weitaus mehr Arten auf den Wühlstellen (10 pro Aufnahmefläche) als auf geschlossenen Rasen (2,2 Arten pro Aufnahmefläche). 27 Arten reproduzieren sich generativ nur auf Wühlstellen, dagegen wurden nur 7 keimende Arten ausschließlich in geschlossenen Rasen gefunden, aber durchweg in geringerer Dichte als die Keimlinge auf den Wühlstellen. Gehölzsukzession von Polykormonbildnern wird nicht verhindert, wenngleich die generative Vermehrung von Gehölzen auf Wühlstellen gering ist.

Zu der Auswirkung von Hausschweinen auf die Vegetation gibt es Berichte von historischen Schweineweiden in Deutschland, die in Tabelle 5 zusammengetragen

wurden. Es handelt sich um vorwiegend einjährige Arten, die als konkurrenzschwach zu beurteilen sind.

Tabelle 5. Früher auf Schweineweiden häufige Pflanzenarten, die heute gefährdet oder selten sind.

(Baur, 1886; Kneucker, 1924; Zimmermann, 1926; Oberdorfer, 1956; Philippi, 1968, 1969, 1971; Nebel *et al.*, 1990; Philippi, 1992; Quinger, 1993), zusammengestellt nach Poschlod 1999 und persönliche Mitteilung von Poschlod.

Farne	Blütenpflanzen		
	Einjährige	Zweijährige	Mehrjährige, klonal
<i>Marsilea quadri-</i> <i>folia</i>	<i>Centaurium pulchellum</i>	<i>Ranunculus sardous</i>	<i>Gratiola officinalis</i>
<i>Pilularia pilulifera</i>	<i>Cyperus flavescent</i>		<i>Inula britannica</i>
	<i>Cyperus fuscus</i>		<i>Mentha pulegium</i>
	<i>Elatine alsinastrium</i>		<i>Oenanthe fistulosa</i>
	<i>Elatine hexandra</i>		<i>Teucrium scordium</i>
	<i>Elatine hydropiper</i>		
	<i>Elatine triandra</i>		
	<i>Eleocharis ovata</i>		
	<i>Juncus tenageia</i>		
	<i>Limosella aquatica</i>		
	<i>Lindernia procumbens</i>		
	<i>Ludwigia palustris</i>		
	<i>Lythrum hyssopifolia</i>		
	<i>Pulicaria vulgaris</i>		
	<i>Trifolium fragiferum</i>		

Von diesen Arten kommen viele auch heute noch in den Save-Auen vor (Wattendorf, 2001; Poschlod *et al.*, 2002). Kleinwüchsige und konkurrenzschwache Arten wie der Kleefarn (*Marsilea quadrifolia*) sind typische Arten der dortigen Schweineweiden. Ruderale Arten aus den Dörfern finden sich vor allem im Umfeld der Schweinehütten, wie zum Beispiel *Datura stramonium* oder *Xanthium italicum*. An häufig gestörten Stellen überwiegen ausdauernde Arten mit Ausläufern und kriechenden Rhizomen (zum Beispiel *Agrostis stolonifera*, *Eleocharis palustris* oder *Trifolium fragiferum*) oder Therophyten (zum Beispiel *Echinochloa crus-galli*, *Pulicaria vulgaris* oder *Bidens* spp.) (Wattendorf, 1999). In den feuchten Bereichen, den bevorzugten Lebensräumen der Schweine, wächst während der Vegetationsperiode schnell ein geschlossener und artenarmer Rasen aus *Agrostis stolonifera*. Wenn aber die Schweine diese Dominanzgesellschaft aufbrechen, haben zahlreiche andere Arten die Chance aufzulaufen und sich zu etablieren (Poschlod *et al.*, 2002).

Eine detaillierte Untersuchung gibt es von einer neu eingeführten Schweineweide auf Grünland in den Elbauen bei Lenzen (Brandenburg). Dort wurden in einer experimentellen Versuchsanordnung mit mehreren Rassen des Hausschweins (Deutsches Sattelschwein, Duroc, Mangalitza und Schwerfurter) in einer Dichte von 5 Sauen pro ha und geringer Getreidezufütterung nach einjähriger Schweinebeweidung folgende vegetationskundliche Ergebnisse erzielt (Micklich *et al.*, 1995; Micklich, 1996; Micklich *et al.*, 1996b, a): Zunächst nimmt die Gesamtde-

ckung nach dem Brechen ab, wobei die Artenzahl um 30 % von 70 auf 91 Arten zunimmt. Dieser Trend kehrt sich bei anschließendem Brachfallen wieder um. Die neu aufgekommenen Arten zeichnen sich durch eine leicht, aber nicht signifikant erhöhte Nährstoffzahl aus. Keine Veränderungen wurde hinsichtlich der Lichtzahl, der Mahdverträglichkeitszahlen und des Gräser-Kräuter-Verhältnisses festgestellt. Die Analyse der Anteile der Lebensformen hat einen Rückgang der Hemikryptophyten zugunsten der Therophyten ergeben, während andere Lebensformen unverändert blieben. Bezüglich soziologischer Einheiten (sensu Ellenberg) nehmen Arten der Trittpflanzengesellschaft (Plantaginetea), Hackunkraut- und Ruderalgesellschaften, Getreideunkrautgesellschaften und Zweizahn-Schlammfluren zu, während die vorher dominierenden Arten der Mähwiesen und Weidegesellschaft (Molinio-Arrhenatheretea) abnehmen.

Der Ansatz der Neueinrichtung von Schweineweiden auf Grünland (Micklich, 1996) soll in diesem Forschungsprojekt und dieser Dissertation fortgeführt werden, aber sowohl hinsichtlich der Beweidungsdauer, als auch hinsichtlich der Grünlandtypen ausgedehnt werden. Folgende vegetationskundliche Fragen werden in diesem Kapitel geklärt, ehe in den darauf folgenden Kapiteln die Mechanismen der Vegetationsveränderungen im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen:

- Wie verändert sich die Vegetation auf Schweineweiden in der Zeit und in Bezug zu den Referenzflächen der fortgeführten vorherigen Nutzung und einer Brache?
- Welche Arten werden durch Schweinebeweidung gefördert, welche zurückgedrängt?
- Haben sich standörtliche Faktoren (v.a. Nährstoffe) auf den Schweineweiden verändert?
- Haben veränderte Standortparameter auch Einfluss auf die Vegetationsentwicklung der Schweineweide?

Im Speziellen wurden folgende Hypothesen untersucht:

- Schweinebeweidung fördert die Artenvielfalt.
- Schweinebeweidung fördert die Vegetationsdynamik (Artenturnover).
- Schweinebeweidung fördert Segetalarten und Arten der Zwergbinsengesellschaften.
- Schweinebeweidung ist für die Vegetation eine Störung, die zur Förderung von Arten mit Grime'scher Ruderalstrategie führt; diese Strategie wurde ursprünglich als abhängige Variable der Strategien Stresstoleranz und Wettbewerbsstärke definiert (Grime, 1974); das bedeutet auf einzelne Merkmale bezogen, dass die Ruderalstrategie eine hohe Wachstumsrate, eine geringe Wuchshöhe, ein geringes laterales Wachstum und keine Akkumulation von dauerhafter Streu aufweist.

3.2 Methoden

3.2.1 Vegetationskundliche Datenerhebung

Vor Beginn der Schweineweide wurden Dauerbeobachtungsflächen der Größe 2*2 m² angelegt und in den Untersuchungsgebieten Brucht, Schmandberg und Tieringen gleichmäßig über die zukünftige Weidefläche verteilt. In den Egelwiesen wurden zwei und in Lenzen vier Transsekte angelegt, die die jeweiligen ortstypischen Standortgradienten repräsentieren (Tabelle 6). Diese Dauerquadrate wurden mit rot gestrichenen Holzpfehlen markiert und zusätzlich an charakteristischen Geländemerkmale eingemessen, um sie bei Verlust der Pflöcke rekonstruieren zu können. Die Aufnahme der Vegetation erfolgte im Jahr 1998 (UG Brucht, UG Schmandberg) in der Braun-Blanquet-Skala (Braun-Blanquet, 1964), in den Jahren 1999 bis 2002 nach der Deckungsskala von Schmidt (Schmidt, 1974): +; 1; 3; 5; 8; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 75; 80; 90; 100. Die Nomenklatur folgt Wisskirchen (Wisskirchen & Haeupler, 1998). Im Laufe der Schweinebeweidung wurden jeweils eine Frühjahrs- und eine Herbstaufnahme angefertigt (Tabelle 7). Zum selben Zeitpunkt und von denselben Kartierern wurden die Referenzflächen mitbeprob, auf denen ebenfalls Dauerquadrate eingerichtet wurden.

Um den Einfluss der Schweine auf Gehölzsukzession zu ermitteln, wurde im UG Schmandberg Weißdorn (*Crataegus monogyna*) in 14 30*30m großen Probestellen kartiert und der maximale „Kronen“-Durchmesser sowie die maximale Höhe der einzelnen Gehölze im unbelaubten Zustand gemessen. Von den Probestellen liegen fünf jeweils auf der Frühjahrs- und der Herbstweide und drei auf der Brachereferenz. Die Nullaufnahme erfolgte zwischen Januar und März 2000, die Wiederholungsaufnahme im März 2002. Zusätzlich wurden zum Zeitpunkt der Wiederholungsaufnahme 1-2 jährige Individuen gezählt, die zum Nullzeitpunkt auf den Probestellen nicht vorhanden waren.

Tabelle 6. Anzahl an Dauerquadraten zum Monitoring der Vegetationsveränderungen.

	Brucht	Lenzen	Egelwiesen	Schmand- berg	Tieringen
Schweineweide	31 [†]	31	32	34	20
Brache	16	32	16	13	16
Konventionelle Nutzung	8	32	-	-	16

[†] Gesamt 44, aber nur von 31 liegen Nullaufnahmen vor, sodass sie auswertungsfähig sind.

Tabelle 7. Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen.

Jahr	Jahreszeit	Brucht	Lenzen	Eggelwiesen	Schmandberg	Tieringen
1998	Frühjahr	1.7., 8.7., 21.8.	-	-	7.7.	-
1998	Herbst	1.9.	-	-	31.8.-1.9.	-
1999	Frühjahr	17.-19.5. 20.5., 27.-28.5., 10.- 11.6., 19.6., 11.7., 21.-23.7.	26.5., 23.8.	-	14.-15.6.	-
1999	Sommer					27.7.-2.8.
1999	Herbst	19.-23.8.		15.10.	29.-30.7., 14.- 16.9.	-
2000	Frühjahr	12.-13.5., 17.- 19.5.	5.-9.6.	24.-25.10.	13.5.	Mai/ Juli
2000	Herbst	16.-18.8.	21.-23.8.	4.-5.9.	19.-20.9.	4.-7.9.
2001	Frühjahr	30.5.-1.6.	7.-19.6.	18.-20.7.	11.-14.6.	18.-20.6.
2001	Herbst	28.-30.8.	27.7-1.8., 11.9.	4.-5.9.	1.-3.9.	14.-15.8.
2002	Frühjahr	28.-30.5.	3.-6.6.	9.6., 3.7.	30.5.-1.6., 9.6.	18.-20.6.
2002	Herbst	27.-29.8.	2.-4.10.	30.-31.8.	26.-28.8.	22.-24.8.

3.2.2 Standortkundliche Datenerhebung

Vor und nach der Schweinebeweidung wurden jeweils zur selben Jahreszeit in drei Untersuchungsgebieten Bodenproben zusätzlich zur allgemeinen Beprobung des Bodens entnommen, damit die räumliche Variabilität des Bodens in Verbindung zur Dauerbeobachtung der Pflanzen gesetzt werden kann. Die Proben wurde von Probenflächen der Größe 4 m² entnommen, die an einen Teil der vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen unmittelbar angrenzten (im Folgenden Transsektproben genannt). Auf jeder der bodenkundlichen Probeflächen wurden zehn Einzelproben (Ø 4 cm) zufällig genommen und nach der Aufteilung in die jeweiligen Tiefensegmente zu einer Mischprobe vereinigt (Tabelle 8).

Tabelle 8. Bodenkundliche Probennahme (Transsektproben).

	Brucht	Lenzen	Eggelwiesen
Umfang	16 Dauerquadrate, davon 9 im feuchten Auebereich und 7 im trockeneren Hang und Plateaubereich	15 Dauerquadrate	16 Dauerquadrate, entlang eines Feuchtegradienten
Aufteilung der Probe in Tiefensegmente	0-5 cm 5-15 cm	0-5 cm 5-15 cm	0-5cm 5-10cm 10-15 cm
Nullbeprobung vor der Schweinebeweidung	18.05.1999	06.05.1999	19./20.10.1999
Wiederholungsbeprobung	29.05.2002	05.06.2002	12.10.2001

Die bodenkundliche Analyse erfolgte am Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung in der Arbeitsgruppe Prof. Dr. Reinhold Jahn, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg durch Frau Dr. Tischer und Mitarbeiter. Nitrat und Ammonium wurden nach der N_{\min} -Methode, Phosphor und Kalium nach der DL-Methode und der pH-Wert($CaCl_2$) nach DINISO 10390-7 gemäß dem Methodenbuch des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten bestimmt (Thun, 1991).

3.2.3 Datenanalyse

Die Vegetationsaufnahmen in der Braun-Blanquet-Skala (UG Brucht und UG Schmandberg, Jahr 1998) wurden nach folgender Zuordnung umgerechnet: $r \rightarrow +$; $+$ $\rightarrow 1$; $1 = 1$; $2m \rightarrow 3$; $2^\circ \rightarrow 10$; $2b \rightarrow 20$; $3 \rightarrow 40$; $4 \rightarrow 60$; $5 \rightarrow 90$. Das Symbol „+“ der Schmidt-Skala wurde bei allen Berechnungen wie 0,5 behandelt. In allen Gebieten wurden Frühljahrs- und Herbstaufnahmen mit arithmetischem Mittel zu einer Jahresaufnahme vereinigt.

Zur **Analyse der Vegetationsentwicklung** in allen Untersuchungsgebieten wurde das Nonmetric Multidimensional Scaling angewandt (Kruskal, 1964a, b; Mather, 1976), das in der Software PC-ORD (Version 4.21, MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA) enthalten ist. Dabei wurden eine zufällige Startkonfiguration, das Distanzmaß nach Sorensen und 50 Durchläufe mit den Originaldaten verwendet. Die Stabilität der Lösung wurde mit 400 Iterationen getestet. Das Nonmetric Multidimensional Scaling zeichnet sich dadurch aus, dass keine Annahmen zur linearen Abhängigkeit von Variablen (z. B. Arten untereinander) vorausgesetzt werden und die zahlreichen Nulleinträge in typischen vegetationskundlichen Datensätzen durch die Verwendung von Rangzahlen zu keinen Problemen führen (McCune & Grace, 2002).

In den Fällen, in denen starke Standortgradienten das Signal „Schweinebeweidung“ überlagert haben, wurde das Gebiet nach seiner floristisch-standörtlichen Gliederung des Ausgangszustandes aufgeteilt. Im Falle des UG Brucht liegt eine solche klare Trennung in feuchte Auebereiche, trockene Wiesen und trockene Ackerbereiche vor. In Fällen, wo eine klare Trennung in standörtliche Teilgebiete nicht möglich war (UG Lenzen), wurde die Differenz der Deckungsgrade zwischen den Jahren (1999 auf 2002) berechnet und mit Hilfe der Principal Components Analysis ebenfalls in PC-ORD ordiniert.

In einem Sonderfall, dem UG Brucht, wurde die Beweidung sukzessive im Jahr 1999 begonnen. Deshalb wurden derjenige Teil der Frühljahrsaufnahmen, der noch nicht beweidet wurde, zusammen mit den schon 1998 angelegten Dauerquadraten zur Gruppe der Nullaufnahmen zusammengefasst und für die erste Aufnahme nach Einführung der Beweidung nur die Herbstaufnahmen herangezogen. Dauerquadrate, zu denen keine Nullaufnahmen vorliegen, wurden nicht weiter berücksichtigt.

Für die **Analyse der Vegetationsveränderungen** wurden verschiedene integrierende Parameter verwendet.

Die **Artenzahlen** wurden jeweils auf die Dauerquadrate bezogen.

Der **Arten turnover** (T) wurde für jedes Dauerquadrat zwischen zwei Aufnahmezeitpunkten nach der Formel

$$T = \frac{J + E}{S_1 + S_2} = \frac{S_1 + S_2 - 2G}{S_1 + S_2} \quad (\text{Gleichung 1})$$

S_1 Zahl der Arten in Saison 1,

S_2 Zahl der Arten in Saison 2,

J Zahl der Arten, die auf dem Dauerquadrat neu hinzugekommen sind,

E Zahl der Arten, die auf dem Dauerquadrat nicht wieder gefunden wurden,

G Zahl der gemeinsamen Arten in beiden Saisons.

(Mühlenberg, 1993) berechnet.

Die Zuordnung der Arten zu ausgewählten **soziologischen Einheiten** erfolgte nach Ellenberg (1992). Hierfür wurde die Zahl der Arten auf der Summe aller Dauerquadrate herangezogen.

Um diese Parameter über alle Untersuchungsgebiete zu generalisieren, wurden die jeweiligen Parameter auf der Schweineweide mit der jeweiligen fortgeführten, ursprünglichen Nutzung verglichen. Dies wurde mit der ANOVA mit randomisierten Blöcken in Genstat 5 Release 4.1 (Lawes Agricultural Trust, IACR-Rothamsted 1998) statistisch ausgewertet, wobei die einzelnen Untersuchungsgebiete die statistischen Blöcke darstellen.

Um die **Entwicklungstendenzen von sämtlichen erfassten Arten** auszuwerten und ihr Verhalten ausschließlich unter Schweinebeweidung herauszuarbeiten, wurden die mittlere Deckung auf den Dauerquadraten und die Frequenz besiedelter Dauerquadrate während der Beobachtungszeit beurteilt.

Dabei wurden all diejenigen Arten als zunehmend oder abnehmend in der jeweiligen Behandlungsvariante klassifiziert, die einen homogenen Trend aufweisen. Höchstens ein Jahr darf vom Trend abweichen. Dieses Ausnahmejahr wurde im UG Schmandberg-Herbstweide nicht berücksichtigt, da dort nur zwei Beobachtungsjahre nach Einführung der Schweinebeweidung zur Verfügung standen. Die Entwicklungstendenz von Arten, die nur in maximal drei Dauerbeobachtungsflächen vorkommen, also lokal seltene Arten, wurde als unsicher eingestuft. Bei diesen Arten wurde auch nur die Frequenz analysiert, nicht aber die Deckung.

In einem zweiten Schritt wurde die Entwicklung der Arten auf den Nutzungsvarianten verglichen und zu Gruppen zusammengestellt. Insbesondere wurden solche Arten separiert, die auf der Vergleichsfläche der bisherigen Nutzung dieselbe Entwicklungstendenz aufweisen wie auf der Schweinefläche.

Für die Arten der Untersuchungsgebiete wurden die Angaben zu den **Strategietypen nach Grime** zusammengetragen (Grime *et al.*, 1988) und fehlende Arten ergänzt (Frank & Klotz, 1990) (Anhang, Tabelle 76). In der ursprünglichen

Fassung wurde die stresstolerierende Strategie über die maximale relativen Wachstumsrate im Keimlingsstadium definiert, die wettbewerbsstarke Strategie über eine Kombination aus den Parametern Wachstumshöhe, laterale Ausbreitung und der Fähigkeit, eine Streuschicht zu akkumulieren, und die ruderale Strategie als abhängige Variable der beiden vorherigen Strategien (Grime, 1974). Später wurden noch weitere Parameter hinzugezogen, um die Strategien unbekannter Arten leichter berechnen zu können: Der Grad der Dominanz als Maß für Wettbewerbsstärke, die Schmackhaftigkeit der Blätter, der Ertrag unter geringeren Nährstoffbedingungen, die mechanische Zugspannung der Blätter, die Nährstoffgehalte in den Blättern und Zersetzungsfähigkeit der Blätter als Einzelparameter für die Stresstoleranz der Pflanzen. Da diese Parameter zum Teil aufwendig zu messen sind, wurden einfachere Substituenden gesucht, die zudem eine explizite Definition der ruderalen Strategie ermöglichen: Blühbeginn, Blühdauer, Lebensdauer, Anteil des Trockengewichtes am Gewicht der Blätter, absolutes Trockengewichte der Blätter und die spezifische Blattfläche (Hodgson *et al.*, 1999).

Die Strategietypen, die durch Buchstabenkürzel gekennzeichnet sind, wurden in ein numerisches System überführt, in dem jedem Strategietypen für jede der drei Dimension (C, S und R) einen numerischen Wert zwischen -2 und +2 zugewiesen wird (Hodgson *et al.*, 1999). Dieser „Score“ für jede Art wurde für alle Arten des jeweiligen Untersuchungsgebietes in einer Arteigenschaftenmatrix zusammengetragen und mit der Vegetationstabelle multipliziert (Matrix-Multiplikation). Dieses Verfahren liefert mittlere Werte der einzelnen Aufnahmen hinsichtlich der auf ihr enthaltenen Strategietypen (C, S und R). Diese resultierende Aufnahmen-CSR-Matrize wurde mit dem Ordinationsergebnis der rein vegetationskundlichen Daten korreliert.

Für die **standortkundliche Analyse** wurden die Bodendaten (delogarithmierte pH-Werte, doppelaktatlöslicher Phosphor, Kalium, Ammonium, Nitrat und mineralischer Stickstoff) vor und nach der Schweineweide per t-Test für verbundene Stichproben in Genstat 5 Release 4.1 (Lawes Agricultural Trust, IACR-Rothamsted 1998) statistisch verglichen. Die bodenkundlich beprobten Dauerquadrate wurden dann nochmals dem Nonmetric Multidimensional Scaling unterzogen und das floristische Ordinationsergebnis mit den Bodenparametern korreliert, um zu prüfen, ob sich die univariat ermittelten Veränderungen überhaupt in der floristischen Entwicklungsrichtung widerspiegeln.

Um zu prüfen, ob die Veränderungen in der Nährstoffchemie auch Einfluss auf die Vegetation hatten, wurden die Nährstoffzeigerwerte (Ellenberg, 1992) herangezogen. Sie wurden für alle Untersuchungsgebiete für die Summe aller Dauerquadrate einer Behandlungsvariante in Form von Zeigerwertspektren ausgewertet und daraus das ungewichtete arithmetische Mittel und der Median berechnet.

Der Zuwachs des **Weißdorn** (*Crataegus monogyna*) im UG Schmandberg (Differenz zwischen Probenahmetermin 2000 und 2002 je individuellem Strauch) wurde auf Unterschiede zwischen den 14 Probestellen mit Hilfe der Anova in SPSS getestet.

3.3 Ergebnisse

3.3.1 UG Brucht

3.3.1.1 Vegetationskundliche Entwicklungen

Die Beweidung im UG Brucht erfolgte ganzjährig in hoher Dichte (Tabelle 4), lediglich Teilflächen wurden zur Regeneration kurzzeitig von der Beweidung ausgenommen. Dies hat dazu geführt, dass sämtliche Dauerbeobachtungsflächen zu den Aufnahmezeitpunkten im Frühjahr und Herbst gemittelt 22 % Offenbodenanteil im Jahr 1999, 29 % im Jahr 2000, 24 % im Jahr 2001 und 26 % im Jahr 2002 aufweisen. Im Winter stieg der Offenbodenanteil jeweils weiter an und erreichte zum Beispiel im Winter 2001/2002 nahezu 100 %.

Die summarische Zusammenfassung der Vegetation in Artenzahlen, Artenturnover und soziologischen Zuordnungen hat folgende Ergebnisse erbracht: Die Artenvielfalt gemessen in Artenzahlen höherer Pflanzen pro Dauerbeobachtungsfläche (Tabelle 9) steigt auf der Schweineweide im Gegensatz zu den Vergleichsflächen kontinuierlich an. Die Gesamtzunahme entspricht dabei einer Steigerung von 26 %. Der Artenverlust auf der Brache ist deutlich ausgeprägt und weniger deutlich auf der konventionellen Nutzung mit Mahd, Schaf- und Pferdebeweidung. Die Vegetationsdynamik wird im Parameter des Artenturnover von einem Aufnahmedurchgang auf den folgenden charakterisiert. Der Turnover auf der Schweineweide ist immer höher als auf der konventionell beweideten Fläche und meistens höher als auf der Brachereferenz (Tabelle 10).

Die Zuordnung der Arten zu wesentlichen soziologischen Einheiten (Tabelle 11) hat ergeben, dass auf Schweineweiden die zum Beginn dominierenden Arten der Vegetation „anthropopo-zoogener Heiden und Rasen“ abnehmen und dagegen die Arten der „krautigen Vegetation oft gestörter Plätze“ zunehmen. Dies ist wesentlich durch eine Zunahme der Segetalflora verursacht (Chenopodietea und Secalietea). Arten der Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea) waren zu Beginn überhaupt nicht vorhanden und sind in Form von zwei Arten, *Juncus bufonius* und *Gnaphalium uliginosum* aufgetreten. Als wesentliche Veränderung auf den Referenzflächen ist die Abnahme der Arten der Vegetation „anthropozoogener Heiden und Rasen“ auf der Brache zu nennen, die in geringerem Umfang auch auf der konventionellen Nutzung auftritt.

Tabelle 9. Artenzahlen im UG Brucht.

Jeweils Artenzahlen pro Dauerquadrat \pm Standardfehler. Aufnahmen vor Beginn der Schweineweide aus dem Jahr 1998 und 1999 wurden zu einer Nullaufnahme vereinigt.

	Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung
Null	14,8 \pm 0,8	13,9 \pm 1,0	15,9 \pm 0,6
2000	15,9 \pm 0,7	11,8 \pm 0,8	16,8 \pm 0,9
2001	16,6 \pm 0,8	10,1 \pm 0,9	15,1 \pm 1,1
2002	18,7 \pm 0,9	9,3 \pm 1,1	14,1 \pm 0,7

Tabelle 10. Artenturnover im UG Brucht.

Der Turnover wurde für jedes Dauerquadrat in Bezug auf den vorhergehenden Aufnahmedurchgang errechnet (bei identischer Artausstattung: Turnover 0; bei vollkommen verschiedenen Arten: Turnover 1). Aufnahmedurchgang 1: Frühjahrsaufnahme mit Bezug auf vorherige Herbstaufnahme; Aufnahmedurchgang 2: Herbstaufnahme mit Bezug auf vorherige Frühjahrsaufnahme.

Jahr	Aufnahmedurchgang	Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung
1998	1 (Null)	-	-	
	2 (Null)	0,20	0,27	
1999	1 (sukzessiver Beweidungsbeginn)	0,35	0,17	-
	2	0,25	0,17	0,15
2000	1	0,29	0,24	0,18
	2	0,23	0,16	0,12
2001	1	0,27	0,21	0,11
	2	0,27	0,29	0,16
2002	1	0,33	0,30	0,24
	2	0,32	0,24	0,22

Tabelle 11. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Brucht.

Angaben sind Artenzahlen auf allen Dauerquadraten. Null ist eine Kombination der Aufnahmen aus 1998 und solchen aus 1999, die zum Aufnahmezeitpunkt noch nicht beweidet wurden. Fett hervorgehoben sind wesentliche Veränderungen.

	Schweineweide				Brache				Konventionelle Nutzung			
	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002
Phragmitetea	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1
„Krautige Vegetation oft gestörter Plätze“	18	28	34	39	11	8	8	11	7	6	8	7
„Anthropo-zoogene Heiden und Rasen“	32	25	19	21	24	15	14	14	12	13	10	9
Arrhenatheretalia	13	8	6	7	10	6	4	4	4	3	2	2
Agrostietea stoloniferae	7	7	8	8	6	4	4	3	4	4	4	4
Isoëto-Nanojuncetea	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Bidentetea	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Chenopodietea	3	8	8	12	1	0	0	1	1	0	2	0
Secalietea	1	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Die Ordination aller Vegetationsdaten des UG Brucht hat ergeben, dass die Aufteilung der ursprünglichen Nutzung des Gebietes entspricht, das auch über die Jahre der Schweinebeweidung als dominante Struktur erhalten bleibt und das Signal der Schweinebeweidung überlagert (Abbildung 1). Nach Aufteilung in die feuchten Auebereiche, in die trockenen ehemaligen Wiesen und in die ehemaligen Äcker ergibt sich ein klareres Bild über den Effekt der Schweinebeweidung.

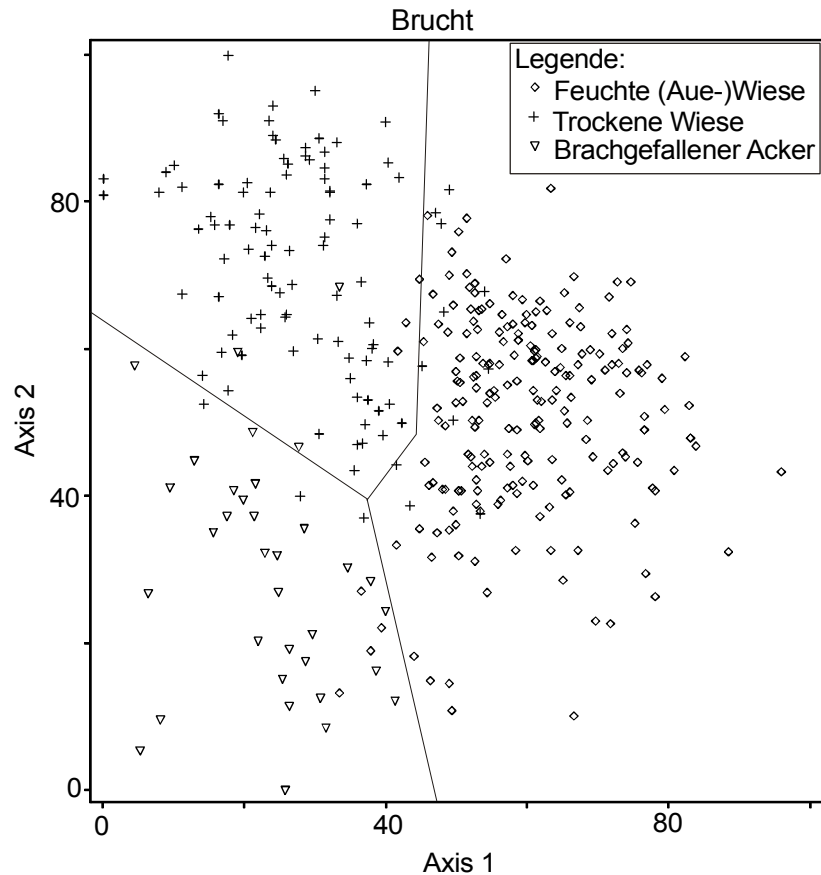


Abbildung 1. Ordinationsergebnis UG Brucht (alle Aufnahmen zusammen).

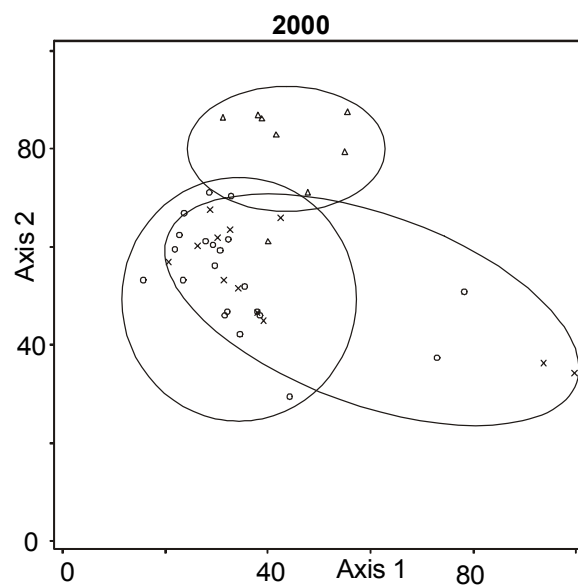
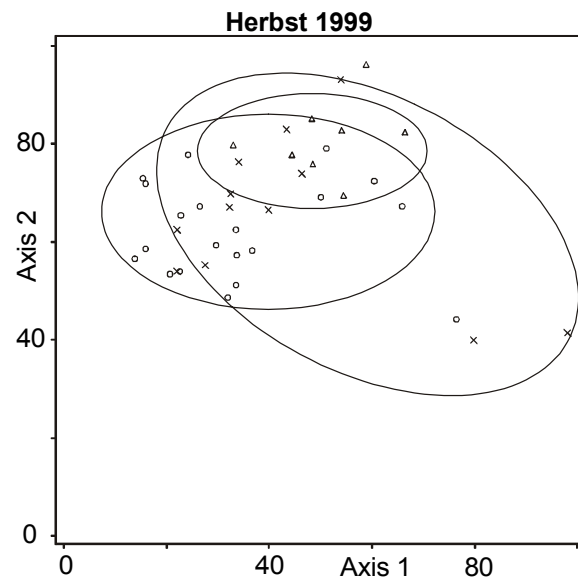
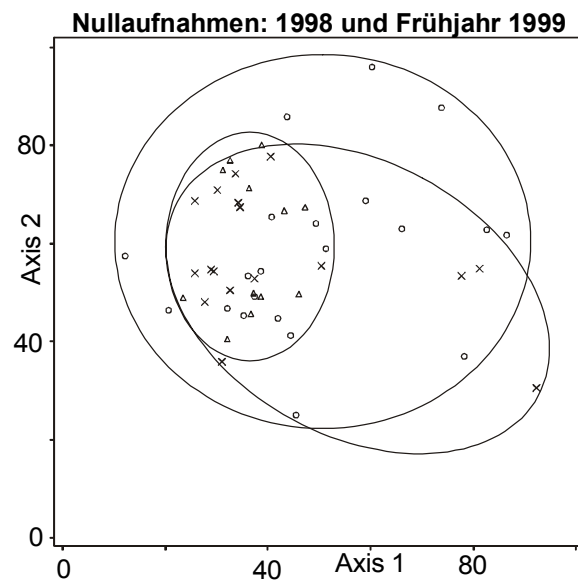
Die Punkte stellen Dauerquadrate aus allen Aufnahmejahren und allen Behandlungsvarianten dar, die Art Daten sind Präsenz-Absenz-transformiert.

Die Aufteilung entspricht der ursprünglichen Nutzung des Gebietes, das auch über die Jahre der Schweinebeweidung als dominante Struktur erhalten bleibt und das Signal der Schweinebeweidung überlagert. Allerdings ist dieses Ergebnis kein stabiles Ordinationsergebnis. Da aber andere Ordinationsverfahren (PCA, DCA) ein sehr ähnliches Bild ergeben, kann von dem Ergebnis mit gewisser Sicherheit ausgegangen werden.

Die Ordination des feuchten Bereichs mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 2),

1. dass drei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 4. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $4,2 < 5$; die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stress zufällig verursacht ist, liegt bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress bei drei Achsen in 400 Iterationen bei 14,8 mit einer verbleibenden Instabilität (final instability) von $1 \cdot 10^{-5}$ auspendelt,
3. dass nach erfolgter Rotation die 1. Achse 24,6 % der Varianz, die 2. Achse 2,1 % der Varianz und die 3. Achse 0,5 % der Varianz erklärt (in der 3. Achse befinden sich keine interpretierbaren Strukturen),

4. dass sich zu Beginn keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Behandlungen erkennen lassen, außer dass in Brache und Schweineweide bereits *Urtica dioica* und *Galium aparine* dominierte Bereiche vorhanden sind,
5. dass sich die konventionelle Nutzung in Laufe des Beobachtungszeitraumes klar von Brache und Schweineweide abtrennt und durch häufiges Vorkommen von *Lolium preenne*, *Bromus hordeaceus*, *Taraxacum* Sect. Ruderalia, *Trifolium repens* und *Ranunculus repens* gekennzeichnet ist,
6. dass der überwiegende Teil der Schweineweide sich auch von der Brache unterscheidet und durch *Agrostis capillaris* und *Alopecurus geniculatus* gekennzeichnet ist und
7. dass ein Teil der Schweineweide Tendenzen zur Verbrachung aufweist und sich nicht von der Brachereferenz unterscheidet (diese Bereiche sind entweder durch *Galium aparine* und *Urtica dioica* oder *Cirsium arvense* und *Elymus repens* gekennzeichnet).



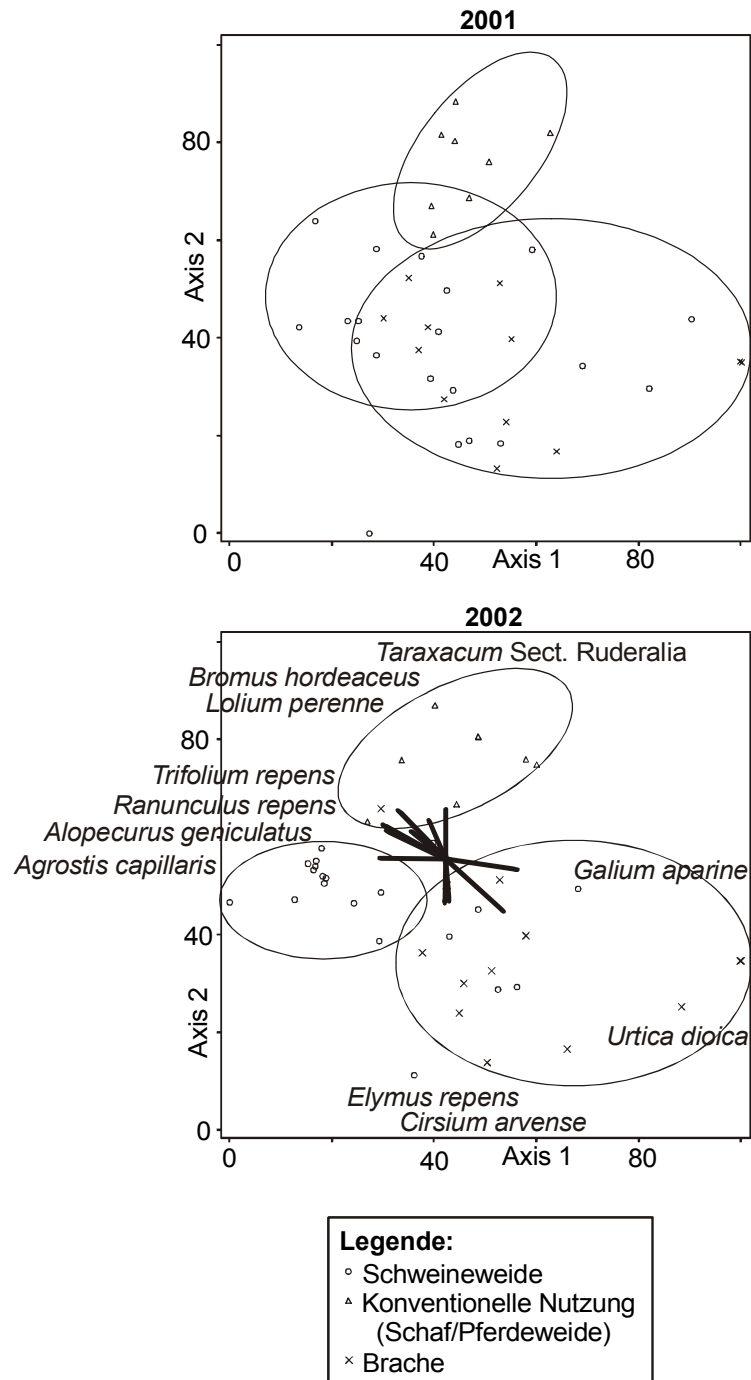


Abbildung 2. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung der feuchten Auenbereiche im UG Brucht.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Artdaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. Das Ordinationsergebnis wurde nach der statistischen Analyse in die verschiedenen Jahre aufgetrennt.

Die Ordination des vormaligen Ackers mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 3),

1. dass eine 3-dimensionale Lösung ausreicht, da bei einer zusätzlichen 4. Achse sich der verbleibende Stress nur um $2,6 < 5$ verringert,
2. dass diese Lösung 16,0 an verbleibendem Stress, aber mit $0,011 > 10^{-5}$ eine sehr hohe verbleibende Instabilität aufweist,
3. dass die Lösung deswegen sehr vorsichtig interpretiert werden muss,
4. dass die 1. Achse 5,1 % der Varianz, die 2. Achse 7,6 % der Varianz und die 3. Achse 8,4 % der Varianz erklärt,
5. dass sich alle Dauerquadrate zumindest mit einem gewissen Anteil in Richtung der 1. Achse bewegen, die positiv mit *Rumex obtusifolius*, *Chenopodium album* und *Epilobium ciliatum* x *tetragonum* und negativ mit *Ranunculus repens*, *Crepis capillaris*, *Bromus hordeaceus*, *Lolium perenne* und *Agrostis stolonifera* korreliert ist.
6. dass sich einige Dauerquadrate auch in Richtung der Achse 2 bewegen, die am höchsten positiv mit *Capsella bursa-pastoris*, *Matricaria recutita*, *Persicaria maculata* und negativ mit *Alopecurus myosuroides*, *Deschampsia cespitosa* und *Cardamine pratense* korreliert ist und
7. dass drei Dauerquadrate sich auch in Richtung der 3. Achse bewegen, die durch Zunahme von *Conyza canadensis* und *Cirsium arvense* charakterisiert sind.

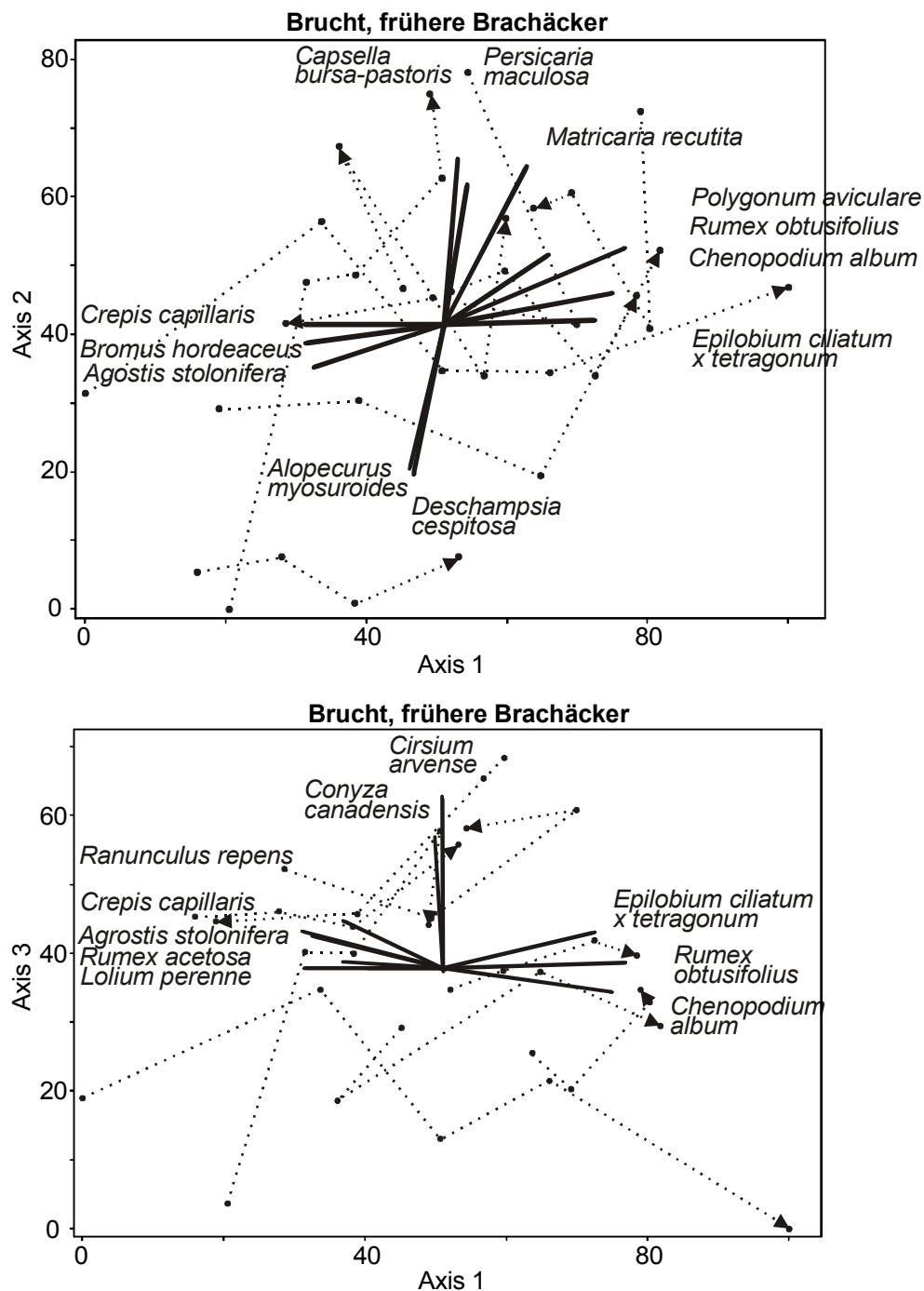


Abbildung 3. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung der ehemaligen Äcker im UG Brucht.

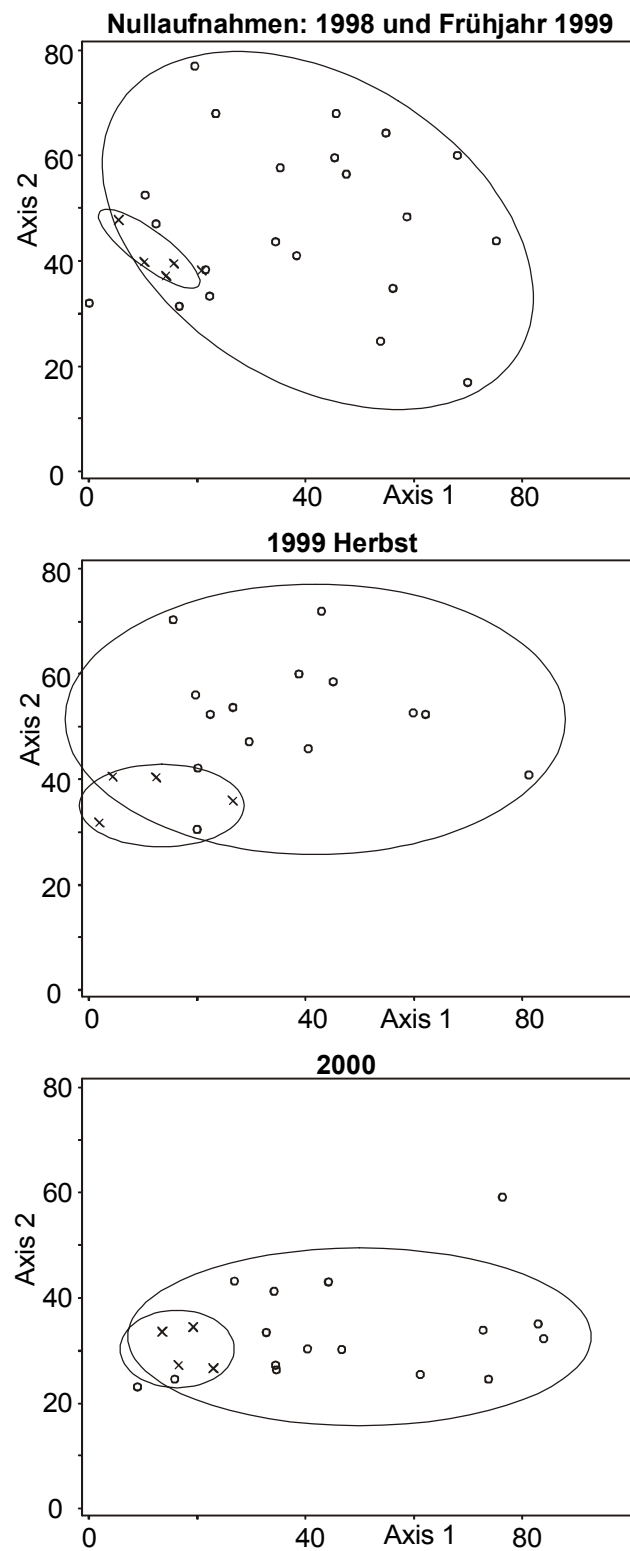
Pfeile geben die Richtung der Entwicklung einzelner Dauerquadrate an (Chronosequenz). Einzelne Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Art Daten sind Präsenz-Absenz-transformiert. Die beiden Diagramme stellen dasselbe Ordinationsergebnis in verschiedenen Dimensionen dar: 1. gegen 2. Achse (oben) und 1. gegen 3. Achse (unten). Die Darstellungsform der Chronosequenz wurde gewählt, da zu den vorliegenden Dauerquadraten keine Referenzflächen vorliegen und die Entwicklungsrichtung einzelner Flächen sehr stark voneinander abweicht.

Die Ordination des trockenen Bereichs mit früherer Weidenutzung mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 4),

1. dass drei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 4. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $3,5 < 5$; die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stress zufällig versuchsbedingt ist, liegt bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress bei drei Achsen in 400 Iterationen bei 17,9 mit einer verbleibenden Instabilität von $2,8 \cdot 10^{-3}$ nicht konstant auspendelt und dass deswegen alternative Lösungen ebenfalls eine Rolle spielen könnten,
3. dass die gewonnenen Ergebnisse deswegen mit Unsicherheit behaftet sind,
4. dass die 1. Achse 43,4 % der Varianz, die 2. Achse 18,1 % der Varianz und die 3. Achse 13,8 % der Varianz erklärt (in der 3. Achse befinden sich keine interpretierbaren Strukturen),
5. dass sowohl Brache, wie auch die Schweineweide eine Entwicklung in negativer 2. Achse aufweisen, die positiv mit *Ranunculus ficaria*, *Poa trivialis*, *Agrostis capillaris* und *Galeopsis tetrahit* korreliert ist, dieser Effekt aber nicht ausschließlich als schweineinduziert betrachtet werden kann,
6. dass eine Entmischung zwischen Brache und Schweineweide in Richtung der 1. Achse auftritt, und
7. dass die Korrelation der Arten mit der 1. Achse wesentlich die Variabilität der Schweineweide in sich beschreibt (stärker geneigte Aufnahmeflächen tendieren zu niedrigeren Werten auf der 1. Achse).

Bei der Auswertung der Veränderung der Arten allein hinsichtlich der Behandlungsvarianten, haben sich im Laufe des Beobachtungszeitraums folgende Unterschiede hinsichtlich Deckung und Frequenz des Auftretens von Arten auf Dauerquadraten zwischen den Nutzungsvarianten ergeben (Tabelle 12): Ausschließlich auf der Schweineweide haben *Agrostis stolonifera*, *Bidens tripartita*, *Cirsium arvense*, *Conyza canadensis*, *Gnaphalium uliginosum*, *Juncus bufonius*, *Matricaria recutita*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major* ssp. *intermedia*, *Rumex obtusifolius*, *Sisymbrium officinale*, *Rorippa sylvestris*, *Polygonum aviculare*, *Sonchus asper*, *Stellaria media*, *Veronica arvensis* und *Veronica serpyllifolia* zugenommen, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Stellaria graminea* und *Trifolium repens* haben abgenommen. Auf der Brache haben im Gegensatz zu allen anderen Behandlungsvarianten *Alopecurus pratensis*, *Holcus lanatus*, *Phleum pratense* und *Rumex acetosa* zugenommen, *Alopecurus geniculatus*, *Cardamine pratensis*, *Cerastium holosteoides* und *Ranunculus acris* abgenommen. Die konventionelle Nutzung weist keine deutlichen spezifischen Veränderungen auf. Auf der Schweineweide gibt es außerdem zahlreiche Arten, die sich genauso wie auf der Brachfläche verhalten. Zugenommen haben in beiden Fällen *Elymus repens* und *Galeopsis tetrahit*, abgenommen haben *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Bromus hordeaceus*, *Lolium perenne*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia* und *Ranunculus repens*. Bemerkenswert sind darüber hinaus Arten, die in Deckung und Frequenz unterschiedliche Entwicklungen

aufweisen. *Dactylis glomerata*, *Poa annua*, *Poa trivialis* und *Urtica dioica* nehmen hinsichtlich der Gesamtdeckung auf der Schweineweide ab, aber hinsichtlich der Anzahl besiedelter Dauerquadrate zu. Veränderungen in Deckung und Frequenz können auch für lokal seltene Arten im Untersuchungsgebiet beschrieben werden. Aufgrund des weniger häufigen Vorkommen auf den Dauerquadraten ist allerdings die Aussagesicherheit begrenzt (Anhang, Tabelle 68).



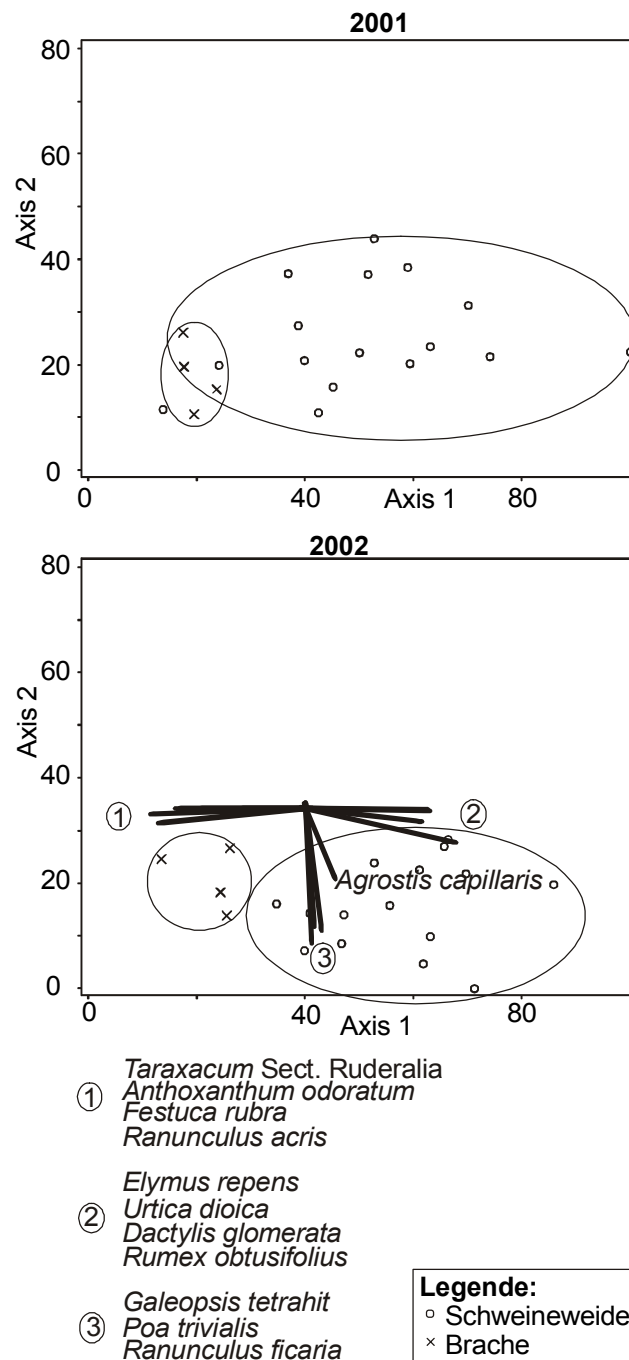


Abbildung 4. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung der ehemaligen trockenen Wiesen im UG Brucht.

Einzelne Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Artdaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. Das Ordinationsergebnis wurde nach der statistischen Analyse in die verschiedenen Jahre aufgetrennt.

Tabelle 12. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten im UG Brucht, Tabellenauszug.

Vollständige Tabelle siehe Anhang, Tabelle 68. Z Zunahme, A Abnahme, (z) Zunahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, (a) Abnahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, D Deckung, Fq Frequenz besiedelter Dauerquadrate. Vorkommen: F- feuchte Auebereiche, A - ehemaliger Acker, W – trockene Wiese. kon. Nutz – Konventionelle Nutzung mit Schaf und Pferdebeweidung.

Veränderung	Art	Schwein		Bra- che		kon. Nutz		Vork.	
		D	Fq	D	Fq	D	Fq		
Auf Schweineweide zunehmend									
nur auf	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Z	Z					F	
Schweineweide	<i>Bidens tripartita</i> L.	Z	Z					F	
	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Z	Z		(z)			A, W	
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Z	Z					A	
	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	Z	Z					F	
	<i>Juncus bufonius</i> L.	Z	Z				(z)	F	
	<i>Matricaria recutita</i> L.	Z	Z					A	
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Z	Z				(a)	W	
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Z	Z					F, A, W	
	<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	Z			(a)			F	
	<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i> (Gilib.) Lange		Z		(a)			F	
	<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)		Z					F	
	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	Z	Z					F	
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill		Z					A	
	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s.str.		Z					F, A	
	<i>Veronica arvensis</i> L.		Z					A, W	
	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.		Z				(a)	W	
	gleichartige	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould s. str.	Z	Z	Z	Z			F
	Entwicklung auf	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	Z	Z	Z	Z			F, A, W
	Schweineweide								
und Referenzfl.									
Auf Schweineweide abnehmend									
nur auf	<i>Festuca rubra</i> L.	A	A					W	
Schweineweide	<i>Holcus lanatus</i> L.	A	A	Z				F, W	
	<i>Stellaria graminea</i> L.	A						W	
	<i>Trifolium repens</i> L.	A	A		(a)			F, A, W	
gleichartige	<i>Agrostis capillaris</i> L.	A		A				W	
Entwicklung auf	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. s.str.	A	A	A				W	
Schweineweide	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	A	A	A	A			F, W	
	<i>Lolium perenne</i> L.	A	A	A	A			F, W	
	<i>Ranunculus repens</i> L.	A		A	A			F, W	
	<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> Kirschner, H. Ollg. & Stepanek	A	A		A			F, A, W	
	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	A		A		A		W	
	<i>Veronica chamaedrys</i> L. s.l.	A					(a)	W	
Deckung und Frequenz verhalten sich gegenläufig									
	<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.	A	Z					F, W	
	<i>Urtica dioica</i> L. s.l.	A	Z					F	
	<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	A	Z	A		A		F, W	
	<i>Poa annua</i> L.	A	Z		A		Z	F, A, W	

3.3.1.2 Lebensstrategien nach Grime

Auf dem ehemaligen Acker verändern sich die meisten Dauerquadrate in Richtung der ruderalen Strategie entlang der positiven 2. Achse. Bei den ehemaligen Wiesen entwickeln sich sowohl die Schweineweide als auch die Brachekontrollen in Richtung der ruderalen Strategie. Die Trennung zwischen beiden Behandlungen wird durch den Stress-Vektor markiert. Im Bereich der feuchten Auefläche ist die Brache durch Vorherrschen von Konkurrenzstrategien gekennzeichnet. Sowohl Schweineweide, als auch konventionelle Beweidung durch Schafe und Pferde zeichnen sich durch Vorherrschen der ruderalen Strategie aus. Die Trennung von beiden wird durch keine eindeutige Strategieachse beschrieben. In allen Teilflächen liegt die Richtung der Konkurrenz-Strategie entgegengesetzt zur ruderalen Strategie (Abbildung 5).

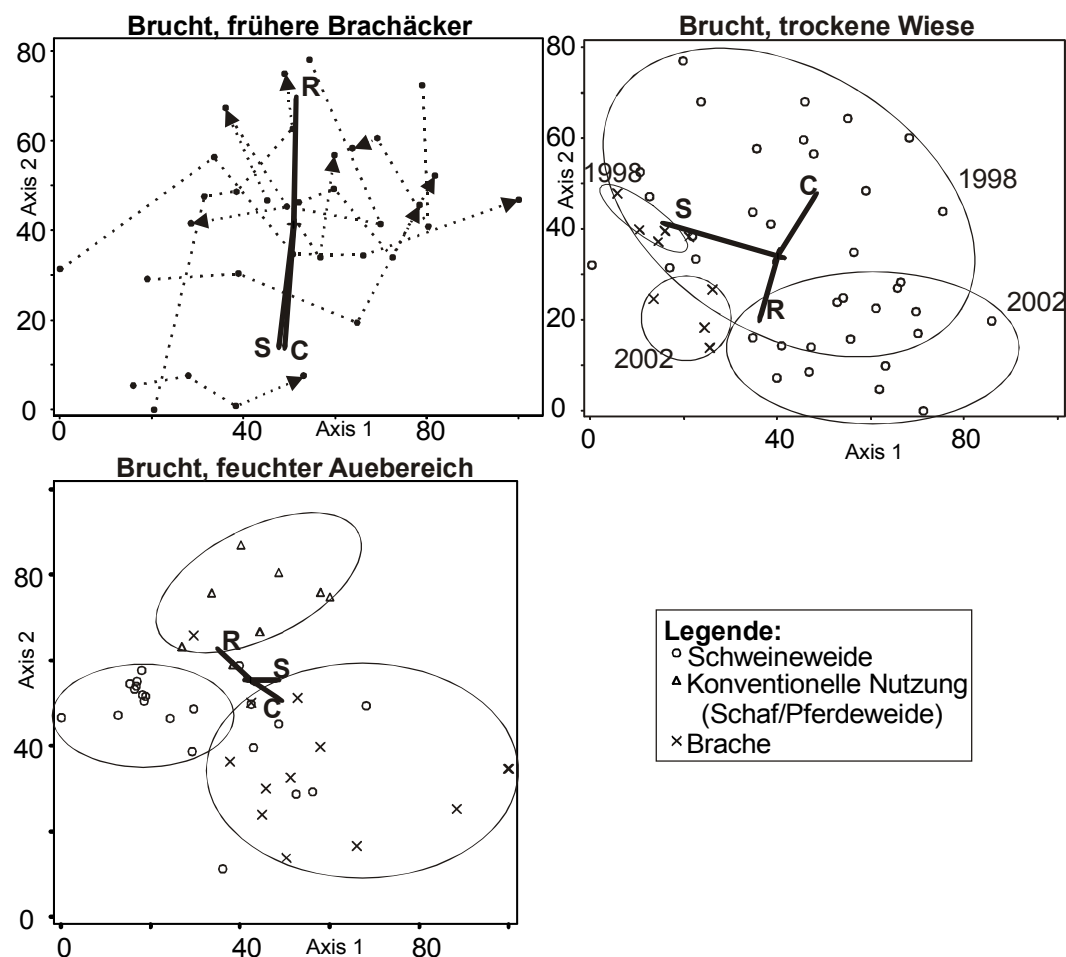


Abbildung 5. Korrelation der Grime'schen Strategien mit den Ordinationsergebnissen im UG Brucht, aufgeteilt nach den drei Vornutzungen.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Art Daten sind Präsenz-Absenz-transformiert. C Strategie wettbewerbsstarker Arten (competitors), S Strategie stresstolerierender Arten (stress tolerators), R Strategie ruderaler Arten (ruderals).

3.3.1.3 Standortkundliche Veränderungen

Im Laufe von drei Jahren Schweinebeweidung haben sich verschiedene Nährstoffparameter verändert. Im feuchten Bereich hat der Kalium- und der Phosphorgehalt zugenommen. Im trockenen Bereich hat Ammonium und Phosphor abgenommen und Nitrat deutlich zugenommen, was sich ebenfalls als Zunahme im Gesamtstickstoff äußert. Der pH-Wert wird leicht saurer (Tabelle 13).

Tabelle 13. Bodenkundliche Parameter im UG Brucht.

Daten der Transsektbeprobung auf der Schweineweide; n.s.: $P > 0,05$; *: $0,05 < P < 0,01$; **: $0,01 < P < 0,001$; ***: $P < 0,001$; Einheiten in mg/100g (außer pH-Wert).

Untersuchungsgebiet	Parameter	vorher	nach 3 Jahren Beweidung	Signifikanz
Feuchter Auebereich	K ⁺	56,9 ± 8,8	125,3 ± 11,3	***
	NH ₄ ⁺	9,0 ± 0,7	7,2 ± 0,6	n.s.
	NO ₃ ⁻	30,3 ± 3,9	43,5 ± 5,6	n.s.
	N _{min}	39,2 ± 4,1	50,8 ± 6,0	n.s.
	P	58,8 ± 10,2	72,0 ± 11,2	*
	pH	5,8 ± 0,10	5,8 ± 0,12	n.s.
Trockener Bereich	K ⁺	104,6 ± 36,3	170,7 ± 24,9	n.s.
	NH ₄ ⁺	39,8 ± 3,7	25,6 ± 2,7	*
	NO ₃ ⁻	12,6 ± 2,3	47,9 ± 8,8	**
	N _{min}	52,4 ± 2,6	73,6 ± 7,6	*
	P	28,1 ± 6,0	21,6 ± 6,6	**
	pH	4,7 ± 0,14	4,5 ± 0,05	*

Nicht alle diese Veränderungen korrelieren in gleichem Maße mit Veränderungen der Vegetation. Dies hat die multivariate Auswertung der Bodenanalysen in Kombination mit den Vegetationsveränderungen ergeben (Abbildung 6).

1. Eine klare Gruppierung der Dauerquadrate tritt in den feuchteren Auebereichen und in den trockeneren Hang- und Oberhangbereichen auf, die getrennt interpretiert werden.
2. Im trockeneren Bereich ist die vegetationskundliche Entwicklung (bedingen Lage der Punkte), die in Richtung der positiven 1. Achse rotiert wurde, positiv mit Nitrat und Kalium und negativ mit Ammonium korreliert.
3. Im feuchteren Bereich ist die vegetationskundliche Entwicklung (ebenfalls in Richtung positiver 1. Achse rotiert), positiv mit Phosphor, Nitrat und Kalium korreliert (der pH-Wert korreliert nicht mit der Entwicklung, sondern der standörtlichen Auftrennung der Dauerquadrate).

Die Nährstoffzeigerwerte haben ergeben, dass der Mittelwert auf Schweineweide und Brache leicht zunimmt. Dies ist auf der Schweineweide bedingt durch die Abnahme niedriger Zeigerwerte (2 und 3) bei gleichzeitiger Zunahme von Zeigerwerten, die hohe Nährstoffgehalten anzeigen (6 bis 9). Die Veränderungen der Brache beruhen auf einer Abnahme der Anzahl niedriger Zeigerwerte (Tabelle 14).

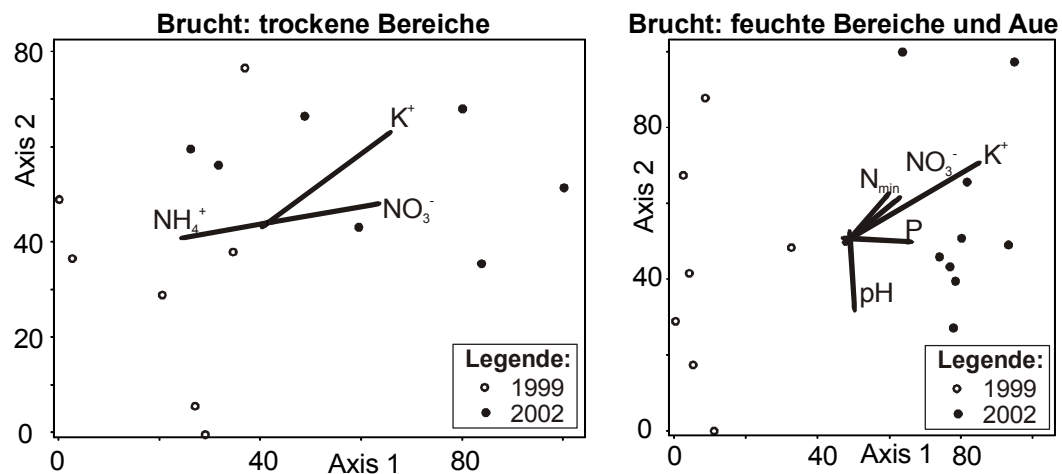


Abbildung 6. Korrelation der Bodendaten mit den vegetationskundlichen Ordinationsergebnissen bodenkundlich beprobter Dauerquadrate im UG Brucht.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Artdaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. Trockener Bereich: 3-dimensionale Lösung mit 7,0 an verbleibendem Stress und 10^{-5} an Instabilität, Monte Carlo Test mit $P=0,0196$ für alle 3 Dimensionen, Reduktion an Stress 3,1 für vier statt drei Achsen, 1. Achse erklärt 50,0 %, 2. Achse 12,5 % und 3. Achse 26,0 % der Varianz. Auebereich: 2-dimensionale Lösung mit 8,2 an verbleibendem Stress und $< 10^{-5}$ an Instabilität, Monte Carlo Test mit $P=0,0196$ für alle 2 Dimensionen, Reduktion an Stress 2,9 für drei statt zwei Achsen, 1. Achse erklärt 63,4 % und 2. Achse 26,8 % der Varianz.

Tabelle 14. Entwicklung der Nährstoffzeigerwerte im UG Brucht.

(Ellenberg, 1992). Fett hervorgehoben sind wesentliche Veränderungen.

Zeigerwert	Artenzahlen auf allen Dauerbeobachtungsflächen											
	Schweineweide				Brache				Konventionelle Nutzung			
	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
3	6	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
4	4	7	6	8	4	1	2	1	0	1	1	1
5	9	7	7	8	6	4	3	5	5	4	3	3
6	11	15	18	18	8	6	6	5	6	6	6	6
7	14	16	17	20	12	12	10	11	8	8	9	8
8	7	6	6	9	5	5	5	5	3	2	4	3
9	2	2	2	4	2	2	2	3	1	1	1	1
Mittelwert	5,7	5,8	5,8	5,9	6,1	6,3	6,4	6,5	6,4	6,1	6,5	6,4
Median	6	6	6	6	6	7	7	7	6,5	6	7	7

3.3.2 UG Lenzen

3.3.2.1 Vegetationskundliche Entwicklungen

Das UG Lenzen wurde während der hochwasserfreien Sommer- und Herbstmonate in hoher Dichte beweidet (Tabelle 4). Das hat zu einem durchschnittlichen Offenbodenanteil auf den Dauerquadraten von 10 % im Jahr 2000, 22 % im Jahr 2001 und 12 % im Jahr 2002 geführt.

Die summarische Zusammenfassung der Vegetation im UG Lenzen in Artenzahlen, Artenturnover und soziologischen Zuordnungen hat die folgenden Ergebnisse erbracht: Die Artenzahlen steigen seit den Null-Aufnahmen auf allen Behandlungsvarianten in vergleichbarer Größenordnung an (Tabelle 15). Der Artenturnover ist seit der Herbstaufnahme 2000 auf der Schweineweide höher als auf den Referenzflächen (Tabelle 16). Die Zunahme von Arten der „krautigen Vegetation oft gestörter Plätze“ ist auf der Schweineweide etwas ausgeprägter als auf den Referenzflächen. Die Zunahme der Arten der „anthropo-zoogenen Heiden und Rasen“ verläuft auf allen Behandlungen ähnlich. Auffällig ist die Neuetablierung von drei Arten der Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea) und die erhöhte Anzahl an Flutrasen- und Feuchtweidenarten (Agrostietea stoloniferae) auf der Schweineweide (Tabelle 17).

Tabelle 15. Artenzahlen im UG Lenzen.

Mittlere Artenzahlen pro Dauerquadrat \pm Standardfehler. Die Aufnahme 1999 umfassen nur einen Durchgang, während alle anderen Jahre zwei Durchgänge umfassen. Die konventionelle Nutzung ist die Mähnutzung.

Jahr	Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung
1999	13,2 \pm 0,85	8,6 \pm 0,66	10,7 \pm 0,50
2000	19,2 \pm 1,04	12,7 \pm 1,03	17,9 \pm 0,80
2001	18,3 \pm 0,91	12,7 \pm 0,93	15,1 \pm 0,71
2002	18,7 \pm 1,10	12,7 \pm 0,93	15,1 \pm 0,86

Tabelle 16. Artenturnover im UG Lenzen.

Der Turnover wurde für jedes Dauerquadrat in Bezug auf den vorhergehenden Aufnahmedurchgang errechnet (bei identischer Artausstattung: Turnover 0; bei vollkommen verschiedenen Arten: Turnover 1). Aufnahmedurchgang 1: Frühlingsaufnahme mit Bezug auf vorherige Herbstaufnahme; Aufnahmedurchgang 2: Herbstaufnahme mit Bezug auf vorherige Frühlingsaufnahme. Die konventionelle Nutzung ist die Mähnutzung.

Jahr	Aufnahmedurchgang	Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung
1999		-	-	-
2000	1	0,35	0,34	0,34
	2	0,20	0,16	0,18
2001	1	0,28	0,22	0,24
	2	0,24	0,20	0,17
2002	1	0,30	0,27	0,22
	2	0,27	0,28	0,21

Tabelle 17. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Lenzen.
Angaben sind Artenzahlen auf allen Dauerquadraten. Die konventionelle Nutzung ist die Mähnutzung. Fett hervorgehoben sind wesentliche Veränderungen.

	Schweine- weide				Brache				Konventionelle Nutzung			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
Phragmitetea	11	10	12	11	9	11	10	11	8	12	10	10
„Krautige Vegetation oft gestörter Plätze“	9	22	21	23	12	16	20	16	11	14	19	11
„Anthropo-zoogene Heiden und Rasen“	18	24	23	23	15	23	21	16	21	27	17	24
Isoëto-Nanojuncetea	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Molinietalia	5	5	6	4	3	3	4	3	2	2	3	3
Arrhenatheretalia	4	4	2	4	4	5	4	3	8	10	4	7
Agrostietea stoloniferae	5	8	7	8	8	8	8	7	6	8	7	7
Chenopodietea	0	3	3	2	0	1	2	1	0	0	2	0
Secalietea	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
Artemisietea	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1	2	1

Die Ordination der Vegetationsaufnahmen (Nonmetric Multidimensional Scaling) hat ergeben (Abbildung 7),

1. dass zwei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 3. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $4,9 < 5$; Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stress zufällig verursacht ist, liegt bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress bei zwei Achsen in 400 Iterationen bei 21,2 mit einer verbleibende Instabilität (final instability) von $3 \cdot 10^{-5}$ auspendelt,
3. dass die 1. Achse 30,8 % der Varianz und die 2. Achse 46,5 % der Varianz erklärt,
4. dass die Strukturen im Datensatz durch unterschiedliche floristische Zusammensetzung des Untersuchungsgebietes bedingt sind (Flutrasen in Richtung positiver 1. Achse, mesotrophe, trockene Wiesen in Richtung negativer 2. Achse und Röhrichte und Seggenrieder im Richtung positiver 2. Achse mit Komponente auf negativer 1. Achse) und
5. dass die Veränderungen aufgrund von Schweineweide durch die starken floristischen Unterschiede überdeckt und nicht interpretierbar sind.

Um die Unterschiede während der 3 Jahre Schweineweide besser herauszuarbeiten, wurde ein weiteres Ordinationsverfahren gewählt, bei dem die Vegetationsveränderungen auf den jeweiligen Dauerquadraten direkt in die Ordination mit eingehen. Die Principal Components Analysis (PCA mit Korrelationskoeffizienten) der Differenzen der Vegetationsveränderungen zwischen 1999 und 2002 hat ergeben (Abbildung 8),

1. dass die erste Achse 9,0 % der Varianz erklärt, die zweite 5,3 % (keine Rotation),
2. dass Brache und konventionelle Nutzung nicht voneinander getrennt werden und durch positive Entwicklung von *Alopecurus pratensis*, *Vicia sativa*, *Poa palustris*, *Festuca pratensis*, *Cirsium vulgare* und *Trifolium pratense* gekennzeichnet sind,
3. dass auf der Schweineweide zwei Entwicklungsrichtungen deutlich werden,
4. dass eine Entwicklungsrichtung davon durch *Alisma lanceolata*, *Ranunculus peltatus*, *Bidens* spp., *Polygonum aviculare*, *Galeopsis tetrahit*, *Xanthium albinum* und *Peplis portula* charakterisiert wird (in dieser Gruppe befinden sich vorwiegend feuchtere Dauerquadrate, die zeitweise durch Qualmwasseraustritt überschwemmt sind) und
5. dass die andere Entwicklungsrichtung durch *Epilobium ciliatum* x *tetragonum*, *Montia fontana*, *Phleum pratense*, *Trifolium hybridum*, *Rumex crispus*, *Poa trivialis*, *Trifolium repens*, *Juncus bufonius* und *Tripleurospermum perforatum* charakterisiert ist (in dieser Gruppe befinden sich vorwiegend trockenere Dauerquadrate).

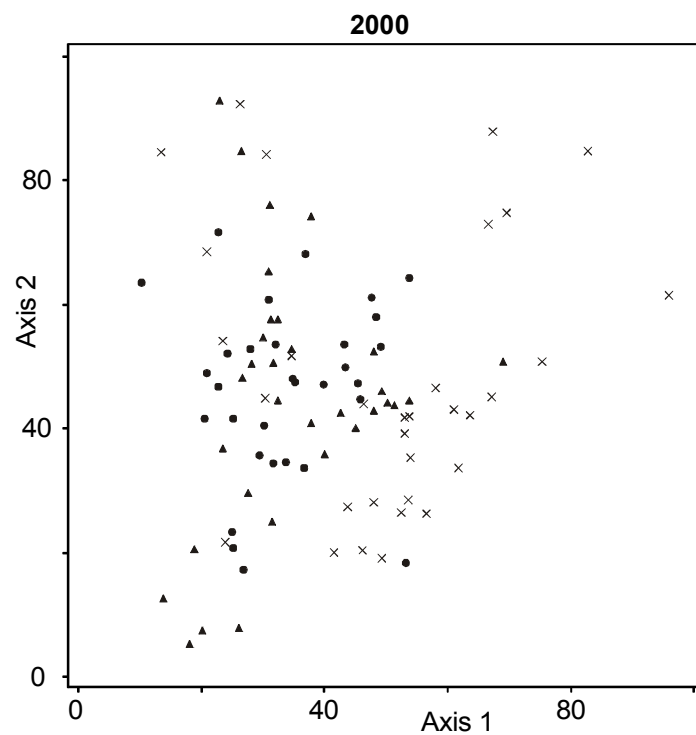
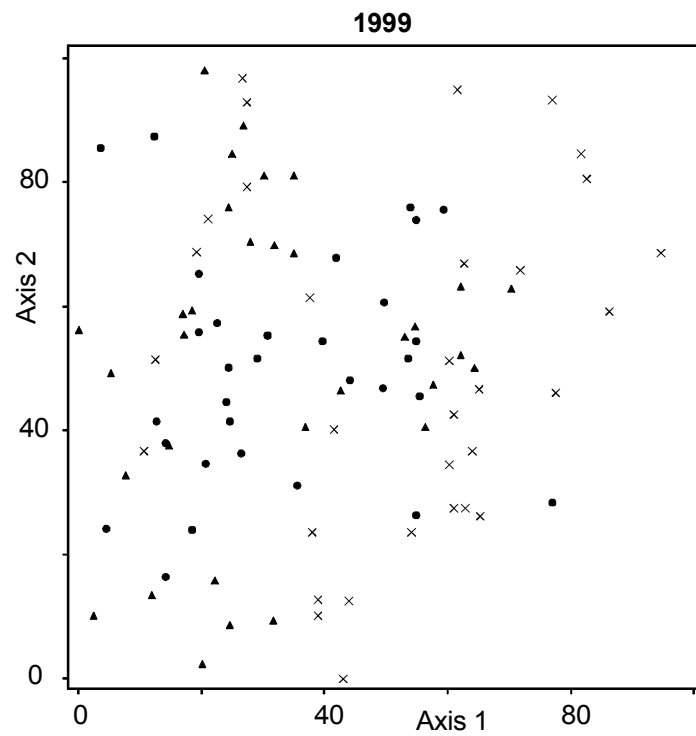
Im Laufe des Beobachtungszeitraums haben sich folgende Unterschiede hinsichtlich Deckung und Frequenz von Arten auf Dauerquadraten zwischen den Nutzungsvarianten ergeben (Tabelle 18): Auf der Schweineweide haben *Carex ovalis*, *Deschampsia cespitosa*, *Epilobium ciliatum* x *tetragonum*, *Galium palustre*, *Glyceria fluitans*, *Glyceria maxima*, *Juncus articulatus*, *Juncus bufonius*, *Juncus effusus*, *Montia fontana*, *Poa trivialis*, *Ranunculus peltatus*, *Ranunculus repens*, *Rumex crispus*, *Sonchus asper*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium repens* und *Veronica scutellata* zugenommen, *Agrostis canina*, *Alopecurus pratensis*, *Carex praecox*, *Eleocharis palustris*, *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus*, *Lathyrus pratensis*, *Poa palustris*, *Potentilla anserina*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca* und *Vicia sativa* haben abgenommen. Bei manchen dieser Arten werden die Unterschiede im Laufe der Jahre durch gegenläufige Entwicklung auf den verschiedenen Behandlungen noch größer. Dies ist bei *Agrostis canina*, *Alopecurus pratensis*, *Carex praecox*, *Deschampsia cespitosa*, *Poa palustris*, *Potentilla anserina*, *Ranunculus repens*, *Rumex crispus*, *Trifolium hybridum* und *Trifolium repens* der Fall. Auf der Brache haben im Gegensatz zu allen anderen Behandlungsvarianten *Agrostis stolonifera*, *Elymus repens*, *Potentilla reptans* und *Sium latifolium* zugenommen. *Calamagrostis epigejos* und *Juncus conglomeratus* haben unter konventioneller Nutzung abgenommen. Auf der Schweineweide gibt es außerdem Arten, die sich genauso wie auf der Brachfläche verhalten. Zugenommen hat auf beiden Flächen *Ranunculus repens*, abgenommen haben

Stellaria palustris und *Alopecurus geniculatus*. Außerdem nehmen *Cirsium arvense* und *Phalaris arundinacea* in allen Behandlungsvarianten über den Beobachtungszeitraum zu. Veränderungen in Deckung und Frequenz können auch für seltene Arten im Untersuchungsgebiet beschrieben werden. Aufgrund des weniger häufigem Vorkommens auf den Dauerquadraten ist allerdings die Aussagesicherheit begrenzt. Die Arten sind im Anhang, Tabelle 69 gekennzeichnet.

Monitoring von Einzelarten

Oenanthe fistulosa kam auf den Versuchsflächen bereits vor Beginn der Schweineweide vor. Nach dem ersten Jahr der Beweidung wurden 63 Exemplare gefunden, nach dem zweiten 140 Exemplare und im Jahr 2002 nach dem dritten Jahr der Beweidung 401 Exemplare. Dabei konzentriert sich das Vorkommen dieser Art im Übergangsbereich zwischen den Weidepfaden der Schweine und der umgebenden Vegetation.

Peplis portula kam vor Beweidungsbeginn auf der Untersuchungsfläche nicht mehr vor, war aber in der Diasporenbank noch vorhanden. Im Jahr 2000 und 2001 wurden keine Pflanzen beobachtet. Sie etablierten sich erst im Jahr 2002, dem 3. Jahr der Schweinebeweidung mit insgesamt 32 Pflanzen (siehe Kapitel 5).



Legende:
• Schweineweide
▲ Mähwiese
× Brache

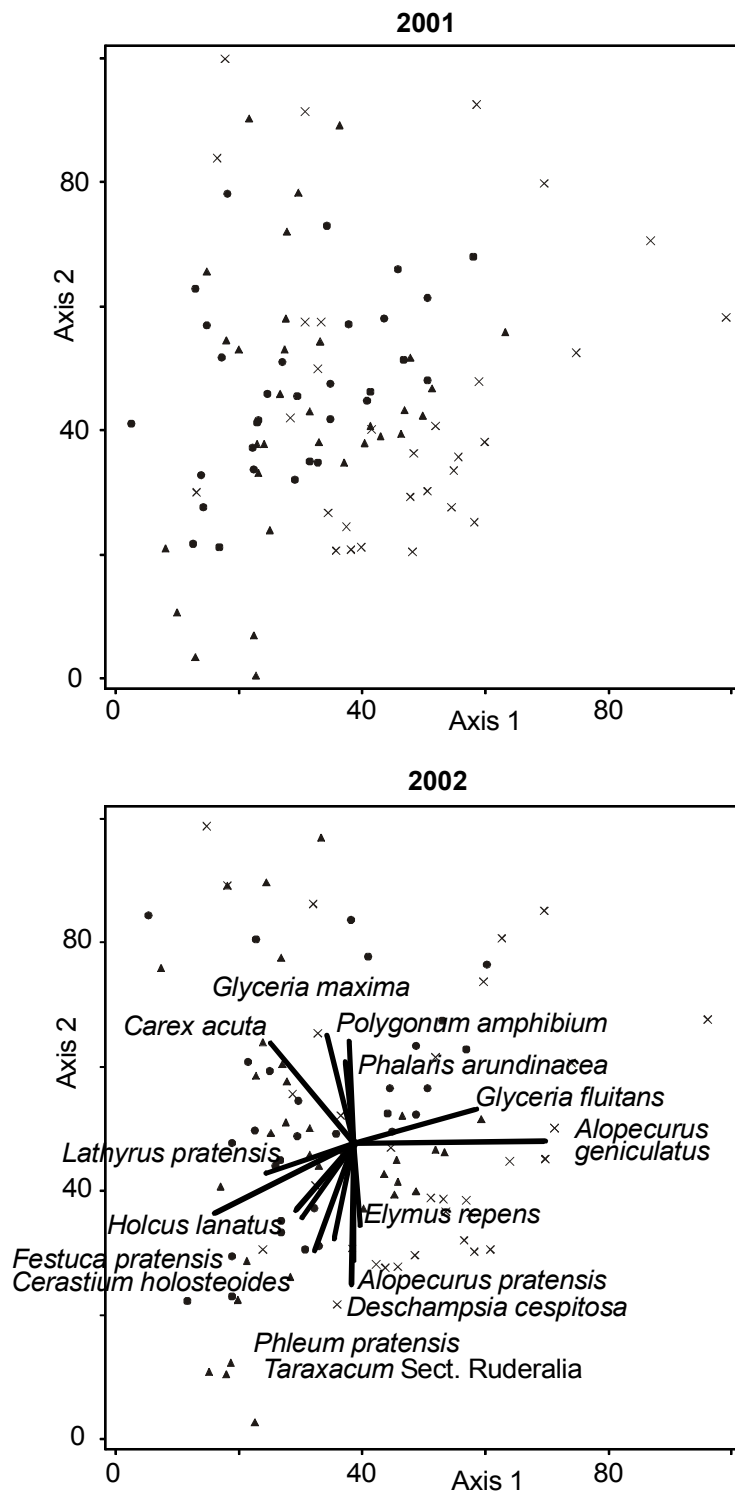


Abbildung 7. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung im UG Lenzen.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Artdaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. Das Ordinationsergebnis wurde nach der statistischen Analyse in die verschiedenen Jahre aufgetrennt.

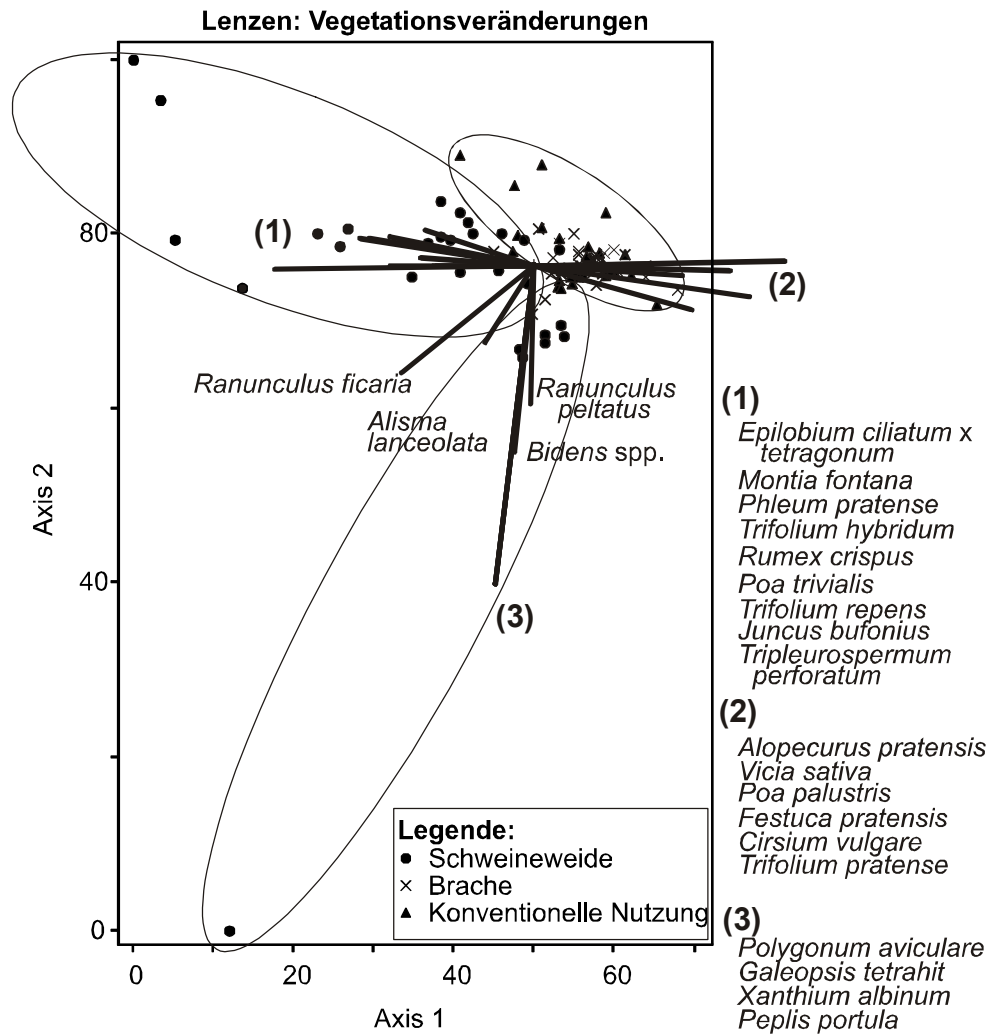


Abbildung 8. Ordinationsergebnisse (PCA) der Vegetationsveränderungen (2002 in Bezug auf 1999) im UG Lenzen.

Die einzelnen Punkte stellen die Vegetationsveränderung der Dauerbeobachtungsflächen zwischen 1999 und 2002 dar. Die Veränderung der Arten wurden in Form von -1; 0 und +1 ordiniert (Art auf dem jeweiligen Dauerquadrat verschwunden, immer vorhanden bzw. nicht vorhanden und neu aufgetreten).

Tabelle 18. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten im UG Lenzen, Tabellenauszug.

Vollständige Tabelle siehe Anhang, Tabelle 69. Z Zunahme, A Abnahme, (z) Zunahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, (a) Abnahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, D Deckung, F Frequenz besiedelter Dauerquadrate.

Art	Schwein		Brache		KNutz	
	D	F	D	F	D	F
Zunahme auf Schweineweiden						
nur auf Schweineweide						
<i>Carex ovalis</i> Good.	Z	Z				
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv. s.str.	Z		A		A	
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp. <i>tetragonum</i>	Z	Z				
<i>Galium palustre</i> L. s.l.		Z				
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	Z	Z				
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	Z					
<i>Juncus articulatus</i> L.		Z				
<i>Juncus bufonius</i> L.	Z	Z				
<i>Juncus effusus</i> L.	Z					
<i>Montia fontana</i> ssp. <i>chondrosperma</i> (Fenzl) Walters		Z				
<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	Z	Z				
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank s.l.	Z	Z				
<i>Ranunculus repens</i> L.	Z				A	
<i>Rumex crispus</i> L.	Z	Z	A		A	
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill		Z		(z)		
<i>Trifolium hybridum</i> L.	Z	Z	A		A	A
<i>Trifolium repens</i> L.		Z	A	A		
<i>Veronica scutellata</i> L.	Z	Z				
gleichartige Veränderungen auf Schweineweide und Vergleichsflächen						
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Z	Z	Z	Z	Z	Z
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Z	Z	Z	Z	Z	
<i>Ranunculus flammula</i> L.	Z	Z		Z		
Abnahme auf Schweineweide						
nur auf Schweineweide						
<i>Agrostis canina</i> L.	A	A	Z	Z	Z	
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	A	A	Z	Z	Z	Z
<i>Carex praecox</i> Schreb. s.l.		A		Z		
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	A					
<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.	A					
<i>Holcus lanatus</i> L.	A					
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	A					Z
<i>Poa palustris</i> L.	A		Z		Z	
<i>Potentilla anserine</i> L.		A				
<i>Trifolium pratense</i> L.	A	A				
<i>Vicia cracca</i> L. s.str.	A	A				
<i>Vicia sativa</i> L. s.str.	A	A				
gleichartige Veränderungen auf Schweineweide und Vergleichsflächen						
<i>Stellaria palustris</i> Hoffm.		A		A		
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	A		A			

3.3.2.2 Lebensstrategien nach Grime

Im UG Lenzen korreliert die Stressachse mit der Entwicklungsrichtung eines Teils der Untersuchungsflächen auf der Schweineweide. Die Strategie wettbewerbsstarker Arten lässt sich keiner Behandlungsvariante zuordnen. Der Ruderalvektor hat überhaupt keine Bedeutung im Ordinationsdiagramm (Abbildung 9).

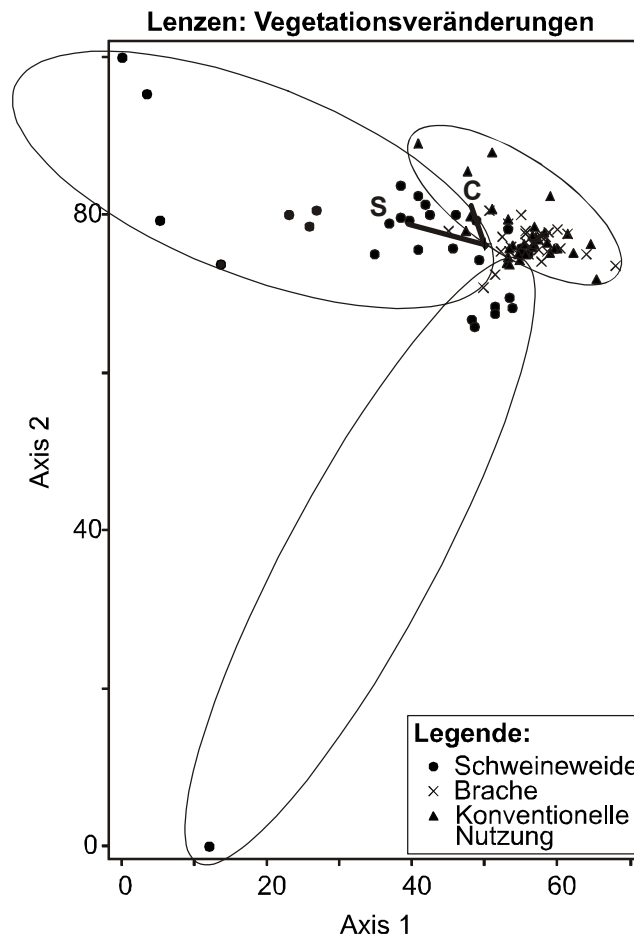


Abbildung 9. Korrelation der Lebensstrategien mit dem Ordinationsergebnis der Vegetationsveränderungen im UG Lenzen.

Die einzelnen Punkte stellen Differenzen der Vegetationsveränderung einzelner Dauerquadrate zwischen 1999 und 2002 dar. Die Veränderung der Arten wurden in Form von -1; 0 und +1 ordiniert (Art auf dem jeweiligen Dauerquadrat verschwunden, immer vorhanden bzw. nicht vorhanden und neu aufgetreten). C: Strategie wettbewerbsstarker Arten (competitors), S: Strategie stresstolerierender Arten (stress tolerators).

3.3.2.3 Standortkundliche Veränderungen

Die bodenkundliche Beprobung parallel zu den vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen hat ergeben, dass Ammonium und Phosphor abnehmen, Nitrat deutlich zunimmt, was sich im Gesamtstickstoff widerspiegelt. Der pH-Wert ist leicht saurer geworden (Tabelle 19).

Tabelle 19. Bodenkundliche Parameter im UG Lenzen.

Die Daten stammen von der Transsektbeprobung auf der Schweineweide; n.s.: $P > 0,05$; *: $0,05 < P < 0,01$; **: $0,01 < P < 0,001$; ***: $P < 0,001$; Einheiten in mg/100g (außer pH-Wert)

Parameter	Nullaufnahme	Wiederholungsaufnahme	Signifikanz
K ⁺	92,2 ± 3,8	89,8 ± 6,0	n.s.
NH ₄ ⁺	17,4 ± 1,7	11,6 ± 1,4	**
NO ₃ ⁻	6,5 ± 0,7	44,6 ± 11,1	**
N _{min}	23,9 ± 1,7	56,2 ± 11,7	*
P	25,8 ± 1,8	16,8 ± 2,4	***
pH	5,1 ± 0,04	4,8 ± 0,08	**

Aber nicht alle diese Veränderungen spiegeln sich auch in der Vegetation wider. Die Korrelation der Bodendaten mit dem Ordinationsergebnis der floristischen Vegetationsveränderungen der beprobten Dauerquadrate hat ergeben (Abbildung 10),

1. dass sich die Aufnahmeflächen entlang des Feuchtegradienten aufteilen und dieser mit dem pH-Wert korreliert,
2. dass die Ordination der Präsenz-/Absenz-Daten ein instabiles Ergebnis ergibt (28,9 verbleibender Stress und $4 \cdot 10^{-2}$ an Instabilität), das sich allerdings nicht wesentlich von dem der untransformierten Deckungen unterscheidet,
3. dass sich die Abnahme von Phosphor und Ammonium zum gewissen Teil in der Entwicklungsrichtung der Dauerquadrate entlang der 1. Achse widerspiegelt, die die vegetationskundliche Entwicklungsrichtung beschreibt,
4. dass die Veränderungen der Nitratgehalte, in Bezug auf die Vegetation keine Rolle spielen und
5. dass die 2. Achse mit den pH-Werten korreliert, die in Zusammenhang mit der räumlichen Gliederung der Probestellen, nicht aber der Entwicklungsrichtung auf der Schweineweide steht.

In Bezug auf Ellenberg'sche Nährstoff-Zeigerwerte haben sich keine Veränderungen der Mediane und eine leichte Abnahme der mittleren (ungewichteten) Zeigerwerte ergeben. Diese Veränderungen betreffen alle Nutzungsvarianten und finden zudem in den Zeigerwertspektren keinen einheitlichen Trend (Tabelle 20).

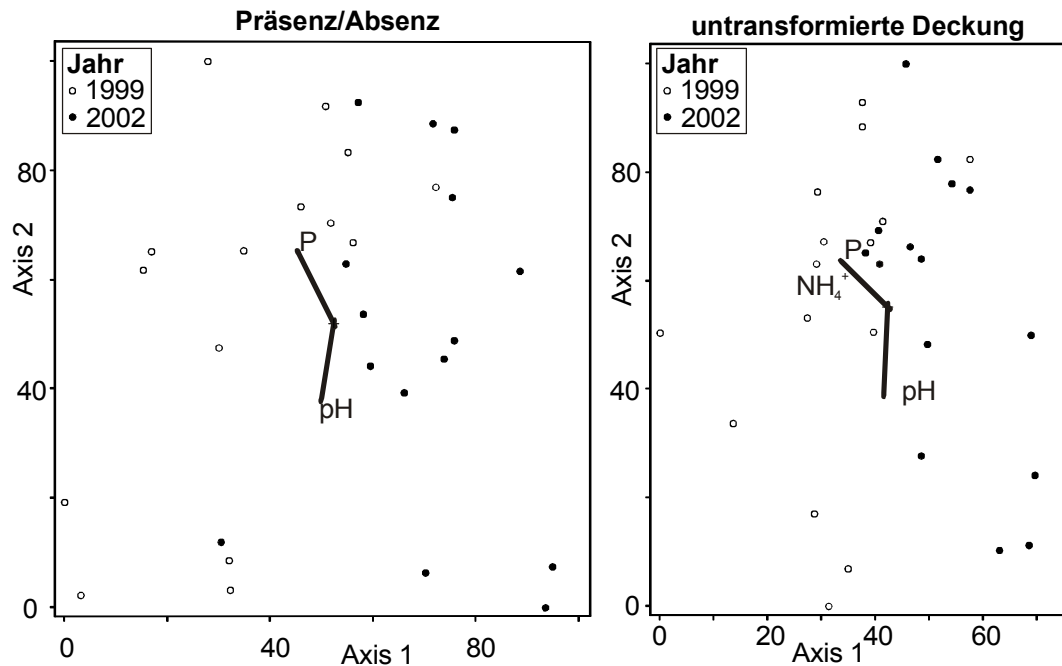


Abbildung 10. Korrelation der Bodendaten mit dem Ordinationsergebnis ausgewählter Dauerquadrate im UG Lenzen.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar.

Die 2-dimensionale Lösung der Präsenz/Absenz-Daten hat keine stabile Lösung ergeben, mit 28,9 an verbleibendem Stress und $4 \cdot 10^{-2}$ an Instabilität.

Die 3-dimensionale Lösung der untransformierten Deckungen ergab eine stabile Lösung mit 10,2 an verbleibendem Stress und weist eine mäßig stabile Lösung mit 10^{-5} an Instabilität auf. Monte Carlo Test mit $P = 0,0196$ für alle Dimensionen, Reduktion an Stress 3,0 für vier statt drei Achsen, 1. Achse erklärt 21,7 %, 2. Achse 37,3 % und 3. Achse 28,2 % der Varianz.

Tabelle 20. Nährstoffzeigerwerte im UG Lenzen.

(Ellenberg, 1992). Fett hervorgehoben sind wesentliche Veränderungen.

Zeigerwert	Artenzahlen auf allen Dauerbeobachtungsflächen											
	Schwein				Brache				Konventionelle Nutzung			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	2	6	5	7	2	3	3	3	3	4	4	3
3	4	7	5	6	3	6	5	4	3	5	5	6
4	7	9	10	10	5	9	8	8	5	10	7	7
5	11	13	12	13	9	11	13	10	12	15	11	12
6	5	7	10	10	6	5	8	8	6	8	7	8
7	9	15	14	17	13	14	14	12	12	15	13	13
8	2	7	6	6	1	3	4	3	4	3	6	3
9	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
Mittelwert	5,3	4,9	4,8	4,8	5,6	4,9	5,3	4,9	5,5	5,0	5,4	5,3
Median	5	5	5	5	6	5	5	5	5,5	5	5,5	5

3.3.3 UG Eggelwiesen

3.3.3.1 Vegetationskundliche Entwicklungen

Das UG Eggelwiesen wurde nur zeitweise beweidet. Bis auf das Jahr 2002 waren die Besatzdichten gering. Die Besatzleistung ist deshalb noch geringer als in anderen Untersuchungsgebieten mit permanenter Beweidung (Tabelle 4). Das hat zu einem durchschnittlichen Offenbodenanteil von 3 % im Jahr 2000, 8 % im Jahr 2001 und 13 % im Jahr 2002 geführt. Die Bodenstörung erstreckt sich nicht homogen über das Gebiet, sondern konzentriert sich vorwiegend in den feuchteren Bereichen.

Die Artenzahlen nehmen sowohl auf der Schweineweide als auch auf der Brachereferenz zu. Die Zunahme auf der Schweineweide ist dabei größer als auf der Brache (Tabelle 21). Der Artenturnover ist seit Herbst 2000 auf der Schweineweide höher als auf der Brache (Tabelle 22). Bei der soziologischen Zuordnung der Artentwicklung ist eine deutlichere Zunahme von Arten sowohl der „krautiger Vegetation oft gestörter Plätze“ als auch der „anthropo-zoogenen Heiden und Rasen“ auf der Schweineweide als auf der Brache zu verzeichnen. Keine Veränderungen wurden bei der Segetalflora (Chenopodietea und Secalietea) nachgewiesen (Tabelle 23).

Tabelle 21. Artenzahlen im UG Eggelwiesen.

Mittelwerte der Artenzahl je Dauerquadrat \pm Standardfehler.

Jahr	Schweineweide	Brache
1999 (Null)	10,8 \pm 0,5	9,4 \pm 0,7
2000	13,7 \pm 0,7	11,9 \pm 0,6
2001	14,8 \pm 0,6	11,7 \pm 0,7
2002	15,1 \pm 0,6	12,7 \pm 0,7

Tabelle 22. Artenturnover im UG Eggelwiesen.

Der Turnover wurde für jedes Dauerquadrat in Bezug auf den vorhergehenden Aufnahmedurchgang errechnet (bei identischer Artausstattung: Turnover 0; bei vollkommen verschiedenen Arten: Turnover 1). Aufnahmedurchgang 1: Frühjahrsaufnahme mit Bezug auf vorherige Herbstaufnahme; Aufnahmedurchgang 2: Herbstaufnahme mit Bezug auf vorherige Frühjahrsaufnahme.

Jahr	Aufnahmedurchgang	Schweineweide	Brache
1999 (Null)		-	-
2000	1	0,28	0,35
	2	0,29	0,23
2001	1	0,33	0,27
	2	0,22	0,14
2002	1	0,29	0,25
	2	0,28	0,23

Tabelle 23. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Eggelwiesen.

Angaben sind Artenzahlen auf allen Dauerquadraten. Fett hervorgehoben sind wesentliche Veränderungen.

	Schweineweide				Brache			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
Phragmitetea	3	4	5	4	3	2	2	3
„Krautige Vegetation oft gestörter Plätze“	14	17	17	18	12	14	12	13
„Anthropo-zoogene Heiden und Rasen“	18	26	28	27	17	20	17	22
Molinietalia	7	11	11	11	5	8	7	8
Arrhenatheretalia	4	5	5	4	3	5	4	5
Agrostietea stoloniferae	4	4	3	3	2	2	1	2
Isoëto-Nanojuncetea	0	1	0	0	0	0	0	0
Chenopodietea	0	0	0	1	0	1	0	0
Secalietea	1	2	2	3	2	2	2	2
Artemisietea	6	6	7	6	5	5	5	5

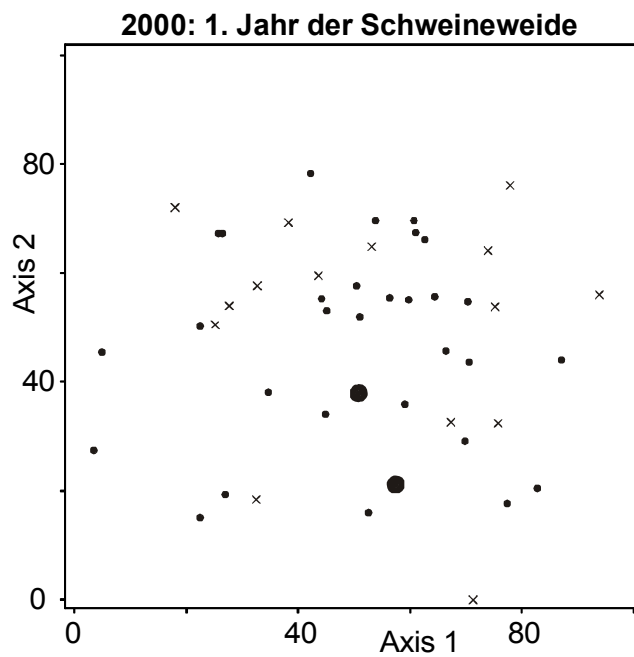
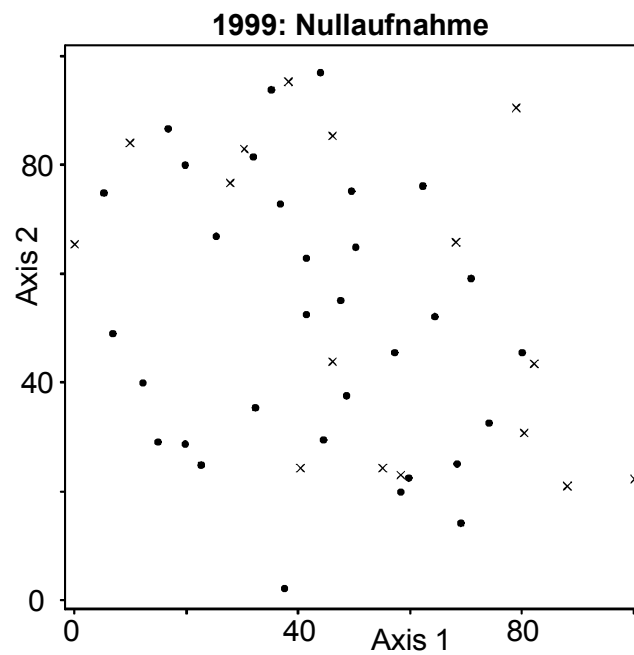
Die Ordination der Vegetationsdaten mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 11),

1. dass drei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 4. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $4,3 < 5$; die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stress zufällig verursacht ist, liegt in allen drei Dimensionen bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress bei drei Achsen in 400 Iterationen bei 20,3 mit einer verbleibende Instabilität (final instability) von $1 \cdot 10^{-5}$ auspendelt,
3. dass die 1. Achse 26,2 % der Varianz, die 2. Achse 13,9 % der Varianz und die 3. Achse 28,3 % der Varianz erklärt (allerdings finden sich in der 3. Achse keine interpretierbaren Strukturen),
4. dass sich sowohl auf der Schweineweide, als auch auf der Brache ein standörtlicher Feuchtigkeitsgradient befindet,
5. dass die Schweinebeweidung nicht einheitlich auf alle Dauerquadrate gewirkt hat,
6. dass sich die feuchten und stark durchwühlten Dauerquadrate in Richtung negativer 2. Achse bewegt, womit *Galium palustre*, *Juncus effusus*, *Cardamine pratensis*, *Equisetum palustre* und *Ranunculus repens* positiv korreliert sind und
7. dass sich ein Teil der trockenen Dauerquadrate sowohl der Weide als auch der Brachereferenz im Bereich hoher Werte der 1. Achse konzentrieren, was mit *Galium aparine*, *Arrhenatherum elatius*, *Elymus repens* und *Dactylis glomerata* korreliert (Dies sind durchweg wenig oder nicht durchwühlte Dauerquadrate).

Bei Betrachtung der Vegetationsveränderungen allein aufgrund der Behandlungsvarianten, haben sich im Laufe des Beobachtungszeitraums folgende Unterschiede hinsichtlich Deckung und Frequenz des Auftretens von Arten auf Dauerquadraten ergeben (Tabelle 24):

Auf der Schweineweide haben zugenommen: *Anthriscus sylvestris*, *Cardamine pratensis*, *Carduus crispus*, *Cirsium palustre*, *Equisetum palustre*, *Heracleum sphondylium*, *Lotus corniculatus*, *Myosotis arvensis*, *Ranunculus flammula*, *Ranunculus repens*, *Ranunculus sceleratus* und *Silene flos-cuculi*. Abgenommen haben *Ajuga reptans*, *Cirsium oleraceum*, *Cirsium vulgare*, *Epilobium ciliatum*, *Epilobium ciliatum* x *tetragonum* ssp. *tetragonum* und *Potentilla anserina*. Auf der Brache haben *Deschampsia cespitosa* und *Urtica dioica* zugenommen, *Cerastium holosteoides* und *Holcus lanatus* abgenommen. *Cirsium arvense* hat auf der Brache stärker zugenommen als auf der Schweineweide. Auf beiden Behandlungsvarianten nehmen *Poa trivialis*, *Cirsium arvense* und *Persicaria amphibia* zu, *Alopecurus pratensis* ab. *Dactylis glomerata* hat generell eine rückläufige Tendenz im Deckungsgrad, nimmt aber hinsichtlich der Frequenz auf der Schweineweide zu. Veränderungen in Deckung und Frequenz können auch für seltene Arten im Untersuchungsgebiet beschrieben werden. Aufgrund weniger häufigem Vorkommens auf den Dauerquadraten ist allerdings die Aussagesicherheit begrenzt. Die Arten sind im Anhang, Tabelle 70 aufgelistet.

Zusätzlich wird *Caltha palustris* als zunehmende Art eingestuft, da für diese lokal seltene Art hier ein eigenes Populationsmonitoring vorliegt. Es hat ergeben, dass nach der ersten Beweidung wieder einzelne Individuen von *Caltha palustris* aufgetreten sind. Nach der zweiten Beweidung waren es 100 Individuen mit insgesamt 1800 Blüten und nach der dritten Beweidung 180 Pflanzen mit insgesamt 2700 Blüten (Frank Grawe, persönliche Mitteilung).

**Legende:**

- × Brache
- Schweineweide

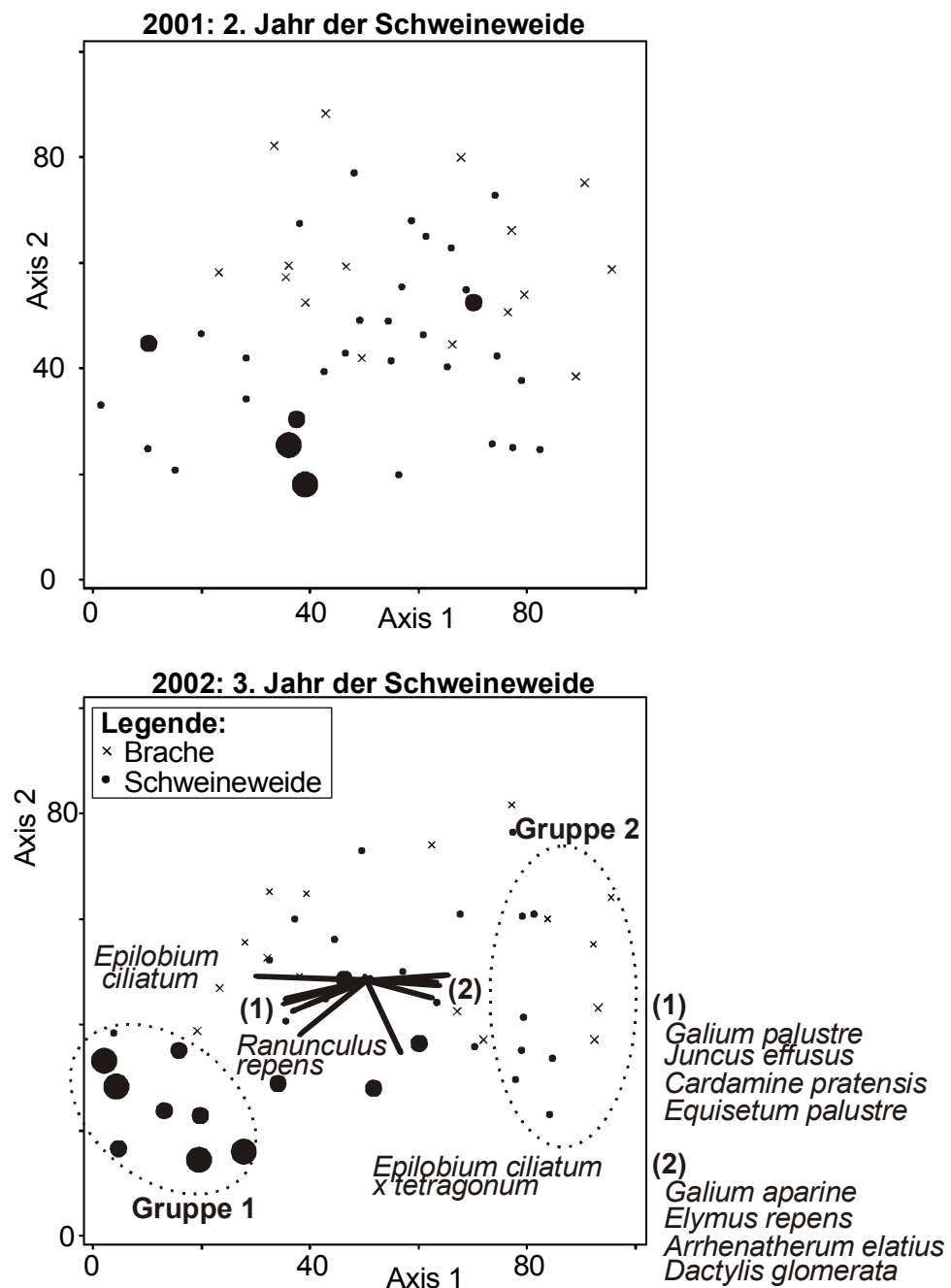


Abbildung 11. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung im UG Eggelwiesen.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar. Wegen der sehr heterogenen Schweineaktivität in diesem Untersuchungsgebiet wurde der zunehmende relative Offenbodenanteil im jeweils vorhergehenden Herbst/Frühjahr in Form zunehmender Punktgrößen dargestellt. Die Artendaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. Das Ordinationsergebnis wurde nach der statistischen Analyse in die verschiedenen Jahre aufgetrennt.

Tabelle 24. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten des UG Eggelwiesen, Tabellenauszug.

Vollständige Tabelle siehe Anhang, Tabelle 70. Z Zunahme, A Abnahme, (z) Zunahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, (a) Abnahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, D Deckung, F Frequenz besiedelter Dauerquadrate.

			Veränderung			
			Schwein		Brache	
			D	F	D	F
Art						
Auf Schweineweide zunehmend						
nur auf Schweineweide	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Z	Z			A
	<i>Cardamine pratensis</i> L. s.str.	Z	Z			(z)
	<i>Carduus crispus</i> L.			Z		
	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	Z	Z			
	<i>Equisetum palustre</i> L.	Z	Z			
	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	Z	Z			
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Z				
	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Z	Z			
	<i>Ranunculus flammula</i> L.	Z	Z			
	<i>Ranunculus repens</i> L.	Z	Z			
	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	Z	Z			
	<i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv.		Z			
gleiche Entwicklung auf beiden Flächen	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.			Z	Z	Z
	<i>Galium palustre</i> L. s.l.			Z		(z)
	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre			Z		Z
	<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	Z	Z			Z
Auf Schweineweide abnehmend						
nur auf Schweineweide	<i>Ajuga reptans</i> L.	A				
	<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	A	A			Z
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	A				
	<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.	A				
	<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i>	A				
	<i>Potentilla anserina</i> L.	A	A			
gleiche Entwicklung auf beiden Flächen	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	A				A
Unterschiedliche Entwicklung in Deckung und Frequenz						
	<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.	A	Z		A	A

3.3.3.2 Lebensstrategien nach Grime

Einzig die Stress-Strategie korreliert mit den Flächen im Ordinationsdiagramm. Sie zeigt zu einem Großteil zunehmende Feuchtigkeit entlang der 1. Achse an. Die Ruderalisierungsachse hat keine Bedeutung zur Entwicklungsrichtung der intensiv gestörten Flächen (Abbildung 12).

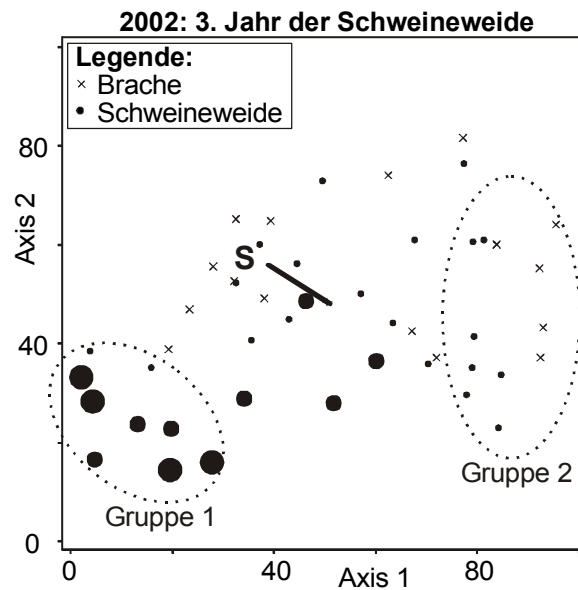


Abbildung 12. Korrelation der Grime'schen Strategien mit dem Ordinationsergebnis im UG Eggelwiesen.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar. Wegen der sehr heterogenen Schweineaktivität in diesem Untersuchungsgebiet wurde der zunehmende relative Offenbodenanteil im jeweils vorhergehenden Herbst/Frühjahr in Form zunehmender Punktgrößen dargestellt. Die Art Daten sind Präsenz-Absenz-transformiert. S: Strategie stresstolerierender Arten (stress tolerators).

3.3.3.3 Standortkundliche Veränderungen

In den Eggelwiesen hat sich bei den bodenkundlichen Parametern ergeben, dass Ammonium leicht zunimmt und Nitrat abnimmt. In der Summe überwiegt die abnehmende Tendenz beim Gesamtstickstoff. Der pH-Wert nimmt leicht zu (Tabelle 25).

Tabelle 25. Bodenkundliche Parameter im UG Eggelwiesen.

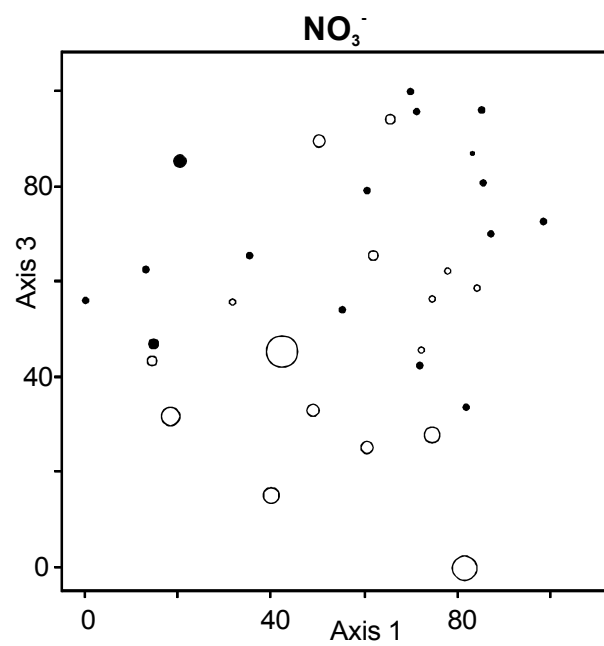
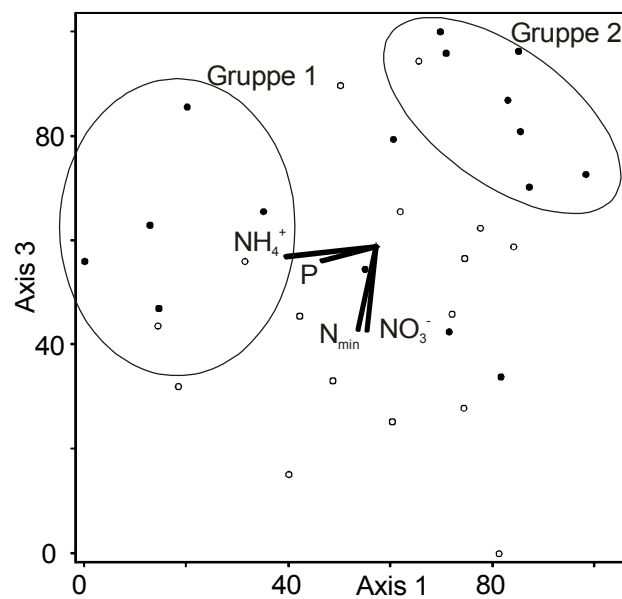
Daten der Transektproben auf der Schweineweide; n.s.: $P > 0,05$; *: $0,05 < P < 0,01$; **: $0,01 < P < 0,001$; ***: $P < 0,001$; Einheiten in mg/100g (außer pH-Wert)

Parameter	Nullaufnahme	Wiederholungsaufnahme	Signifikanz
K ⁺	92,5 ± 7,0	100,3 ± 6,0	n.s.
NH ₄ ⁺	9,8 ± 0,9	12,7 ± 1,4	**
NO ₃ ⁻	53,4 ± 10,0	21,0 ± 2,3	**
N _{min}	63,2 ± 10,8	33,7 ± 3,4	**
P	20,4 ± 2,0	20,9 ± 3,1	n.s.
pH	5,6 ± 0,05	5,8 ± 0,03	***

Die Korrelation der bodenkundlichen Daten mit dem Teildatensatz der floristischen Daten (nur bodenkundlich beprobte Dauerquadrate) mit Hilfe der multivariaten Analyse ergibt (Abbildung 13),

1. dass sich die Gruppenbildung aus der rein floristischen Analyse auch in dem reduzierten Datensatz widerspiegelt, und zwar in der Entwicklungsrichtung der intensiver gestörten, feuchteren Bereiche (Gruppe 1) und in Richtung der trockeneren, verbrachenden Bereiche (Gruppe 2),
2. dass die 1. Achse negativ mit Ammonium und Phosphor korreliert, was durch die erhöhten Ammonium- und Phosphorwerte in Gruppe 1 bedingt ist und
3. dass die 3. Achse negativ mit Nitrat und Gesamtstickstoff korreliert, was die bodenchemische Abnahme dieser Parameter in Bezug auf die Vegetationsentwicklung bestätigt.

Die Analyse der Nährstoff-Zeigerwerte nach Ellenberg zeigt keine Entwicklungstendenzen weder zur Ausmagerung noch zur Eutrophierung (Tabelle 26).



Legende:
○ 1999
● 2001

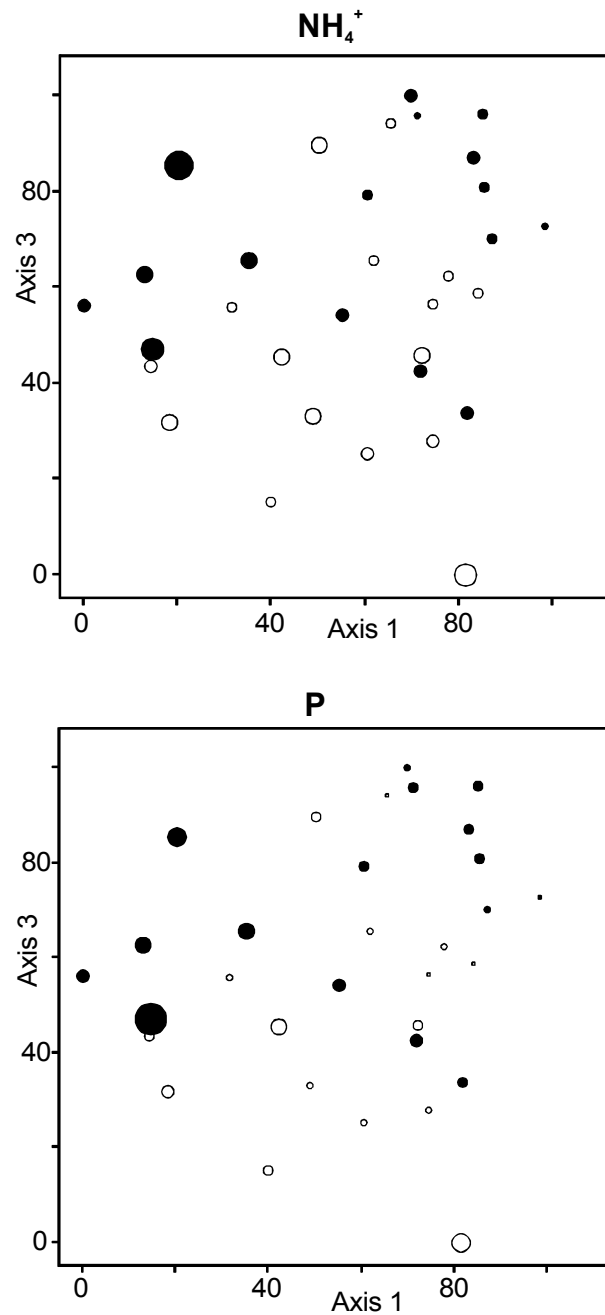


Abbildung 13. Korrelation der Bodendaten mit dem Ordinationsergebnis ausgewählter Dauerquadrate im UG Eggelwiesen.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar. Ihre Größe ist ein Maß für den jeweils dargestellten Bodenparameter. Die Artdaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. Die 3-dimensionale Lösung mit 17,4 an verbleibendem Stress weist eine mäßig stabile Lösung mit $4 \cdot 10^{-4}$ an Instabilität auf. Monte Carlo Test mit $P=0,0392$ für die 1. Dimension und $P=0,0196$ für die 2. und 3. Dimension, Reduktion an Stress 4,6 für vier statt drei Achsen, 1. Achse erklärt 19,9 %, 2. Achse 21,7 % und 3. Achse 30,5 % der Varianz. Die 2. Achse wurde nicht dargestellt, da sie keine wesentlichen Strukturen enthält. Die Gruppenbildung (Gruppe 1 und Gruppe 2) wurde aus der Ordination des gesamten floristischen Datensatzes übernommen.

Tabelle 26. Nährstoffzeigerwerte im UG Eggelwiesen.
(Ellenberg, 1992).

Zeigerwert	Artenzahl auf allen Dauerquadraten							
	Schweineweide				Brache			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	2	3	0	0	0	0
3	4	9	8	7	4	3	5	4
4	2	5	6	7	2	2	3	5
5	9	11	9	10	10	14	11	13
6	8	10	12	10	7	10	6	9
7	10	11	11	12	7	7	7	7
8	6	7	7	7	6	6	5	6
9	1	1	3	3	2	2	3	2
Mittelwert	5,8	5,2	5,5	5,4	5,8	5,7	5,7	5,7
Median	6	5	6	6	6	6	6	6

3.3.4 UG Schmandberg

3.3.4.1 Vegetationskundliche Entwicklungen

Das UG Schmandberg ist in eine räumlich getrennte Frühjahrsweide und eine Herbstweide aufgeteilt. Trotz hoher Besatzdichte ergibt sich wegen der kurzen Besatzzeit eine geringe Besatzleistung (Tabelle 4). Der Offenbodenanteil war auf der Frühjahrsweide im Jahr 2000 mit 2,3 % noch sehr gering, erreicht jedoch 7,7 % und 11,5 % in den Folgejahren. Die Herbstweide wurde 2000 erstmals mit Schweinen besetzt, sodass erst 2001 ein Offenbodenanteil von 11,2 % vorhanden war. 2002 betrug der Anteil 6,7 %. Auch auf den Referenzflächen waren stellenweise offene Bodenstellen vorhanden, betrugen aber nie mehr als 1 %.

Die Artenzahlen nehmen sowohl auf der Frühjahrsweide als auch auf der Herbstweide deutlich zu (Tabelle 27). Die Schwankungen auf der Brache liegen demgegenüber im Bereich des Standardfehlers. Die erste Frühjahrsbeweidung im Jahr 2000 hatte aufgrund kurzer Dauer und geringer Besatzdichte zu keinen messbaren Veränderungen geführt. Die Herbstweide wurde 2000 begonnen, sodass erst 2001 Veränderungen zu erwarten sind und auch eingetreten sind. Genau zu diesen Zeitpunkten steigt auf den beiden Schweineweiden der Artenturnover im zeitlichen wie auch räumlichen Vergleich (Tabelle 28).

Tabelle 27. Artenzahlen im UG Schmandberg.

Mittlere Artenzahlen pro Dauerquadrat \pm Standardfehler. Die erste Beweidung erfolgte im Jahr 2000, sodass die Vegetation auf der Herbstweide in diesem Jahr noch nicht durch Schweine beeinflusst war.

Jahr	Frühjahrsweide	Herbstweide	Brache
1999	20,9 \pm 1,61	18,8 \pm 1,41	20,2 \pm 2,22
2000	20,6 \pm 1,01	18,4 \pm 0,80	18,5 \pm 1,29
2001	23,5 \pm 0,87	24,4 \pm 0,95	19,8 \pm 1,05
2002	26,8 \pm 1,17	25,2 \pm 0,99	21,4 \pm 1,16

Tabelle 28. Artenturnover im UG Schmandberg.

Der Turnover wurde für jedes Dauerquadrat in Bezug auf den vorhergehenden Aufnahmedurchgang errechnet (bei identischer Artausstattung: Turnover 0; bei vollkommen verschiedenen Arten: Turnover 1). Aufnahmedurchgang 1: Frühjahrsaufnahme mit Bezug auf vorherige Herbstaufnahme; Aufnahmedurchgang 2: Herbstaufnahme mit Bezug auf vorherige Frühjahrsaufnahme.

Die erste Beweidung erfolgte im Jahr 2000, sodass die Vegetation auf der Herbstweide in diesem Jahr noch nicht durch Schweine beeinflusst war.

Jahr	Aufnahmedurchgang	Frühjahrsweide	Herbstweide	Brache
1998	1	-	-	-
	2	0,22	0,18	0,17
1999	1	0,33	0,27	0,30
	2	0,31	0,21	0,26
2000	1	0,36	0,32	0,31
	2	0,23	0,18	0,21
2001	1	0,28	0,31	0,20
	2	0,23	0,24	0,21
2002	1	0,25	0,27	0,22
	2	0,30	0,25	0,19

Bei der soziologischen Zuordnung nehmen Arten der „krautigen Vegetation oft gestörter Plätze“ auf der Herbstweide deutlich zu, was wesentlich durch die Segetalflora (Chenopodietea und Secalietea) und ferner durch Arten der stickstoffhaltigen Ruderalfluren (Artemisietea) bedingt ist. Veränderungen dieser Gruppen sind auf der Frühjahrsweide wenig bis nicht ausgeprägt (Tabelle 29).

Tabelle 29. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Schmandberg.

Angegeben sind die Artenzahlen der jeweiligen soziologischen Einheit auf allen Dauerquadraten. Die erste Beweidung erfolgte im Jahr 2000, sodass die Vegetation auf der Herbstweide in diesem Jahr noch nicht durch Schweine beeinflusst war. Fett hervorgehoben sind wesentliche Veränderungen.

	Frühjahrsweide				Herbstweide				Brache			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
„Krautige Vegetation oft gestörter Plätze“	20	20	19	25	18	17	30	32	17	21	19	20
„Anthropo-zoogene Heiden und Rasen“	34	30	32	38	33	33	29	30	32	33	29	33
Festuco-Brometea	7	6	7	7	7	7	4	4	7	8	7	8
Chenopodietea	3	5	3	5	2	4	5	6	2	5	4	4
Secalietea	7	7	8	9	6	5	11	12	4	4	4	4
Plantaginetea	1	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0
Artemisietea	5	5	4	5	4	4	7	6	6	6	6	7

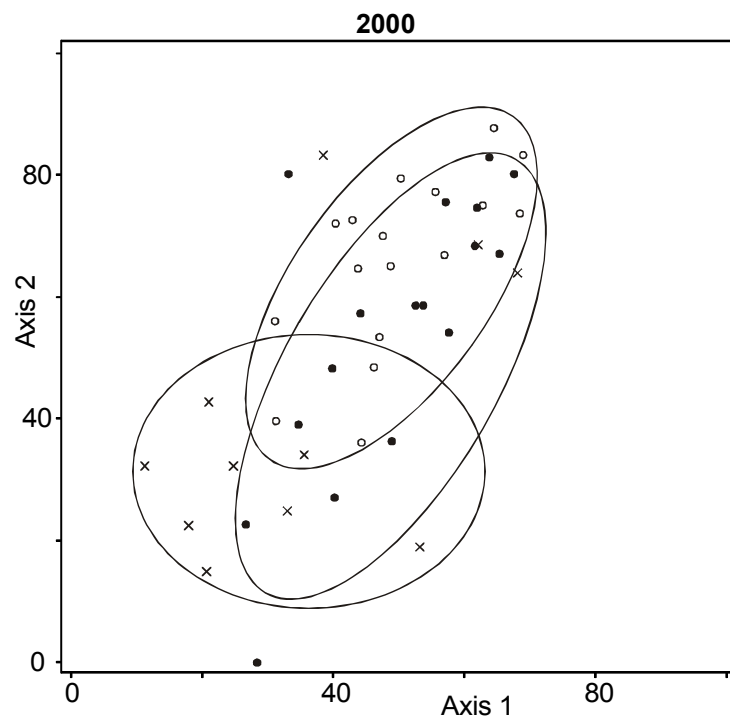
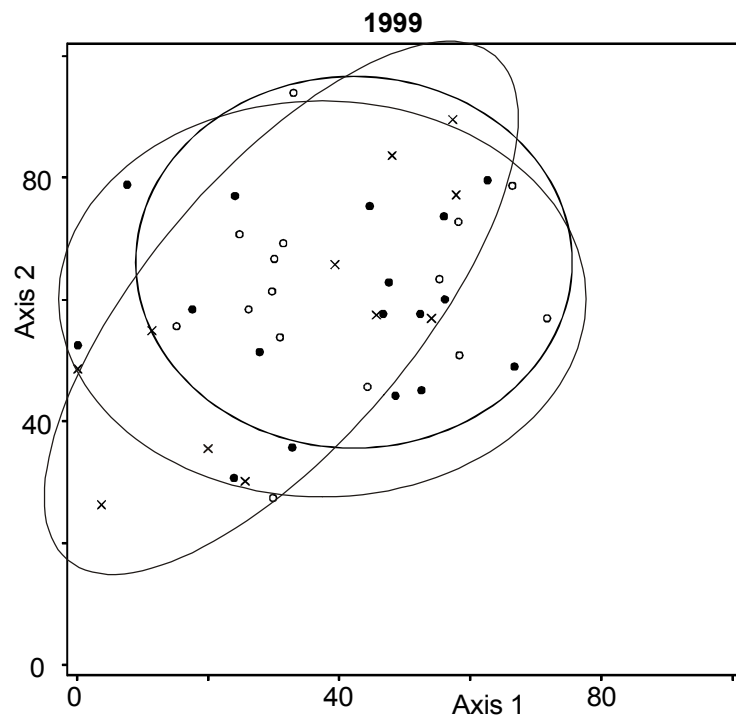
Die Ordination der Vegetationsdaten mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 14),

1. dass drei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 4. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $3,5 < 5$; die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stresses zufällig verursacht ist, liegt bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress (final stress) bei drei Achsen in 400 Iterationen bei 20,4 mit einer verbleibende Instabilität (final instability) von $5 \cdot 10^{-5}$ auspendelt,
3. dass nach der Rotation die 1. Achse 33,4 % der Varianz, die 2. Achse 21,9 % der Varianz und die 3. Achse 15,6 % der Varianz erklärt (alle wesentlichen Strukturen wurden in die erste und zweite Achse gedreht),
4. dass vor Beginn der Schweineweide im Jahr 1999 kein wesentlicher Standortgradient die Lage der Behandlungsvarianten beeinflusst,
5. dass sich die Behandlungsvarianten im Laufe der Jahre auseinander entwickelt haben (die Brache tendiert zu negativer 2. Achse, die Herbstweide zu positiver 1. Achse und die Frühjahrsweide zu positiver 1. Achse und zugleich positiver 2. Achse),

6. die Schweinebeweidung nicht einheitlich auf alle Dauerquadrate gewirkt hat,
7. dass die Herbstbeweidung positiv mit dem Vorkommen von *Leucanthemum vulgare*, *Cerastium holosteoides*, *Veronica arvensis*, *Euphorbia exigua*, *Valerianella locusta*, *Myosotis arvensis* und *Aphanes arvensis* korreliert und negativ mit *Galium verum* korreliert,
8. dass die Frühjahrsweide positiv mit dem Vorkommen von *Crataegus monogyna*, *Trifolium campestre*, *Daucus carota*, *Medicago lupulina*, *Leucanthemum vulgare* und *Cerastium holosteoides* korreliert und negativ mit *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* und *Poa trivialis* korreliert,
9. dass sich die Brache hinsichtlich der Korrelation mit Arten entgegengesetzt zur Frühjahrsweide verhält.

Bei der Auswertung der Bestandsentwicklung der Arten allein hinsichtlich der Behandlungsvarianten haben sich im Laufe des Beobachtungszeitraums folgende Unterschiede zwischen den Nutzungsvarianten von Frühjahrsbeweidung, Herbstbeweidung und einer ungezäunten Brache ergeben. Die Brache entspricht der Flächennutzung der Vorjahre (Tabelle 30):

Auf beiden Schweineweiden haben *Aphanes arvensis*, *Crataegus monogyna*, *Euphorbia exigua*, *Galium mollugo*, *Leontodon autumnalis*, *Medicago lupulina*, *Myosotis arvensis*, *Poa angustifolia*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Trifolium campestre*, *Trifolium pratense*, *Valerianella locusta*, *Veronica arvensis*, *Veronica persica* und *Viola arvensis* zugenommen. Lediglich auf der Herbstweide haben *Alopecurus myosuroides*, *Arenaria serpyllifolia*, *Phleum pratense* und *Polygonum aviculare* zugenommen. Nur auf der Frühjahrsweide haben *Arrhenatherum elatius*, *Clinopodium vulgare*, *Hypericum perforatum* und *Trisetum flavescens* zugenommen. Auf der Brache haben im Gegensatz dazu *Achillea millefolium*, *Anthriscus sylvestris*, *Holcus lanatus* und *Rumex crispus* zugenommen und *Festuca rubra* hat abgenommen. *Vicia hirsuta*, *Convolvulus arvensis* und *Poa trivialis* nehmen sowohl auf den Schweineweiden als auch auf der Brache zu, *Epilobium ciliatum* x *tetragonum* ssp. *tetragonum*, *Galium verum*, *Dactylis glomerata*, *Daucus carota* und *Senecio erucifolius* nehmen auf beiden Fläche ab. *Leucanthemum vulgare* und *Origanum vulgare* nehmen hinsichtlich der Gesamtdeckung auf der Frühjahrsweide ab, aber hinsichtlich der Anzahl besiedelter Dauerquadrate zu. Zudem nimmt bei beiden die Deckung auf der Brache ab. Nur bei *Origanum vulgare* nimmt die Deckung auch auf der Herbstweide zu. Veränderungen in Deckung und Frequenz können auch für seltene Arten im Untersuchungsgebiet beschrieben werden. Aufgrund weniger häufigem Vorkommens auf den Dauerquadraten ist allerdings die Aussagesicherheit begrenzt. Die Arten sind im Anhang, Tabelle 71 aufgelistet.



Legende:

- Frühjahrsweide
- Herbstweide
- × Brache/Sukzession

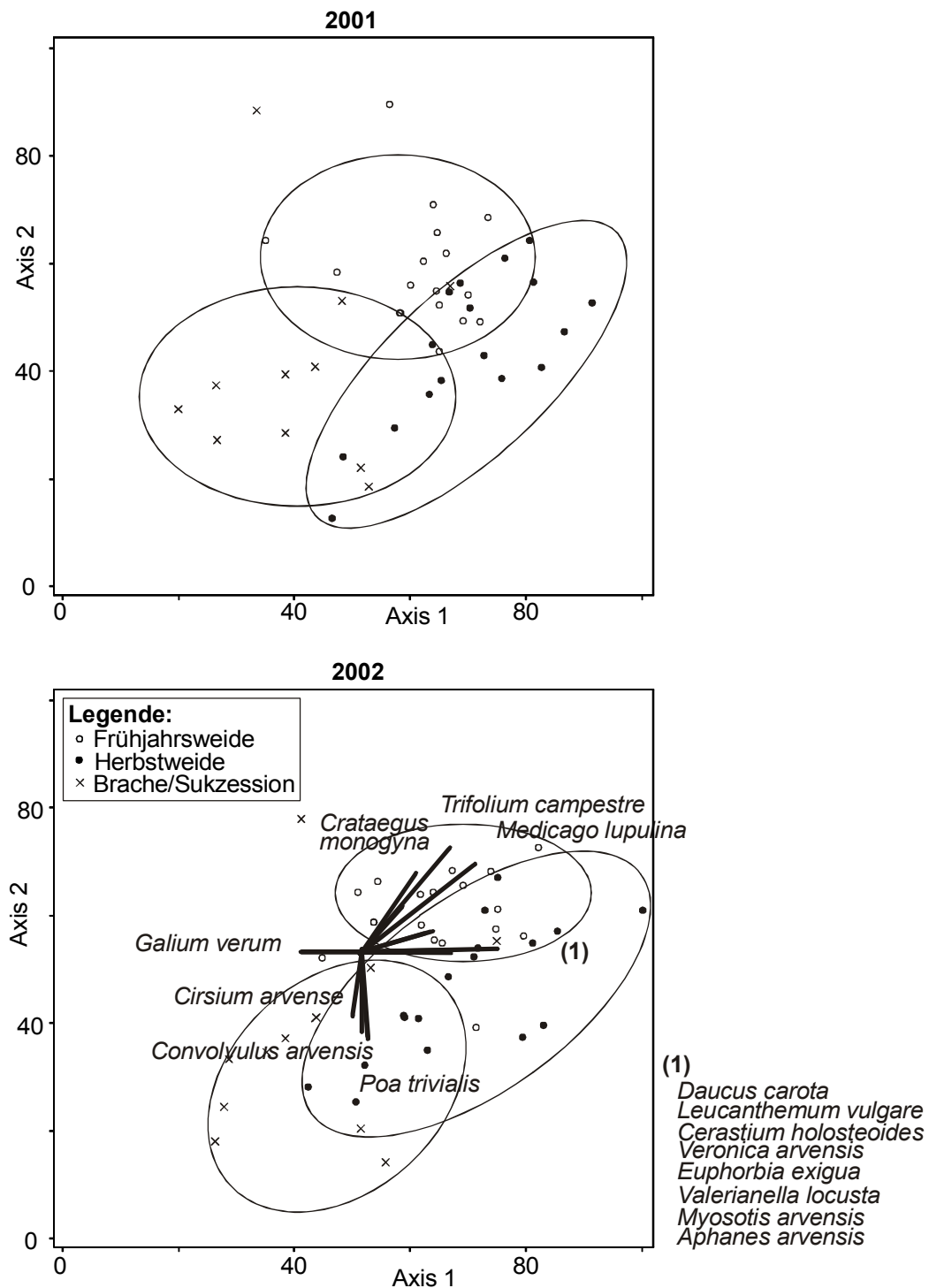


Abbildung 14. Ordinationsergebnis der Vegetationsentwicklung im UG Schmandberg.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Artdaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. Die erste Beweidung erfolgte im Jahr 2000, sodass die Vegetation auf der Herbstweide in diesem Jahr noch nicht durch Schweine beeinflusst war. Das Ordinationsergebnis wurde nach der statistischen Analyse in die verschiedenen Jahre aufgetrennt.

Tabelle 30. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten im UG Schmandberg, Tabellenauszug.

Vollständige Daten siehe Anhang, Tabelle 71. Z Zunahme, A Abnahme, (z) Zunahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, (a) Abnahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, D Deckung, F Frequenz besiedelter Dauerquadrate.

Art		Veränderungen					
		Frühjahrs- weide		Herbst- weide		Brache	
		D	F	D	F	D	F
Auf Schweineweide zunehmend							
nur auf	<i>Aphanes arvensis</i> L.	Z	Z	Z	Z		(z)
Schweineweide	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. s.l.	Z		Z			
zunehmend	<i>Euphorbia exigua</i> L.		Z	Z	Z		
	<i>Galium mollugo</i> L. s.str.		Z	Z	Z		
	<i>Leontodon autumnalis</i> L.		Z		Z		
	<i>Medicago lupulina</i> L.	Z	Z		Z	A	A
	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Z	Z	Z	Z		
	<i>Poa angustifolia</i> L.		Z	Z	Z	A	
	<i>Taraxacum</i> sect. Ruderalia Kirschner, H. Ollg.&Stepanek	Z		Z	-		
	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.		Z	Z			
	<i>Trifolium pratense</i> L.	Z	Z		Z		
	<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.		Z	Z	Z		
	<i>Veronica arvensis</i> L.	Z	Z	Z	Z		
	<i>Veronica persica</i> Poir.		Z		Z		(z)
	<i>Viola arvensis</i> Murray	Z	Z	Z	Z		
nur auf der Frühjahrsweide	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv.ex J. Presl & C. Presl	Z	Z				
	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	Z	Z		(a)		(a)
	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Z	Z				
	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.		Z				
nur auf der Herbstweide	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.			Z	Z		
	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. (s.str.)			Z	Z		
	<i>Phleum pratense</i> L. s.str.			Z			
	<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)		(z)		Z		
auf Schweine- weide und Brache	<i>Convolvulus arvensis</i> L.			Z	Z	Z	Z
	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	Z		Z	Z		Z
	<i>Poa trivialis</i> L. s.l.				Z		Z
Auf Schweineweide abnehmend							
auf Schweine- weide und Brache	<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.	A		A		A	
	<i>Daucus carota</i> L.	A		A		A	
	<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp. <i>tetragonum</i>	A	A	A	A	-	A
	<i>Galium verum</i> L. s.str.	A	A	A	A		A
	<i>Senecio erucifolius</i> L.	A		A		A	
	<i>Vicia lathyroides</i> L.		A		(a)		A
Heterogene Entwicklung auf Schweineweide							
	<i>Organum vulgare</i> L.	A	Z	Z		A	A
	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. s.str.	A	Z			A	-

3.3.4.2 Lebensstrategien nach Grime

Sowohl Frühlings- wie auch Herbstweide entwickeln sich klar in Richtung der ruderalen Strategie. Die Brache bzw. Nullzustände werden hingegen besser durch die Strategie wettbewerbsstarker und stresstolerierender Arten gekennzeichnet (Abbildung 15).

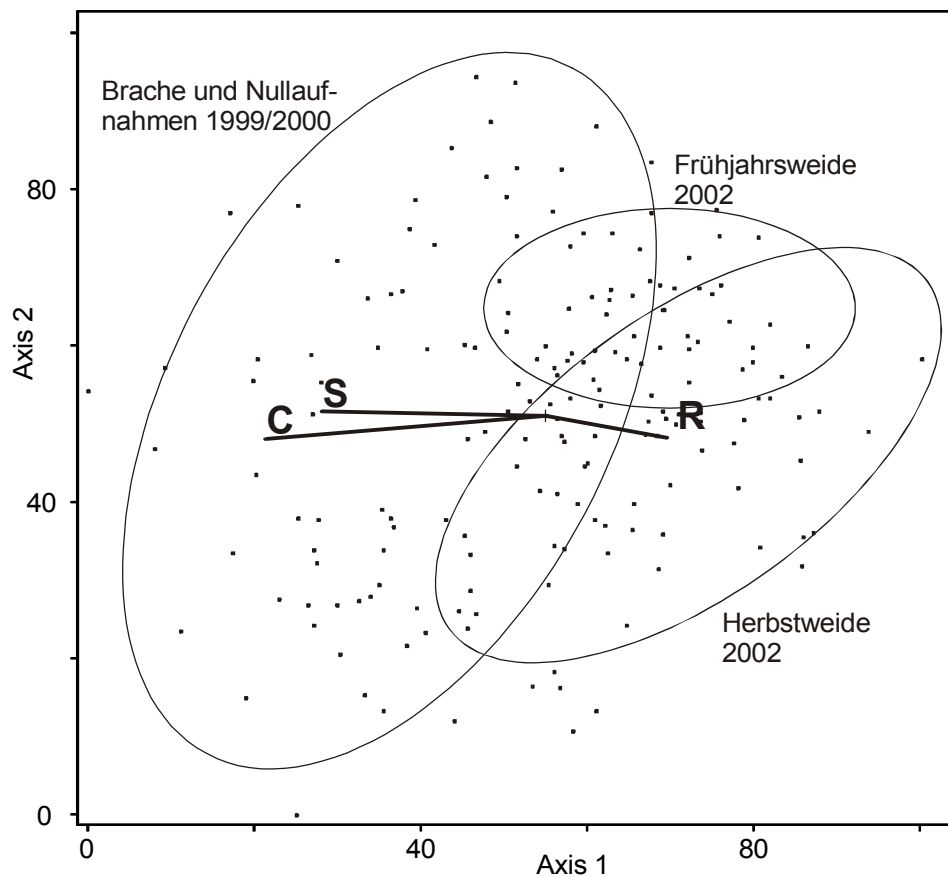


Abbildung 15. Korrelation der Grime'schen Strategien mit dem Ordinationsergebnis im UG Schmandberg.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Artdaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. C: Strategie wettbewerbsstarker Arten (competitors), S: Strategie stresstolerierender Arten (stress tolerators), R: Strategie ruderaler Arten (ruderals).

Auf der Herbstweide nahm der Nährstoff-Zeigerwert im Mittelwert leicht zu, was auf der Zunahme von Arten der Zeigerwerte 6 und 7 beruht. Auf Brache und Frühjahrsweide hat die mittlere Nährstoffzahl hingegen leicht abgenommen, ohne dass sich ein klarer Trend im Zeigerwertspektrum abzeichnet (Tabelle 31).

Die erste Beweidung erfolgte im Jahr 2000, sodass die Vegetation auf der Herbstweide in diesem Jahr noch nicht durch Schweine beeinflusst war.

[illegible]

3.3.4.4 Offenhaltung

Das Monitoring des Weißdorn (*Crataegus monogyna*) hat ergeben, dass sich die Zuwachsraten der etablierten Büsche nicht signifikant zwischen den 14 Probestellen unterscheiden, die auf Frühjahrsweide, Herbstweide und der Brache verteilt waren (Abbildung 16). Allerdings können auf der Schweineweide vermehrt Keimlinge auflaufen (Tabelle 32).

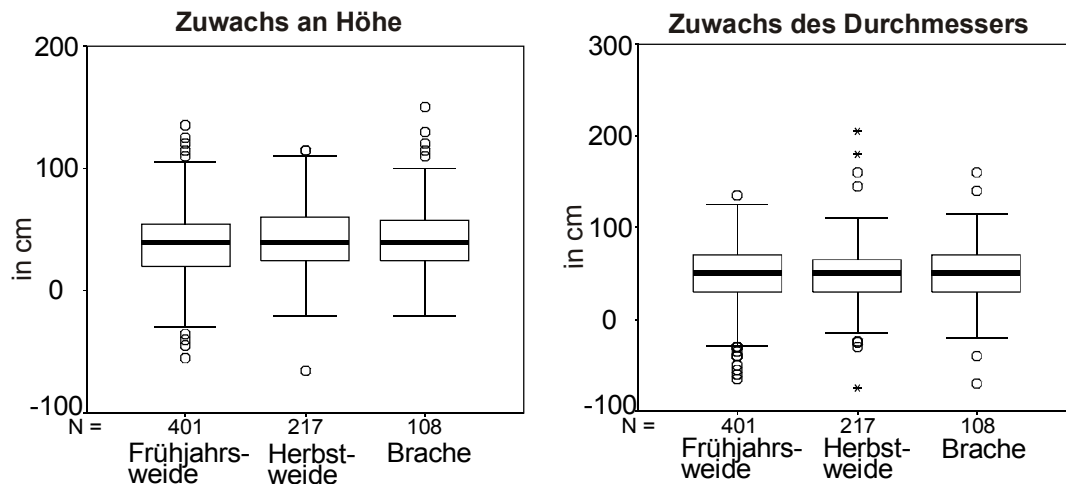


Abbildung 16. Zuwachs etablierter Weißdorn-Büsche (*Crataegus monogyna*).

Sowohl hinsichtlich des Zuwachses der Büsche in der Höhe ($F_{13;712}=1,2$; $P=0,37$) als auch im maximalen Durchmesser ($F_{13;712}=1,5$; $P=0,12$) besteht kein signifikanter Unterschied zwischen 14 Probestellen im UG Schmandberg. Deshalb wurden 5 Aufnahmeflächen der Frühjahrsweide, 5 Aufnahmeflächen der Herbstweide und 3 Aufnahmeflächen der Brache gepoolt dargestellt.

Tabelle 32. Keimlings- und Jungpflanzenrekrutierung des Weißdorn (*Crataegus monogyna*).

Gebiet	Anzahl 1999	Anzahl 2002	Abgestorben/ nicht wieder- gefunden	Neu etabliert von 1999 bis 2002	Rekrutierung pro Individuum aus 1999	Rekrutierung pro m ²
Frühjahrs- weide	300	434	2	136	0,45	0,08
Herbst- weide	175	241	2	68	0,39	0,04
Brache	117	138	6	27	0,23	0,01

3.3.5 UG Tieringen

3.3.5.1 Vegetationskundliche Entwicklungen

Im UG Tieringen, dem Untersuchungsgebiet auf der Schwäbischen Alb, hat der permanente Besatz der Weide mit 5 adulten Schweinen zum Jahreswechsel 1999/2000 im Jahr 2000 zu einem mäßigen Störungsgrad mit einem durchschnittlichen Offenbodenanteil von $28 \% \pm 4 \%$ geführt (je Dauerquadrat \pm Standardfehler). Dieser ist nach dem darauffolgenden Winter auf $62 \% \pm 5 \%$ gestiegen. Im Jahr 2002 lag er bei $35 \% \pm 4 \%$.

Die Artenzahlen haben im ersten Jahr auf allen Behandlungsvarianten zugenommen, wobei die Zunahme auf der Schweineweide höher ausfällt. In den darauf folgenden Jahren ist die Artenzahl auf Rinder- und Schweineweide konstant bis ansteigend, während sie auf der Brache abfällt. Der Standardfehler und damit die Variabilität im Datensatz nimmt im Laufe der Jahre auf der Schweineweide, aber nicht in demselben Ausmaß wie auf den Vergleichsflächen zu (Tabelle 33). Der Arten turnover auf der Schweineweide liegt immer höher als auf der Brache und der Rinderweide, wobei sich Brache und Rinderweide kaum unterscheiden (Tabelle 34).

Die Arten der „anthropo-zoogenen Heiden und Rasen“ nehmen auf der Schweineweide seit dem Jahr 2000 leicht ab, während sie auf den anderen Flächen konstant bleiben. Besonders interessant sind aus dieser Gruppe die Arten der Kalk-Magerrasen, die auf allen Varianten zwar leicht, aber nicht deutlich zunehmen. Die deutliche Zunahme der Arten der „krautigen Vegetation oft gestörter Plätze“ ist wesentlich durch die Segetalflora (Chenopodietea und Secalietea) bestimmt. Ein leichter Anstieg ist bei der Trittvegetation (Plantaginea) auf Schweineweiden zu verzeichnen (Tabelle 35).

Tabelle 33. Artenzahlen im UG Tieringen.

Mittlere Artenzahlen pro Dauerquadrat \pm Standardfehler. 1999 fand nur eine Aufnahmedurchgang statt, in den anderen Jahren jeweils zwei.

Jahr	Schweineweide	Brache	Rinderweide
1999	$16,4 \pm 0,44$	$16,5 \pm 0,47$	$17,7 \pm 0,54$
2000	$25,3 \pm 0,87$	$24,2 \pm 0,59$	$22,4 \pm 0,66$
2001	$22,0 \pm 1,18$	$20,4 \pm 0,52$	$21,8 \pm 0,60$
2002	$26,0 \pm 1,27$	$21,6 \pm 0,56$	$23,4 \pm 0,65$

Tabelle 34. Artenturnover im UG Tieringen.

Der Turnover wurde für jedes Dauerquadrat in Bezug auf den vorhergehenden Aufnahmedurchgang errechnet (bei identischer Artausstattung: Turnover 0; bei vollkommen verschiedenen Arten: Turnover 1). Aufnahmedurchgang 1: Frühjahrsaufnahme mit Bezug auf vorherige Herbstaufnahme; Aufnahmedurchgang 2: Herbstaufnahme mit Bezug auf vorherige Frühjahrsaufnahme.

Jahr	Aufnahmedurchgang	Schwein	Brache	Rind
1999		-	-	-
2000	1	0,33	0,21	0,25
	2	0,25	0,17	0,19
2001	1	0,47	0,19	0,20
	2	0,30	0,15	0,17
2002	1	0,35	0,18	0,17
	2	0,26	0,19	0,16

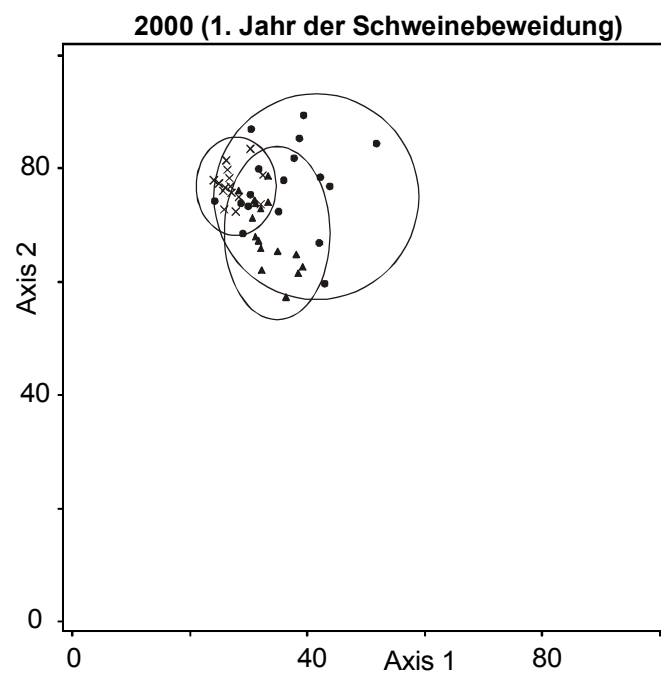
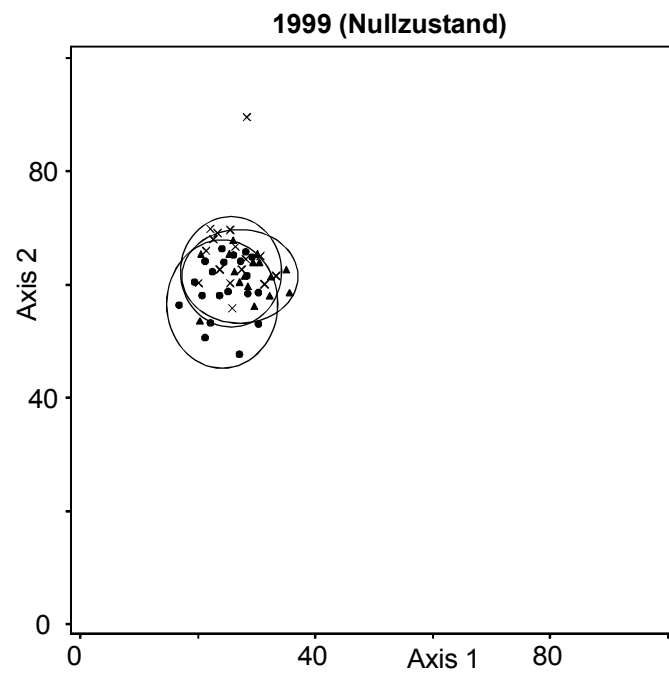
Tabelle 35. Zuordnung der Arten zu ausgewählten soziologischen Einheiten im UG Tieringen.

Jeweils in Gesamtartenzahl aller Dauerquadrate. Fett hervorgehoben sind wesentliche Veränderungen.

	Schweineweide				Brache				Rinderweide			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
„Krautige Vegetation oft gestörter Plätze“	3	23	24	32	3	5	3	9	3	7	7	7
„Anthropo-zoogene Heiden und Rasen“	34	40	33	33	29	32	29	31	32	34	34	35
Festuco-Brometea	4	6	7	7	2	3	3	4	4	5	6	7
Chenopodietea	1	8	7	14	1	0	0	4	1	3	3	3
Secalietea	0	5	4	5	0	0	0	2	0	0	0	1
Plantaginetea	0	2	3	3	1	1	0	0	1	1	1	2

Die Ordination der Vegetationsdaten mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 17),

1. dass zwei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 3. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $3,9 < 5$; die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stress zufällig versuchsacht ist, liegt in allen drei Dimensionen bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress (final stress) bei zwei Achsen in 400 Iterationen bei 20,3 mit einer verbleibenden Instabilität (final instability) von $3 \cdot 10^{-4}$ auspendelt,
3. dass die 1. Achse 68,8 % der Varianz und die 2. Achse 17,3 % der Varianz erklärt (rotierter Zustand, sodass Entwicklung der Schweineweide auf der 1. Achse liegt),
4. dass vor der Schweineweide das Untersuchungsgebiet floristisch fast homogen war und keinen Standortgradienten aufweist,
5. dass sich die beiden Behandlungsvarianten Schweineweide und Sukzession (Brache) im Laufe der Jahre auseinander entwickelt haben,

**Legende:**

- × Brache
- ▲ Rinderweide
- Schweineweide

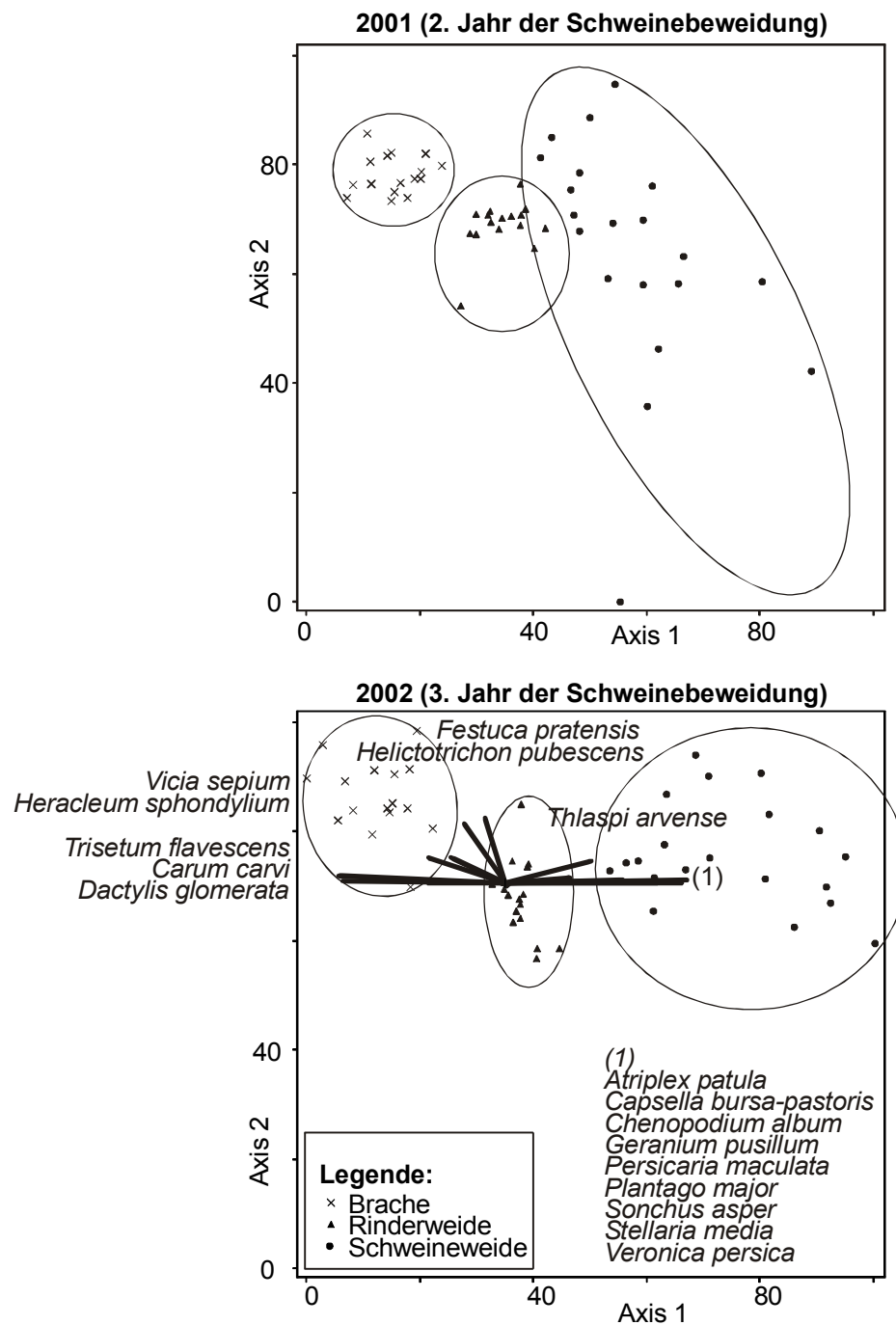


Abbildung 17. Ordinationsergebnis der Vegetationsveränderungen im UG Tieringen.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar. Die Ordination erfolgt mit dem Nonmetric Multidimensional Scaling des gesamten Datensatzes der Präsenz/Absenz-Daten. Das Ordinationsergebnis wurde nach der statistischen Analyse in die verschiedenen Jahre aufgetrennt.

Tabelle 36. Korrelation der Arten mit der Entwicklungsrichtung der Schweineweide in Tieringen.

(1. Achse der NMS-Ergebnis aus Abbildung 17). Sortierung nach Korrelationskoeffizient in abnehmender Reihenfolge.

Korrelation mit 1.Achse (Pearson)		Korrelation mit 1.Achse (Pearson)	
<i>Chenopodium album</i> L.	0,81	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	0,15
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	0,79	<i>Senecio vulgaris</i> L.	0,14
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	0,73	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	0,14
<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>	0,68	<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm. f.	0,13
<i>Veronica persica</i> Poir.	0,65	<i>Achillea millefolium</i> L.	0,13
<i>Atriplex patula</i> L.	0,65	<i>Campanula rotundifolia</i> L. s.str.	0,12
<i>Geranium pusillum</i> Burm. f.	0,61	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	0,11
<i>Thlaspi arvense</i> L.	0,57	<i>Potentilla reptans</i> L.	0,11
<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)	0,49	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	0,10
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s.str.	0,48	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	-0,12
<i>Sinapis arvensis</i> L.	0,40	<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	-0,12
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0,40	<i>Tragopogon pratensis</i> L. s.l.	-0,13
<i>Poa annua</i> L.	0,37	<i>Lotus corniculatus</i> L.	-0,13
<i>Rumex crispus</i> L.	0,35	<i>Poa pratensis</i> L. s.str.	-0,18
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	0,34	<i>Rumex acetosa</i> L.	-0,20
<i>Ranunculus repens</i> L.	0,33	<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.	-0,21
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,31	<i>Lolium perenne</i> L.	-0,22
<i>Lamium purpureum</i> L. s.l.	0,31	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.s.str.	-0,23
<i>Campanula rapunculoides</i> L.	0,30	<i>Veronica chamaedrys</i> L. s.l.	-0,24
<i>Viola arvensis</i> Murray	0,26	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	-0,27
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,24	<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	-0,29
<i>Anagallis arvensis</i> L.	0,24	<i>Poa angustifolia</i> L.	-0,29
<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Mérat) Lainz	0,24	<i>Galium mollugo</i> L. s.str.	-0,31
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	0,24	<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.	-0,33
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> Kirschner, H. Ollg. & Stepanek	0,23	<i>Geranium pratense</i> L.	-0,34
<i>Trifolium medium</i> L.	0,23	<i>Ranunculus acris</i> L.	-0,35
<i>Veronica polita</i> Fr.	0,22	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl	-0,36
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	0,21	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	-0,36
<i>Euphorbia exigua</i> L.	0,20	<i>Vicia sepium</i> L.	-0,40
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Å. Löve	0,19	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	-0,48
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult. s.str.	0,18	<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.	-0,51
<i>Veronica arvensis</i> L.	0,17	<i>Carum carvi</i> L.	-0,75
<i>Centaurea scabiosa</i> L. s.l.	0,16	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.	-0,75

6. dass die rinderbeweideten Dauerquadrate in Lage und Ausdehnung in etwa an ihrem Platz im Ordinationsdiagramm verblieben sind (d. h. keine wesentlichen floristischen Veränderungen),
7. dass die Dauerquadrate der Schweineweide eine deutlich größere Streuung aufweisen als die der anderen beiden Varianten, was einer größeren floristischen Diversität gleichkommt,
8. dass die Entwicklungsrichtung der Schweineweide positiv mit *Sonchus asper*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Plantago major*, *Veronica persica*, *Geranium pusillum*, *Atriplex patula*, *Stellaria media*,

Thlaspi arvense und *Polygonum aviculare* korreliert und negativ mit *Carum carvi*, *Trisetum flavescens*, *Heracleum sphondylium* und *Vicia sepium* korreliert und

9. dass die Sukzessionsfläche sich in entgegengesetzter Richtung auf der 1. Achse entwickelt, zusätzlich auch eine Entwicklung in Richtung positiver 2. Achse aufweist (kann wegen geringer Korrelation als unabhängig von der 1. Achse betrachtet werden $r=-0,31$), die durch die positive Korrelation von *Festuca pratensis*, *Helictotrichon pubescens*, *Heracleum sphondylium* und *Vicia sepium* gekennzeichnet ist.

Bei der Auswertung der Veränderung der Arten allein hinsichtlich der Behandlungsvarianten, haben sich im Laufe des Beobachtungszeitraums folgende Unterschiede zwischen den Nutzungsvarianten hinsichtlich Deckung und Frequenz des Auftretens von Arten auf Dauerquadraten ergeben (Tabelle 37):

Ausschließlich auf der Schweineweide haben *Atriplex patula*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Convolvulus arvensis*, *Geranium pusillum*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus bulbosus*, *Ranunculus repens*, *Rumex crispus*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus asper*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense* und *Veronica persica* zugenommen, *Bromus erectus*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Geranium pratense* und *Lotus corniculatus* haben abgenommen. Auf der Brache haben im Gegensatz zu allen anderen Behandlungsvarianten *Alopecurus pratensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Elymus repens*, *Lathyrus pratensis*, *Poa angustifolia*, *Poa pratensis*, *Veronica chamaedrys* und *Vicia sepium* zugenommen, *Medicago lupulina* hat abgenommen. Die andauernde konventionelle Nutzung in Form von Rinderbeweidung hatte die Zunahme von *Bellis perennis*, *Festuca rubra*, *Pimpinella saxifraga* und *Plantago media* zur Folge. *Poa trivialis* hat auf allen Vergleichsflächen zugenommen. Auf der Schweineweide gibt es außerdem zahlreiche Arten, die sich genauso wie auf einer der Referenzflächen verhalten. *Galium mollugo*, *Helictotrichon pubescens*, *Heracleum sphondylium*, *Phleum pratense* und *Trisetum flavescens* haben sowohl auf Rinderweide als auch auf Schweineweide abgenommen und *Plantago major* ssp. *major* auf beiden zugenommen. Abgenommen haben sowohl auf Schweineweide als auch auf der Brache *Carum carvi*, *Cerastium holosteoides*, *Lolium perenne*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense* und *Trifolium repens*. *Galium mollugo* und *Helictotrichon pubescens* haben zugleich auf der Brache zugenommen und auf allen anderen Flächen abgenommen. Bemerkenswert sind darüber hinaus Arten, die in Deckung und Frequenz unterschiedliche Entwicklungen aufweisen. *Anthriscus sylvestris* nimmt hinsichtlich der Gesamtdeckung auf der Schweineweide ab, aber hinsichtlich der Anzahl besiedelter Dauerquadrate zu.

Veränderungen in Deckung und Frequenz können auch für seltene Arten im Untersuchungsgebiet beschrieben werden. Aufgrund weniger häufigem Vorkommens auf den Dauerquadraten ist allerdings die Aussagesicherheit begrenzt. Die Arten sind im Anhang, Tabelle 72 aufgelistet.

Auffällig ist weiter, dass nach dem Umbruch durch die Schweine jeweils in den Folgejahren unterschiedliche Arten zu Dominanz gelangen. Im Jahr 2001 waren dies *Anthriscus sylvestris* und *Sonchus asper*, im Jahr 2002 *Cirsium arvense*,

Chenopodium album und *Atriplex patula*, während *Sonchus asper* wieder sehr stark zurückgedrängt wurde.

Tabelle 37. Veränderung der Arten auf Dauerquadraten des UG Tieringen, Tabellenauszug.
Vollständige Tabelle siehe Anhang, Tabelle 72. Z Zunahme, A Abnahme, (z) Zunahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, (a) Abnahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, D Deckung, F Frequenz besiedelter Dauerquadrate.

Art		Veränderungen					
		Schwein		Brache		Rind	
		D	F	D	F	D	F
Auf Schweineweide zunehmende Arten							
nur auf	<i>Atriplex patula</i> L.	Z	Z				
Schweine-	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Z	Z				
weide	<i>Chenopodium album</i> L.	Z	Z				
	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Z	Z				
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Z	Z				
	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Z	Z				
	<i>Geranium pusillum</i> Burm. f.	Z	Z				
	<i>Poa annua</i> L.	Z	Z				
	<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)	Z	Z				
	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	Z	-				
	<i>Ranunculus repens</i> L.	Z	Z		(z)		
	<i>Rumex crispus</i> L.	Z	Z				
	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Z	Z				
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Z	Z				
	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s.str.	Z	Z				
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Z	Z		(z)		
	<i>Veronica persica</i> Poir.	Z	Z				
auch auf	<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>	Z	Z		A	Z	Z
Referenzflä- chen							
Auf Schweineweide abnehmende Arten							
nur auf	<i>Bromus erectus</i> Huds.	A	A				
Schweine-	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	A	A				
weide	<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.	A	A	Z	A		
	<i>Geranium pratense</i> L.	A	A	Z	Z		
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	A	A				
auch auf	<i>Galium mollugo</i> L. s.str.	A	A	Z		A	
Referenzflä- chen	<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.	A	A	Z		A	A
	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	A	A			A	
	<i>Phleum pratense</i> L. s.str.	A				A	
	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.	A	A			A	
	<i>Carum carvi</i> L.	A	A	A			
	<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	A	A	A	A		
	<i>Lolium perenne</i> L.	A	A	A		Z	
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	A		A	A		
	<i>Ranunculus acris</i> L.	A	-	A			
	<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> Kirschner, H. Ollg. & Stepanek	A	-	A			
	<i>Trifolium pratense</i> L.	A	A	A	A		
	<i>Trifolium repens</i> L.	A	A	A	A	Z	
Unterschiedliche Entw. von Deckung u. Frequenz							
	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	A	Z				

3.3.5.2 Lebenstrategien nach Grime

Die Entwicklungsrichtung der Schweineweide korreliert positiv mit der ruderalen Dimension, negativ mit der Konkurrenz-Dimension und negativ mit der Stress-Dimension des Grime'schen Konzeptes der Pflanzenstrategien. Die Brache beschreibt demgegenüber die entgegengesetzte Entwicklung mit zunehmenden Konkurrenten und stress-toleranten Arten, aber abnehmenden ruderalen Arten (Abbildung 18).

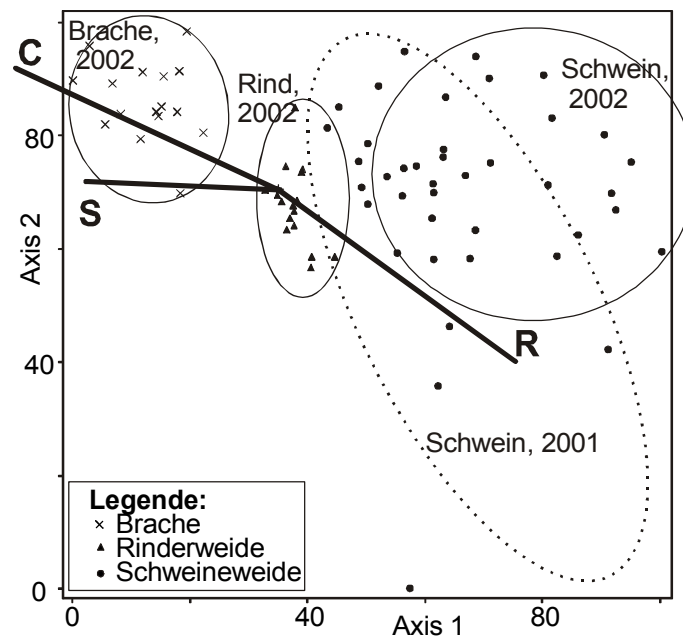


Abbildung 18. Korrelation der Grime'schen Strategien mit dem Ordinationsergebnis im UG Tieringen.

Die einzelnen Punkte stellen Dauerquadrate dar, die Artdaten sind Präsenz-Absenz-transformiert. C: Strategie wettbewerbsstarker Arten (competitors), S: Strategie stresstolerierender Arten (stress tolerators), R: Strategie ruderaler Arten (ruderals).

Die Nährstoffzeigerwerte indizieren auf der Schweineweide eine leichte Zunahme der Nährstoffsituation. Dies wird daran deutlich, dass Arten der Zeigerwerte 6, 7 und 8 über die drei Jahre Beobachtungszeit unter Schweinebeweidung zunehmen (Tabelle 38). Im Mittelwert der Referenzflächen ist demgegenüber eine Abnahme aufgetreten, die durch eine Zunahme von Arten der Zeigerwertstufen 2 bis 4 begründet ist.

Tabelle 38. Nährstoffzeigerwerte im UG Tieringen.

[illegible]

3.3.6 Zusammenfassung der Ergebnisse aus den einzelnen Untersuchungsgebieten

3.3.6.1 Vegetationskundliche Veränderungen

Bei der zusammenfassenden Betrachtung der fünf Untersuchungsgebiete (Tabelle 39) können insgesamt 50 Arten gefunden werden, die in mindestens einem der Gebiete sicher zunehmen. Außerdem kommen noch 17 Arten hinzu, die zwar klar zunehmen, aber einen ähnlichen Entwicklungstrend auch auf den Referenzflächen aufweisen, sodass hier nicht von einem spezifischen „Schweineeffekt“ ausgegangen werden kann. Demgegenüber steht eine kleinere Gruppe an Arten, die durch Schweinebeweidung abnehmen. 18 Arten nehmen sicher auf mindestens einem Untersuchungsgebiet ab. Außerdem nehmen 14 Arten sowohl auf den Schweineweiden, wie auch auf einzelnen Referenzflächen ab.

Neben diesen Arten mit klaren Entwicklungstendenzen gibt es 14 Arten, die in den fünf Weidegebieten unterschiedlich auf Schweineweide reagieren. 6 Arten reagieren in Deckung und Frequenz unterschiedlich.

Außerdem wurde die Entwicklung lokal seltener Arten zusammengetragen, die nur auf maximal 3 Dauerquadraten vorkommen. 52 Arten von ihnen nehmen zu, 16 von ihnen nehmen ab. Auch hier ist die Artengruppe der zunehmenden Arten größer als die der abnehmenden Arten (Tabelle 40). Die Übersicht über die Reaktion der dargestellten Arten in den einzelnen Untersuchungsgebieten befindet sich im Anhnag (Tabelle 74).

Tabelle 39. Zusammenfassung der Entwicklungstrends zu- und abnehmender Arten in allen Untersuchungsgebieten.

Dargestellt sind Arten, die auf mindestens 4 Dauerquadraten in einem der Gebiete vorkommen.

Zunahme auf Schweineweide		Abnahme auf Schweineweide	
eindeutig	auch auf Referenzfl.	eindeutig	auch auf Referenzfl.
<i>Alopecurus myosuroides</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Agrostis canina</i>	<i>Agrostis capillaris</i>
<i>Aphanes arvensis</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Ajuga reptans</i>	<i>Alopecurus geniculatus</i>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Anthoxanthum</i>
<i>Atriplex patula</i>	<i>Deschampsia</i>	<i>Bromus erectus</i>	<i>odoratum</i>
<i>Bidens tripartita</i>	<i>cespitosa</i>	<i>Carex praecox</i>	<i>Bromus hordeaceus</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Elymus repens</i>	<i>Cirsium oleraceum</i>	<i>Carum carvi</i>
<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Galeopsis tetrahit</i>	<i>Cynosurus cristatus</i>	<i>Cerastium holosteoides</i>
<i>Carduus crispus</i>	<i>Persicaria amphibia</i>	<i>Eleocharis palustris</i>	<i>Festuca rubra</i>
<i>Carex ovalis</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Epilobium ciliatum</i>	<i>Galium verum</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Pimpinella saxifraga</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Helictotrichon</i>
<i>Cirsium palustre</i>	<i>Plantago major</i> ssp.	<i>Geranium pratense</i>	<i>pubescens</i>
<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>major</i>	<i>Lathyrus pratensis</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Conyza canadensis</i>	<i>Poa angustifolia</i>	<i>Poa palustris</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Potentilla anserina</i>	<i>Ranunculus ficaria</i>
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Stellaria graminea</i>	<i>Senecio erucifolius</i>
<i>Euphorbia exigua</i>	<i>Potentilla reptans</i>	<i>Veronica</i>	<i>Stellaria palustris</i>
<i>Galium palustre</i>	<i>Ranunculus flammula</i>	<i>chamaedrys</i>	
<i>Geranium pusillum</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Vicia cracca</i>	
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Vicia hirsuta</i>	<i>Vicia sativa</i>	
<i>Glyceria maxima</i>			
<i>Gnaphalium uliginosum</i>			
<i>Hypericum perforatum</i>			
<i>Juncus articulatus</i>			
<i>Juncus bufonius</i>			
<i>Juncus effusus</i>			
<i>Leontodon autumnalis</i>			
<i>Matricaria recutita</i>			
<i>Medicago lupulina</i>			
<i>Montia fontana</i> ssp.			
<i>chondrosperma</i>			
<i>Myosotis arvensis</i>			
<i>Plantago major</i> ssp.			
<i>intermedia</i>			
<i>Polygonum aviculare</i>			
<i>Ranunculus peltatus</i>			
<i>Ranunculus sceleratus</i>			
<i>Rorippa sylvestris</i>			
<i>Rumex obtusifolius</i>			
<i>Silene flos-cuculi</i>			
<i>Sinapis arvensis</i>			
<i>Sisymbrium officinale</i>			
<i>Sonchus asper</i>			
<i>Stellaria media</i>			
<i>Thlaspi arvense</i>			
<i>Trifolium campestre</i>			
<i>Trifolium hybridum</i>			
<i>Valerianella locusta</i>			
<i>Veronica arvensis</i>			
<i>Veronica persica</i>			
<i>Veronica scutellata</i>			
<i>Veronica serpyllifolia</i>			
<i>Viola arvensis</i>			

Unterschiedliche Reaktion auf Schweineweiden verschiedener Untersuchungsgebiete	Unterschiedliche Entwicklung in Deckung und Frequenz auf Schweineweiden
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>
<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
<i>Ranunculus repens</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Galium mollugo</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Heracleum sphondylium</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	
<i>Phleum pratense</i>	
<i>Plantago lanceolata</i>	
<i>Ranunculus bulbosus</i>	
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	
<i>Trifolium pratense</i>	
<i>Trifolium repens</i>	
<i>Trisetum flavescens</i>	

Tabelle 40. Zusammenfassung der Entwicklungstrends lokal seltener Arten in allen Untersuchungsgebieten (Vorkommen in maximal 3 Dauerquadraten).

Zunahme auf Schweineweide		Abnahme auf Schweineweide	
eindeutig	auch auf Referenzfl.	eindeutig	auch auf Referenzfl.
<i>Achillea ptarmica</i>	<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Epilobium ciliatum</i> x	<i>Agrimonia eupatoria</i>
<i>Aethusa cynapium</i>	<i>Stachys sylvatica</i>	<i>tetragonum</i> ssp. <i>lamyi</i>	<i>Crepis biennis</i>
<i>Alisma lanceolatum</i>		<i>Epilobium collinum</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Alliaria petiolata</i>		<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Alnus glutinosa</i>		<i>Gentianella ciliata</i>	<i>Juncus</i>
<i>Anagallis arvensis</i>		<i>Geum urbanum</i>	<i>conglomeratus</i>
<i>Arabidopsis thaliana</i>		<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Arctium lappa</i>		<i>Holcus lanatus</i>	<i>Luzula campestris</i>
<i>Arctium nemorosum</i>		<i>Hypochaeris radicata</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Bidens frondosa</i>		<i>Inula conyzae</i>	<i>Stellaria holostea</i>
<i>Bromus inermis</i>		<i>Medicago sativa</i>	<i>Vicia lathyroides</i>
<i>Callitriche cophocarpa</i>		<i>Mentha arvensis</i>	
<i>Campanula rapunculoides</i>		<i>Potentilla erecta</i>	
<i>Carex nigra</i>		<i>Prunella vulgaris</i>	
<i>Centaurea scabiosa</i>		<i>Quercus robur</i>	
<i>Chaenorhinum minus</i>		<i>Scleranthus annuus</i>	
<i>Erophila verna</i>		<i>Tragopogon pratensis</i>	
<i>Euphorbia helioscopia</i>			
<i>Fallopia convolvulus</i>			
<i>Filipendula ulmaria</i>			
<i>Hieracium aurantiacum</i>			
<i>Hieracium piloselloides</i>			
<i>Hordeum vulgare</i>			
<i>Hypericum tetrapterum</i>			
<i>Juncus tenuis</i>			
<i>Knautia arvensis</i>			
<i>Lactuca serriola</i>			
<i>Lamium amplexicaule</i>			
<i>Lamium purpureum</i>			
<i>Lotus pedunculatus</i>			
<i>Lycopus europaeus</i>			
<i>Matricaria discoidea</i>			
<i>Myosurus minimus</i>			
<i>Ononis repens</i>			
<i>Papaver argemone</i>			
<i>Papaver rhoeas</i>			
<i>Peplis portula</i>			
<i>Persicaria hydropiper</i>			
<i>Persicaria lapathifolia</i>			
<i>Persicaria maculosa</i>			
<i>Populus hybridus</i>			
<i>Sagina procumbens</i>			
<i>Salix alba</i>			
<i>Senecio vulgaris</i>			
<i>Torilis japonica</i>			
<i>Trifolium fragiferum</i>			
<i>Trifolium medium</i>			
<i>Tripleurospermum perforatum</i>			
<i>Veronica beccabunga</i>			
<i>Veronica hederifolia</i>			
<i>Veronica polita</i>			
<i>Xanthium albinum</i>			

Unterschiedliche Reaktion auf Schweineweiden verschiedener Untersuchungsgebiete:

Lysimachia nummularia
Campanula rotundifolia
Rosa canina

Tabelle 41. Zusammenfassender Vergleich der Untersuchungsgebiete.

± indifferent, + Zunahme, ++ deutliche Zunahme, +++ starke Zunahme, (+X) Erfassungstand vor Projektbeginn möglicherweise nicht vollständig, Ref. Referenzfläche der bisherigen Nutzung der Fläche

	Brucht		Lenzen		Eggelwiesen		Schmandberg		Tieringen	
Management	Ganzjährig	Sommer und Herbst	Sommer und Herbst	unregelmäßig, außer im Frühjahr	Frühjahr und Herbst, separat					Ganzjährig
Beweidungsintensität	hoch	mittel	mittel	gering	gering					hoch
Vegetationsperiode/Klima	subatlantisch bis subkontinental	subatlantisch bis subkontinental	subatlantisch bis subkontinental	subatlantisch bis subkontinental	subatlantisch bis subkontinental					montanes Klima mit hohen Niederschlägen
Standort	Bachaue mit trockeneren Hangbereichen, Muschelkalk	Stromtalaue, hinter dem Deich aber Qualmwassereinfluss		entwässertes Niedermoor	trocken, auf Muschelkalk					trockene, flachgründige Böden auf Jura
Vorherige Nutzung	Weide und teilweise Acker	Mähweide mit gelegentlicher Nachbeweidung	Brache, Entwässerung		vor 5 Jahren brachgefallener Kalkscherben-Acker					aufgedüngte Rinderweide
Artenreichtum zu Beginn (pro Dauerquadrat)	14,8	13,2 (+X)	10,8 (+X)	20,9/18,8						16,4 (+X)
Entwicklung der Artenzahlen	+26 % (Ref. -11 %)	+42 % (Ref. +41 %)	+40 % (Ref. +35 %)	+28 %/+34 % (Ref. +6 %)						+59 % (Ref. +32 %)
Neu etablierte Arten aller Dauerquadrate abzgl. neuen Arten auf Referenzflächen	20	28	20	21						32
Ausgestorbene Arten abzgl. ausgestorbener Arten auf Referenzflächen	17	5	3	7						5
Mittlerer Arten turnover/Dynamik	0,29 (Ref. 0,17)	0,27 (Ref. 0,23)	0,28 (Ref. 0,24)	0,28/0,27 (Ref. 0,22)						0,33 (Ref. 0,19)

Segetalflora	++	±	+	+ / ++	+++
Zwergbinsengesellschaft en (Isoëto- Nanajuncetea)	2 Arten	3 Arten	1 Art (nicht dauerhaft)	-	-
Veränderung der Nährstoffsituation, auf den Transsektproben, laut TP Bodenkunde	K ⁺ , P ⁺ , NO ₃ ⁻ + im Feuchten, K ⁺ , P ⁻ , NO ₃ ⁻ + im Trockenen,	P ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ +	mgLw NO ₃ ⁻ - nicht durch Schweine bedingt	-	-
Veränderung der Nährstoffsituation, die sich in Vegetationsveränderung en widerspiegeln	K ⁺ , P ⁺ , NO ₃ ⁻ + im Feuchten K ⁺ , NO ₃ ⁻ + im Trockenen,	P ⁻ , NH ₄ ⁺ , ph schwankt räumlich NH ₄ ⁺ +, P ⁺ im Feuchten	NO ₃ ⁻ - überall	-	-
Ergebnis der Ordination der Vegetationsdaten	Standörtliche Domi- nanz der Aue/trocken- en Wiese/vormaliger Acker über den ge- samten Zeitraum, aber klare Entwick-lung der Schweine-weide innerhalb dieser Flächen	Standortgradienten dominieren das Bild über Veränderungen durch Schweine, feuchte Bereiche unterscheiden sich in ihrer Entwicklung von den trockenen Bereichen	Heterogene Entwick- lung, Veränderung in den feuchten Berei- chen, in trockenen Bereichen Verbra- chung	Keine vollständige Trennung, d.h. Teile der Herbstweide haben Brache- charakter behalten	Vollständige Trennung der Behandlungsva- rianten nach 2 Jahren
Entwicklungstendenzen der Arten: (auch auf Referenzflächen)					
Zunehmende Arten	17 (2)	18 (3)	12 (4)	23 (3)	17 (1)
Abnehmende Arten	4 (8)	12 (1)	6 (1)	6 (0)	5 (14)
Arten gegenläufig hinsichtlich Deckung und Frequenz	4	0	1	2	1

3.3.6.2 Artenvielfalt

Die unterschiedlichen Anzahlen geförderter und zurückgedrängter Arten unter Schweinebeweidung legen Veränderungen in der Artenvielfalt der Flächen nahe (Tabelle 39, Tabelle 40). Diese wurden ebenfalls zusammenfassend ausgewertet, wobei jeweils die Artenzahlen auf den Dauerquadraten der Schweineweide den bisherigen Nutzungen gegenübergestellt wird. Im Nullzustand findet sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen. Auf der Schweineweide sind durchschnittlich schon im Ausgangszustand etwas mehr Arten als auf den Referenzflächen. Im 1. Jahr der Schweinebeweidung hat die Artenzahl auf der Schweineweide stärker zugenommen als auf der Referenz, der Unterschied ist fast signifikant. Ab dem 2. Jahr liegen eindeutig signifikante Unterschiede vor (Abbildung 19).

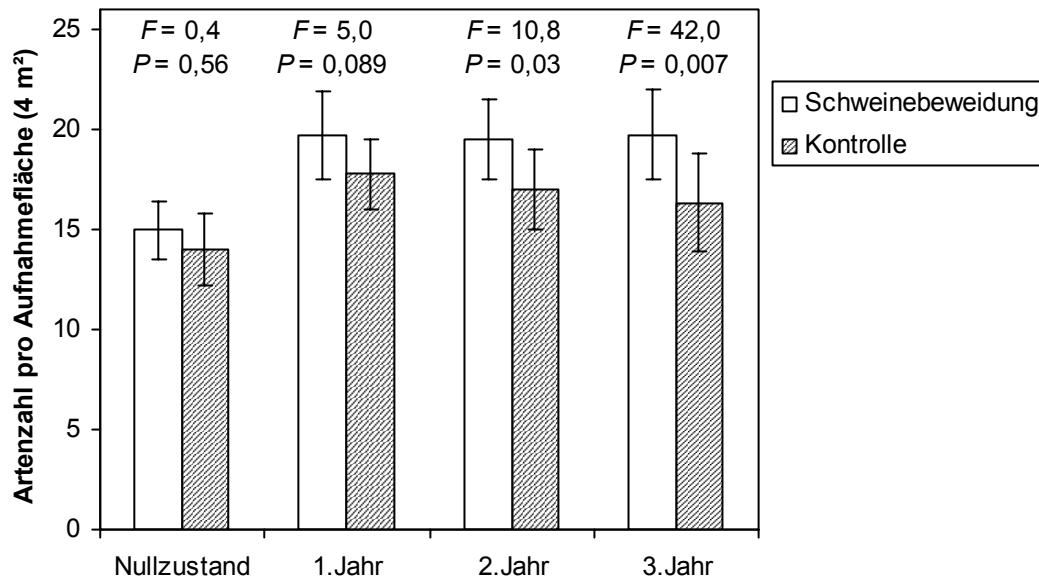


Abbildung 19. Entwicklung der Artenvielfalt während der Schweinebeweidung.

Artenzahlen pro Dauerquadrat \pm Standardfehler. Als Kontrolle dient die jeweils bisherige Nutzung.

3.3.6.3 Dynamik

In allen Jahren nach Einführung der Schweineweide ist der Arten turnover auf Schweineweiden größer als auf den jeweiligen Referenzflächen, in den meisten Fällen sogar statistisch signifikant (Abbildung 20). Generell ist dabei der Turnover über den Winter (Vergleich Herbst-darauffolgendes Frühjahr) größer als während der Vegetationsperiode (Vergleich Frühjahr-darauffolgender Herbst). Auch bei diesem Vergleich diente die fortgeführte Nutzung als Referenz, die auch vor Beginn der Schweineweide dort herrschte.

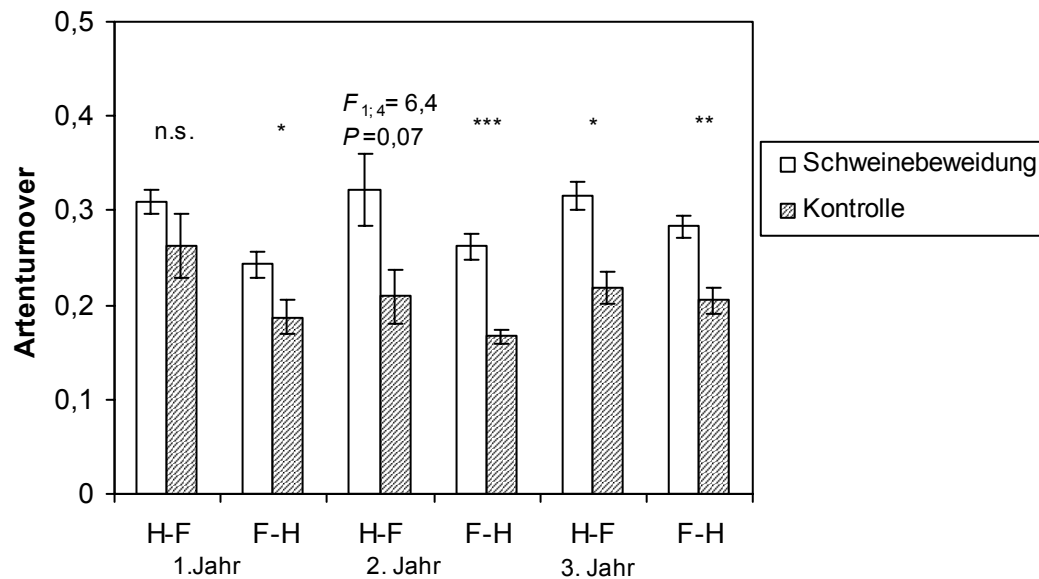


Abbildung 20. Arten turnover auf Schweineweiden.

Der Turnover (\pm Standardfehler) wurde jeweils zwischen den Folgeaufnahmen desselben Dauerquadrates berechnet: H-F Turnover zwischen vorjähriger Herbstaufnahme und Frühlingsaufnahme, F-H Vergleich zwischen Frühlings- und Herbstaufnahme desselben Beobachtungsjahres. Als Kontrolle diente die fortgeführte Nutzung, die auch schon vor Beginn der Schweineweide herrschte. n.s.: nicht signifikant; *: $0,01 < P < 0,05$; **: $0,001 < P < 0,01$; ***: $P < 0,001$.

3.3.6.4 Soziologische Einheiten

Die Hypothese der Förderung der Segetalarten (Chenopodietea und Secalietea) (Ellenberg, 1992) konnte im UG Brucht, UG Schmandberg und UG Tieringen bestätigt werden. Dort haben Segetalarten einen höheren Anteil unter den zunehmenden Arten als unter indifferenten und abnehmenden Arten (Tabelle 42). In den verbleibenden zwei Untersuchungsgebieten, UG Lenzen und UG Eggelwiesen, in denen die ackerbauliche Nutzung kaum eine Rolle spielte (Lediglich im UG Eggelwiesen gab es in den 80er Jahren einen fehlgeschlagenen Umbruch- und Meliorationsversuch, Beinlich, persönliche Mitteilung), konnte dieser Trend statistisch nicht nachgewiesen werden.

Außerdem sollte in dieser Studie überprüft werden, ob Arten der Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea) durch Schweineweiden gefördert werden. Dies war aus standörtlichen Gründen nur im UG Brucht, UG Lenzen und UG Eggelwiesen denkbar. In allen drei Gebieten ist *Juncus bufonius* aufgelaufen, im UG Lenzen und im UG Brucht *Gnaphalium uliginosum* und nur in Lenzen *Peplis portula*. Eine statistische Absicherung der Förderung der Zwergbinsenarten ist nicht möglich.

Tabelle 42. Förderung von Segetalarten durch Schweinebeweidung.

Untersu- chungsgebiet	Frühere ackerbau- liche Nutzung	Verhältnis Segetalarten zu sonstigen Arten			χ^2	p
		auf Schweineweide				
		zunehmend	abnehmend	indifferent		
Brucht	ja	16 zu 31	1 zu 15	2 zu 49	17,4	<0,001
Lenzen	nein	2 zu 34	1 zu 17	2 zu 58	0,34	n.s.
Eggelwiesen	nein	4 zu 23	0 zu 16	2 zu 39	3,9	n.s.
Schmandberg	ja	14 zu 26	0 zu 3	9 zu 75	11,5	0,003
Tieringen	ja	21 zu 21	0 zu 6	3 zu 56	30,3	<0,001

3.3.6.5 Lebensstrategien nach Grime

Die Hypothese, dass Schweinebeweidung eine Störung darstellt, an die Pflanzen mit ruderalen Lebensstrategien besonders gut angepasst sind, wurde im UG Brucht-Acker, UG Schmandberg und UG Tieringen belegt. In den Bereichen Brucht-trockene-Wiese und Brucht-Aue zeigt die Ruderal-Achse nicht eindeutig auf die Richtung der Schweineflächen. In den UG Lenzen und UG Eggelwiesen besteht überhaupt kein Zusammenhang zur ruderalen Strategie. Die S-Achse zeigt im UG Eggelwiesen einen standörtlichen Feuchtegradienten an. Die C-Achse charakterisiert Brachestadien in den UG Brucht-Aue und UG Tieringen. Das heißt, dass die Dauerquadrate auf den Schweineweiden in trockenen Untersuchungsgebieten sich klar in Richtung der R-Achse verändern, während in den feuchten Untersuchungsgebieten die Strategie nicht eindeutig belegt werden kann (Tabelle 43).

Tabelle 43. Zusammenfassung der Korrelation der Grime'schen Strategien zu den Ordinationsergebnissen.

Untersuchungsgebiet	Feuchtigkeit	R-Achse	C-Achse	S-Achse
Brucht: ehem. Acker	trocken	in Richtung der Entwicklung der meisten Dauerquadrate	entgegen R-Achse	entgegen R-Achse
Brucht: trockene Wiese	trocken	in Richtung der Entwicklung von Weide und Brachereferenz	in Richtung der Ausgangsbestände	in Richtung der Brachereferenz
Brucht: Aue	feucht	in Richtung von Schweineweide und konventioneller Nutzung	in Richtung Brache	in Richtung Brache
Lenzen	feucht	nicht korreliert	schwach korreliert	in Richtung der trockeneren Schweineweidebereiche
Eggelwiesen	feucht	nicht korreliert	nicht korreliert	im Feuchtgradienten
Schmandberg	trocken	vor allem in Richtung der Herbstweide	entgegen R-Achse	entgegen R-Achse
Tieringen	trocken	in Richtung der Schweineweide	entgegen R-Achse, in Richtung der Brache	entgegen R-Achse

3.4 Diskussion

3.4.1 Diskussion der Veränderungen in einzelnen Untersuchungsgebieten

3.4.1.1 UG Brucht

Auf der Schweineweide des UG Brucht haben sich deutliche Veränderungen der Vegetation ergeben, wobei der Erfassungsstand der Arten und damit die Aussagesicherheit als hoch gelten muss, da in diesem Untersuchungsgebiet bereits seit 1998 Vegetationsaufnahmen in zwei Durchgängen pro Jahr vorliegen. Das Wühl- und Fressverhalten der Schweine und die anschließende Regeneration der Vegetation bietet eine überzeugende Erklärung für die Vegetationsveränderungen. Die Regeneration kann bei einem solchen, nährstoffreichen Standort sehr schnell erfolgen (Vittoz & Hainard, 2002), was die lokale Verbrachung mancher Dauerquadrate erklärt und zu keiner vollkommenen Trennung der Schweineweide von den Bracheflächen im Ordinationsdiagramm führt (Abbildung 2).

Durch das Wühlen wird die Deckung vorherrschender Arten wie zum Beispiel *Urtica dioica*, *Holcus lanatus* oder *Dactylis glomerata* reduziert. Auf dem so geschaffenen Offenboden findet eine Wieder- und Neubesiedelung statt. Dementsprechend haben annuelle Arten einen hohen Anteil an den zunehmenden Arten. Außerdem korreliert die Entwicklungsrichtung der Schweineweiden mit der ruderalen Strategie. Das hat wiederum zur Folge, dass auf der Schweineweide des UG Brucht ein höherer Arten turnover herrscht als auf den Referenzflächen. In der Summe überwiegen die Neu- und Wiederbesiedelungsprozesse gegenüber lokalen Aussterbevorgängen, was in der Zunahme der Artenzahlen auf Schweineweiden zum Ausdruck kommt. Brache und konventionelle Weide (Schaf, Pferde) sind dagegen sehr konservative Grünlandökosysteme (Briemle, 1987), die einen niedrigeren Arten turnover und eine niedrigere Artenzahl aufweisen.

Viele typische Wiesen- und Weidegräser haben auf der Schweineweide abgenommen (z. B. *Lolium perenne*, *Anthoxanthum odoratum* und *Cynosurus cristatus*). Unter den wenigen geförderten Gräsern fallen Arten mit langen Ausläufern, wie zum Beispiel *Agrostis stolonifera* und *Elymus repens* auf, wobei *Elymus repens* auch auf der Brache gefördert wurde. Unter den geförderten Arten befinden sich viele Kräuter, aber vergleichsweise wenige Gräser. Unter ihnen dominieren Einjährige oder Therophyten. Arten wie zum Beispiel *Bidens tripartita* oder *Barbarea vulgaris* waren zum Zeitpunkt der Nullaufnahmen noch nicht nachgewiesen, sodass eine Aktivierung aus der Diasporenbank zu vermuten ist (Kapitel 5). Insgesamt verschiebt sich auf Schweineweiden das Gräser-Kräuterverhältnis zugunsten der Kräuter.

Neben der annuellen Strategie der schnellen Entwicklung geben andere Arten, die im Laufe der Schweinebeweidung zur Dominanz gelangt sind, Hinweise auf unterschiedliche Lebensstrategien, mit denen Pflanzen an Schweinebeweidung angepasst sind (siehe Kapitel 6). *Rumex obtusifolius* wird zum Beispiel beim Fraß vollständig gemieden. Er besitzt einen großen Wurzelstock und ist als sehr regenerationsfreudig einzustufen. Zudem befindet er sich in der lokalen Diasporenbank (Kapitel 5). Seine Samen sind als langlebig einzuschätzen (Grime *et al.*, 1988). *Cirsium arvense* kann den Fraß durch Stacheln nicht vollständig

vermeiden, möglicherweise jedoch reduzieren. Im Gegensatz zu *Rumex obtusifolius* wird *Cirsium arvense* sehr weit vom Wind ausgebreitet und kann sich auch durch unterirdisches klonales Wachstum rasch ausbreiten.

Zu der Vermutung, dass die Wühlaktivität der Schweine der bestimmende Faktor für die Vegetationsdynamik ist, passt auch, dass einige Arten wie zum Beispiel *Dactylis glomerata*, *Urtica dioica*, *Poa trivialis* und *Poa annua* ihre Bestandsstruktur verändert haben. Bei ihnen deutet die Abnahme der durchschnittlichen Dominanz auf eine Beeinträchtigung durch die Aktivitäten der Schweine hin. Gleichzeitig konnten sie die Frequenz der besiedelten Dauerquadrate erhöhen, was einer gleichmäßigeren Verteilung auf der Schweineweide gleichkommt. Bei allen Arten mit wechselnder Bestandsstruktur handelt es sich um solche, die eine langlebige Diasporenbank aufbauen. *Urtica dioica* und *Poa trivialis* können sich zudem durch klonales Wachstum ausbreiten.

Dagegen wurden auf den **Brache**-Referenzflächen Entwicklungstendenzen beobachtet, die typisch für Wiesenbrachen sind (Briemle *et al.*, 2000). Niedrigwüchsige horstig wachsende Gräser und Kräuter (*Cardamine pratensis*, *Cerastium holosteoides*, *Alopecurus geniculatus*) haben abgenommen und hochwüchsige, ausläufertreibende Arten (*Urtica dioica*, *Alopecurus pratensis*, *Elymus repens*, *Phleum pratense*, *Galium apparine*) hingegen zugenommen. Die Artenzahlen sinken aufgrund von konkurrenzbedingten Verdrängungseffekten. Es besteht eine deutliche Tendenz zur Verbuschung (zum Beispiel *Populus hybridus*). Dabei ist typisch, dass diese Entwicklung auf feuchten Böden rascher verläuft als auf trockenen (Briemle *et al.*, 2000). Langfristig ist stärker mit einer Entmischung der Grünlandgesellschaften und Dominanzbildung zu rechnen (Schreiber, 1997), die zu verstärkter Unvorhersehbarkeit des Systems führt. Diese Verbrachungstendenz wurde an lokalen Stellen auch auf der Schweineweide beobachtet, was zum Beispiel in der Ordination des feuchten Bereiches darin zum Ausdruck kommt, dass Schweineweide und Brache nicht vollständig getrennt werden. Dies ist wegen den hohen Besatzdichten und dem ganzjährigen Besatz nicht zu erwarten gewesen, kann aber mit der großen Produktivität der Fläche (Mährlein, Teilprojekt Ökonomie, persönliche Mitteilung) und der heterogenen Raumnutzung der Schweine erklärt werden (Flegler, van Rehmen, Teilprojekt Ethologie, persönliche Mitteilung).

Außerdem wurde noch eine **weitere Referenzfläche** in das Monitoring einbezogen, die die ursprüngliche Weidenutzung der meisten Flächen des Gebietes umfasst. Erwartungsgemäß traten dort nur geringe Verschiebungen im Artenspektrum auf. Veränderungen der Vegetationsdaten der konventionellen Nutzung (z. B. Abnahme der Artenzahlen) muss dem Nutzungswechsel im Jahr 2001 von Schaf- auf Pferdebeweidung und einer damit einhergehenden Nutzungsintensivierung zugeschrieben werden.

Neben den Wühl- und Fressaktivitäten der Tiere kommen **standörtliche Veränderungen** vor allem hinsichtlich der Nährstoffbedingungen als Ursachen für Vegetationsveränderungen auf den Schweineweiden in Betracht.

Der feuchte Bereich weist in den Transsektproben im Ausgangszustand Kalium- und Phosphorwerte auf, die in Bezug auf landwirtschaftliche Nutzung als mittel

einzustufen sind, der trockene Bereich weist erhöhte Kaliumwerte und mittlere Phosphorwerte auf (Schlichting *et al.*, 1995), was auch bei den flächenbezogenen Proben des Teilprojektes Bodenkunde (Jahn, persönliche Mitteilung) bestätigt wurde. Aufwuchsmessungen haben sehr hohe Erträge geliefert, was einen Hinweis darauf gibt, dass eine gute bis sehr gute Versorgung mit allen wesentlichen Umweltfaktoren, Nährstoffen einschließlich Feuchtigkeit besteht (Mährlein, TP Ökonomie, persönliche Mitteilung).

Im Laufe der Schweinebeweidung nahm Kalium und Phosphor zu. In dem größeren Probenumfang des Teilprojektes Bodenkunde wurde zusätzlich eine Zunahme des mineralischen Stickstoffs nachgewiesen, außerdem nimmt Kalium an extrem belasteten Urinalstellen sehr stark zu (Jahn, persönliche Mitteilung). Die Zunahme von Kalium, Phosphor und Stickstoff korreliert mit der Entwicklung der Vegetation. Im trockeneren Hangbereich wurden ähnliche Eutrophierungstendenzen bei Stickstoff und Kalium gefunden wie im Auebereich, lediglich Phosphor nimmt ab. In der Vegetation spiegelt sich die Zunahme von Kalium, die Zunahme von Nitrat, die Abnahme von Ammonium, aber nicht die Abnahme von Phosphor wider (Abbildung 6). Dies unterstützt die Einstufung von Phosphor im mittleren Bereich, die bedeutet, dass eine Verarmung hinsichtlich Phosphor nicht erkannt werden kann.

Insgesamt bedeutet diese Zunahme der meisten Nährstoffe, dass der Eutrophierungsgrad der Weide zugenommen und eine Aushagerung nicht stattgefunden hat. Mögliche Gründe liegen in der Zufütterung, der Nährstoffmobilisierung oder dem Nährstoffeintrag durch Überschwemmung des Baches Brucht, bei dem sich intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen im Oberlauf befinden. Die Nährstoffmobilisierung kann über die Prozesskette Fraß, Verdauung, Ausscheidung und mikrobieller Abbau der organischen Biomasse geschehen. Durch die Wühlaktivitäten kann pflanzliche Biomasse absterben und Mineralisierungsprozesse dadurch verstärkt werden.

Die Zunahme von Stickstoff und Kalium nicht aber von Phosphor entspricht der Düngung mit Gülle. Im Gegensatz dazu liegt ein Großteil des Stickstoffs in Gülle in Form von Ammonium vor, bei dem sich im trockenen Bereich der Schweineweide sogar ein Rückgang abzeichnet. Gülle fördert bestimmte Arten, zum Beispiel *Taraxacum officinale*, *Heracleum sphondylium*, *Anthriscus sylvestris* und *Rumex obtusifolius* (Dierschke & Briemle, 2002). *Rumex obtusifolius* hat auf der Schweineweide auch zugenommen, *Heracleum sphondylium* und *Anthriscus sylvestris* jedoch nicht. *Taraxacum officinale* hat sogar abgenommen. Eine alleinige Erklärung der Vegetationsveränderungen über gülleähnliche Wirkung der Schweineausscheidungen ist somit nicht möglich.

Bei *Urtica dioica* wurde in physiologischen Untersuchungen nachgewiesen, dass sie gesteigerte P-Gaben sehr effektiv aufnehmen und umsetzen kann. Das gleiche gilt für *Rumex acetosa* (Rorison, 1968; Nassery & Harley, 1969). Eine Zunahme der Deckung von beiden Arten wurde aber nicht gefunden. Für Ackerlebensräume wurde auch der Versuch unternommen, Phosphor-Zeigerwerte aufzustellen (Nowack, 1991). Bei Anwendung dieser Indizes kann allerdings keine Zunahme von Phosphorzeigern im Gegensatz zu Indikatoren phosphorarmer Zustände gefunden werden. Unter den an Deckung zunehmenden Arten befinden sich

Gnaphalium uliginosum, *Juncus bufonius*, *Veronica serpyllifolia* und *Matricaria recutita* die jeweils geringe Phosphorversorgung anzeigen. *Rumex obtusifolius* und *Sisymbrium officinalis* indizieren erhöhte Phosphorwerte (Nowack, 1991).

Besser abgesichert sind die Nährstoffzeigerwerte nach Ellenberg, die oftmals angewandt wurden, für viele Arten vorliegen und für viele Lebensräume gültig sind. Deshalb sind sie verlässlicher einzuschätzen. Sie wurden zunächst für Stickstoff entwickelt, aber später als integrierend über alle Nährstoffe angesehen (Ellenberg, 1992). Sie zeigen einen leicht zunehmenden Trend im Mittelwert, nicht aber im Median. Die Veränderung der Mittelwerte sind dabei vergleichsweise gering, sie liegen im Bereich der Auteutrophierung der Brache. Da aber auf der Schweineweide die Zeigerwerte 6, 7, 8 und 9 kontinuierlich über die Beobachtungsperiode zunehmen, was auf den Referenzflächen nicht der Fall ist, muss von einem zunehmenden Eutrophierungstrend ausgegangen werden, der auch Auswirkungen auf die Vegetation hat und zusätzlich über chemische Nährstoffanalytik abgesichert ist. Das heißt, im UG Brucht hatten nicht nur Wühl- und Fressaktivitäten der Schweine einen Effekt auf die Vegetation, sondern auch die Nährstoffanreicherungen.

3.4.1.2 UG Lenzen

Auch im UG Lenzen haben sich Veränderungen der Vegetation durch die Schweine ergeben. Wegen der höheren standörtlichen und pflanzensoziologischen Vielfalt ist es allerdings schwieriger, diese Entwicklungen aus den Ordinationsverfahren abzulesen als in den homogeneren Gebieten wie zum Beispiel im UG Tieringen, vor allem weil die Übergänge zwischen den standörtlichsoziologischen Einheiten im Gegensatz zum UG Brucht kontinuierlicher sind. Aufgrund hoher Besatzdichten und mittlerer Besatzleistung wären deutlichere Effekte bei der multivariaten Datenauswertung der Vegetationsdaten zu erwarten. Die Artenzahlen haben vor allem im ersten Jahr auf der Schweineweide zugenommen, aber in ähnlicher Weise auf Brache und konventioneller Nutzungen. Deshalb muss eher von einem deutlichen methodischen Einfluss ausgegangen werden als von behandlungsbedingten Veränderungen. Eine deutliche Zunahme der Artenzahlen kann deshalb nicht geschlussfolgert werden.

Auch in Lenzen werden Süßgräser durch Schweinebeweidung zurückgedrängt. Ausnahmen bilden *Deschampsia cespitosa* und *Phalaris arundinacea*. Binsen (Juncaceae) und Sauergräser (Cyperaceae) sind davon nicht in diesem Maße betroffen, einige Binsen werden sogar gefördert. Auffallend ist die Förderung von *Trifolium repens*, was im Gegensatz zu der trockeneren Bergweide in Tieringen steht. Dies deutet darauf hin, dass den vegetativen Regenerationsstrategien in diesem Untersuchungsgebiet besondere Bedeutung zukommt.

Eine Zunahme von Arten der Zwergbinsengesellschaften wurde auf diesem Standort aufgrund alter Literaturberichte aus den Rheinauen erwartet (Philippi, 1968, 1969, 1971) und konnte an einzelnen Arten bestätigt werden (*Juncus bufonius*, *Peplis portula* und *Gnaphalium uliginosum*). Zudem wurden Wasserpflanzen gefördert, wie zum Beispiel *Ranunculus peltatus*, *Allisma lanceolatum* und Arten, die auf den später im Jahresverlauf trockengefallenen

Qualmwasserstellen siedeln. Dies wird verursacht durch die intensive Störung in feuchten Bereichen der Weide, die die Schweine weiter vertiefen, sodass sie länger feucht bleiben. In früheren floristischen Berichten werden solche Vertiefungen und Wasserlöcher als typische Strukturelemente von Schweineweiden beschrieben (Kneucker, 1924; Philippi, 1968, 1969).

Aus einem dieser Berichte (Kneucker, 1924) kann durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigt werden, dass Wasser-Hahnenfuß-Arten (*Ranunculus aquatilis*-Gruppe), *Alisma*-Arten, *Peplis portula*, *Juncus effusus*, *Juncus articulatus*, *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum*, *Bidens tripartita*, *Achillea ptarmica* und *Ranunculus flammula* gefördert werden. Lediglich *Eleocharis palustris*, die laut Kneucker eine Schweineweidenarten darstellt, geht hinsichtlich ihrer Deckung in Lenzen zurück. Dies muss langfristig noch kein Verschwinden bedeuten, zumal kein Effekt auf die Frequenz der besiedelten Dauerquadrate gefunden wurde. Damit kann die experimentelle Neuetablierung von Schweineweide an Auestandorten als gute Methode gelten, um die alten Schweineweidearten zu fördern. Dies sollte, sofern die standörtlichen Bedingungen stimmen, auch für die selteneren Arten wie zum Beispiel *Marsilea quadrifolia*, *Cyperus fuscus*, *Cyperus flavescens*, *Ludwigia palustris*, *Elatine hydropiper* oder *Lindernia pyxidaria* gelten. Wegen des nicht vorhandenen Diasporenmaterials im lokalen Artenpool konnte ihre Reaktion auf moderne Freilandhaltung nicht getestet werden.

Auch in Lenzen ist der Einfluss von Nährstoffen auf die Vegetation zu diskutieren. Im Ausgangszustand ist Phosphor als gering bis mittel, Kalium in einer weiten Spanne von mittel bis hoch einzustufen. Stickstoff liegt deutlich unter dem Düngegrenzwert (Schlichting *et al.*, 1995). Demnach ist die Nährstoffsituation im Vergleich zu landwirtschaftlichen Nutzflächen als gering einzustufen. Fluss- und Stromtalauen waren schon immer und im ursprünglichen Zustand nährstoffreiche Lebensräume, da dort nährstoffreiche Schlämme abgelagert wurden (Ellenberg, 1996).

Auf den Transektproben wurden die Abnahme von Phosphor, keine Veränderung der Kaliumwerte, aber eine Zunahme von Stickstoff gefunden. Die Abnahme von Phosphor wurde durch die umfangreicheren bodenkundlichen Proben bestätigt, die Zunahme von Stickstoff jedoch nicht (Jahn, persönliche Mitteilung). Dies gibt einen Hinweis, dass Veränderungen in den Stickstoffwerten vorsichtig interpretiert werden müssen, da der Stickstoffgehalt probenahmebedingt und saisonal sehr stark schwanken kann (Thun, 1991). Die Abnahme von Phosphor ist dagegen analytisch verlässlicher und korreliert zudem mit den Vegetationsdaten. Lediglich auf extrem durch Schweine beanspruchten Stellen wurde bei der bodenkundlichen Sonderbeprobung (Jahn, persönliche Mitteilung) ein Kaliumwert gefunden, der als überdüngt einzustufen ist, die Phosphorwerte sind dort auch aus landwirtschaftlicher Sicht grenzwertig (Schlichting *et al.*, 1995).

Mit den Ellenberg'schen Nährstoffzeigerwerten lassen sich keine Effekte der Nährstoffe auf die Vegetationsveränderungen der Fläche nachweisen. Somit kann abgesehen von Extremstandorten im Bereich der Futter- und Ruheplätze in Lenzen nicht von einer Eutrophierung des Standortes auf der Fläche gesprochen werden. Dies ist insbesondere beachtlich, da die Beweidungsdichten hoch sind.

Allerdings wurden die Tiere wegen der Hochwassergefahr im Winter und Frühjahr von der Weide ausgeschlossen, sodass sich über das Jahr nur noch eine mittlere Besatzleistung ergibt.

3.4.1.3 UG Eggelwiesen

Im UG Eggelwiesen haben sich ebenfalls Vegetationsveränderungen auf den Schweineweiden ergeben. Diese waren aufgrund der niedrigen Besatzdichten weniger deutlich als in anderen Gebieten. Zudem wurde das Untersuchungsgebiet sehr heterogen beeinflusst, vor allem die feuchten Bereiche wurden durch die Schweine genutzt und weisen dementsprechend viel Offenbodenanteil auf. Die trockenen Bereiche weisen laut dem Ordinationsergebnis eine Entwicklungsrichtung auf, die weiterhin als Verbrachungsstadium gedeutet werden kann. Trotzdem gibt es im ganzen Gebiet günstige Auswirkungen auf die Artenzahlen, die auf der Schweineweide stärker ansteigt als auf der Brachereferenz. Die erste Weideperiode 1999/2000 hatte keine Auswirkungen auf den Turnover. Ab den nachfolgenden Beweidungsperioden in größerer Dichte stieg der Turnover auf der Schweineweide über den Wert der Brache und ergibt so das gleiche Bild wie auf den anderen Schweineweiden.

Da eine gemeinsame Dränage von Schweineweide und Brache zu Versuchsbeginn verschlossen wurde, ist eine gemeinsame Entwicklung auf Schweineweide und Brache vor allem in den staunassen Bereichen zu vermuten und tatsächlich eingetreten. Die Wirkung der Wiedervernässung wird daran deutlich, dass Arten mit hohen Feuchtezahlen (Ellenberg, 1992) auf beiden Nutzungsvarianten zunehmen, zum Beispiel *Galium palustre* und *Persicaria amphibia*. Auffällig ist, dass gerade auf der Schweineweide viele Arten mit hoher Feuchtezahl zunehmen (*Cirsium palustre*, *Equisetum palustre*, *Ranunculus flammula*, *Ranunculus sceleratus*, *Angelica sylvestris*, *Carex nigra*, *Filipendula ulmaria*, *Hypericum tetrapterum*, *Juncus articulatus*, *Lotus pedunculatus* und *Lycopus europaeus*, jeweils mit Feuchtezahlen 8 oder 9), nicht aber in diesem Maße auf den Brachflächen. Das heißt, dass Schweineweiden schneller auf eine zusätzliche Veränderung von standörtlichen Parametern wie hier der Wasserversorgung reagieren als eine vergleichsweise konservative Brachfläche. Diese Ergebnisse zeigen, dass zusätzlich zu standörtlichen Renaturierungsmaßnahmen Schweineweiden geeignet sind, um Veränderungen auf der floristischen Seite zu beschleunigen.

Neben der mechanischen Belastung durch das Wühlverhalten der Schweine ist denkbar, dass Veränderungen im Nährstoffhaushalt Auswirkungen auf die Vegetation haben.

Die bodenkundliche Ausgangssituation in den Eggelwiesen ist charakterisiert durch stark variierende Humusgehalte (2 bis 20 % C), die in den anmoorigen Bereich tendieren, was durch Niedermoor torfe bedingt ist. Insgesamt kann die Reaktion der Böden als mittel sauer (5,7) charakterisiert werden (Jahn, Tischer, persönliche Kommunikation). In Bezug auf landwirtschaftlich genutztes Grünland sind die Kaliumwerte (100 mg/kg) als erhöht und die Phosphorwerte (15-

20 mg/kg) als gering zu bewerten (Schlichting *et al.*, 1995). Die mittleren (ungewichteten) Zeigerwerte ergaben mit 5 bis 6 mäßig stickstoffreiche Bedingungen, die im unteren Bereich der Fuchsschwanz-Wiesen (*Arrhenatherum alopecuroides*) und im oberen Bereich der Dotterblumen-Wiesen (*Calthion palustris*) liegen (Briemle *et al.*, 1999). Allerdings liegen die realen Nährstoffbedingungen vermutlich höher, da die Brennnessel große Dominanzbestände aufweist (*Urtica dioica* mit N-Zeigerwert 9) und somit von erhöhter Nährstoff- und Stickstoffversorgung ausgegangen werden muss.

Im Laufe der Beweidung hat sich auf den bodenkundlichen Probestellen keine Gesamtveränderung bei der Phosphorversorgung ergeben, die Kalium-Werte wurden heterogenisiert und haben sich nicht in eine bestimmte Richtung verändert (Zu- und Abnahme auf verschiedenen Probestellen, Jahn, Teilprojekt Bodenkunde, persönliche Mitteilung). Der Abnahme des pH-Wertes auf den bodenkundlichen Teilflächen steht eine Zunahme auf den Transsektproben gegenüber. Die räumliche Heterogenisierung der Bodenparameter wird durch die Transsektproben bestätigt, die eine deutliche Zunahme von Phosphor und Ammonium nur in den feuchteren, intensiv genutzten Bereichen belegen, ähnlich wie in den staunassen Bereichen im UG Brucht.

Es konnten auch keine Zunahmen der dominanten nährstoffliebenden und durch Düngung geförderten Arten *Urtica dioica*, *Alopecurus pratensis* und *Arrhenatherum elatius* belegt werden. Arten wie zum Beispiel *Anthriscus sylvestris* und *Heracleum sphondylium* steigen in ihrer Deckung zwar an, erreichen aber nicht die Dominanzen wie vorherige Arten. Die Abnahme der Nitratwerte (geringere N-Mineralisierung) müssen eher einer veränderten Stickstoffumsetzung zugesprochen werden als einem Effekt durch Schweineweide. Sie ist möglicherweise in dem veränderten hydrologischen Regime bedingt, das von der Kappung der Drainage herrührt. Darauf deuten auch Veränderungen des pH-Wertes (Jahn, Tischer, persönliche Kommunikation).

Insgesamt kann im UG Eggelwiesen sowohl aufgrund der Nährstoffanalytik, als auch aufgrund der Nährstoff-Zeigerwerte kein Anzeichen für beschleunigte Eutrophierung durch Schweinebeweidung belegt werden, es gibt aber auch keine Anzeichen für eine Ausmagerung. Dieses Ergebnis ist im Vergleich mit den anderen Untersuchungsgebieten nicht verwunderlich, da im UG Eggelwiesen nur geringe Besatzdichten und geringe Besatzleistungen verwirklicht waren. Die letzte Beweidungsperiode 2002 wurde außerdem in die Transsektbeprobung nicht mit einbezogen. Stattdessen belegen die Bodenparameter eine räumliche Diversifizierung, die sowohl durch die Wiedervernässung als auch durch die Konzentration des Wühlverhaltens auf Teilbereiche der Weide bedingt sein kann.

3.4.1.4 UG Schmandberg

Die Vegetationsveränderungen im UG Schmandberg, einem trockenen Untersuchungsgebiet auf einem verbrachten Kalk-Scherbenacker, weisen trotz standörtlicher Unterschiede Parallelen mit den anderen Untersuchungsgebieten

auf. Es liegen erhöhte Artenzahlen und ein vergrößerter Artenturnover auf den Schweineweiden verglichen mit einem Brachestadium vor. Auffällig ist die deutliche Zunahme der Therophyten und der Segetalarten (Chenopodietea und Secalietea), die sich mit der ackerbaulichen Nutzung dieses Gebietes fünf Jahre vor Projektbeginn erklären lassen. Viele Segetalarten können eine solche Zeit als Diasporen im Boden überleben (Thompson *et al.*, 1997). Die Entwicklung der Veränderungen von Artenzahlen, Artenturnover und soziologischer Einordnung stimmt zudem mit der Besatzdichte überein, die auf der Frühjahrsweide im Frühjahr 2000 noch gering war und dann langsam zunahm, während die erste Beweidung der Herbstweide im Herbst 2000 mit einer hohen Dichte begonnen wurde (Tabelle 4). Die mangelnde Trennung vor allem der Herbstweide von der Brachereferenz in den Ordinationsverfahren kann ebenfalls mit der Besatzleistung erklärt werden, die deutlich niedriger lag als in den Untersuchungsgebieten Brucht, Tieringen und Lenzen.

In diesem Untersuchungsgebiet wurden spezifische Effekte von strikter Frühjahrs- und Herbstweide ermittelt. Auf der Herbstweide würde man die Zunahme von Herbstkeimern, auf der Frühjahrsweide die Zunahme von Frühjahrs- und Frühsommerkeimern erwarten. Diesen Trend bestätigen die Herbstkeimer *Veronica hederifolia* und *Alopecurus myosuroides* mit ihrer Zunahme auf der Herbstweide. Die Kaltkeimer *Arenaria serpyllifolia*, *Papaver rhoeas* und *Sinapis arvensis* nehmen ebenfalls auf der Herbstweide zu. Dagegen nehmen auf der Herbstweide auch Frühjahrs- und Frühsommerkeimer verstärkt zu, zum Beispiel *Polygonum aviculare*, *Erophila verna* und *Papaver argemone* (Pfadenhauer, 1997). Dies kann damit erklärt werden, dass die Regeneration der im Herbst gestörten Weide über den Winter so langsam ist, dass im Frühjahr noch genügend Offenstellen übrig bleiben, um typischen Frühjahrsarten die Keimung zu ermöglichen.

In diesem Untersuchungsgebiet wurden keine Bodenanalysen parallel zu den Dauerquadraten durchgeführt. Da in den anderen Gebieten die Gesamtbeprobung des Gebietes ähnliche Resultat ergab wie die Beprobung parallel zu den Dauerquadraten, wird hier die Veränderungen in der Vegetation mit bodenkundlichen Änderungen auf der gesamten Weide verglichen (Jahn, Tischer, Teilprojekt Bodenkunde, persönliche Mitteilung), ohne dass wesentliche Informationsverluste zu erwarten sind.

Die Ausgangssituation ist wegen des hohen Kalkgehaltes auf Muschelkalkuntergrund durch hohe pH-Werte von 7,1, hohen Humusgehalt von 5 % C, Kaliumgehalte von 300 mg/kg und Phosphorgehalte von 50 mg/kg charakterisiert, die sehr weit streuen (bis 800 mg/kg) (Jahn, Tischer, persönliche Kommunikation) und aus der ackerbaulichen Vornutzung stammen dürften. In Bezug auf landwirtschaftlich genutztes Grünland sind die Kaliumwerte bereits im Ausgangszustand als sehr hoch und die Phosphorwerte als erhöht zu bewerten (Schlichting *et al.*, 1995). Die mittleren Nährstoffzeigerwerte von etwa 5 weisen eine mäßig nährstoffreiche Situation aus (Ellenberg, 1992). Diese Situation ist vergleichbar mit Salbei-Glatthaferwiesen (*Salvia-Arrhenatheretum*) und den Goldhafer-Bergwiesen (*Polygono-Trisetion*), liegt aber deutlich über der Kalk-Magerweide (*Gentiano-Koelerietum* 2,5-3,5), die ein naturschutzfachliches Ziel darstellen könnte

(Briemle *et al.*, 1999). Die Ertragsmessungen haben hingegen sehr geringe Werte ergeben (Mährlein, persönliche Mitteilung), was als Hinweis interpretiert werden kann, dass bei gut dränierten Muschelkalkböden Trockenheit ein wesentlicher limitierender Faktor ist.

Nach der Schweinebeweidung haben sich keine Veränderung der Kalium- und Phosphorwerte ergeben, der mineralische Stickstoff hat auf manchen Probeflächen leicht zugenommen (Jahn, Tischer, persönliche Kommunikation). Die Nährstoffzeigerwerte indizieren eine leichte Eutrophierung auf der Herbstweide, die im Mittelwert, aber nicht im Median zum Ausdruck kommt und in einer Zunahme der Arten der Kategorie 6 und 7 begründet liegt, die auf stickstoffreichen Standort häufiger vorkommen, aber auch auf ärmeren Standorten vorkommen können (Ellenberg, 1992). Diese Eutrophierungstendenz kann auf der Frühjahrsweide nicht festgestellt werden, obwohl die Besatzdichte und die Besatzleistung nicht wesentlich unter der Herbstweide lag. Das bedeutet, dass die Zufütterung nicht alleinige Eutrophierungsursache sein kann, da sie auf beiden Flächen in vergleichbarer Größenordnung erfolgt ist. Möglicherweise werden die durch das Umwühlen im Frühjahr und die folgenden Mineralisierungsprozesse frei werdenden Nährstoffe schneller wieder gebunden, als dies bei einer Störung im Herbst und der darauf folgenden Unterbrechung der Vegetationsperiode der Fall ist.

3.4.1.5 UG Tieringen

Von allen Untersuchungsgebieten hat sich in Tieringen die klarste Gliederung des Untersuchungsgebietes hinsichtlich der Behandlungsvarianten bei der floristischen Analyse über Ordinationsverfahren ergeben, was durch homogene Ausgangsbedingungen, die hohe ganzjährige Beweidungsdichte und die vergleichsweise kurze Vegetationsperiode unter montanen Bedingungen verursacht sein dürfte.

Erwartungsgemäß hat sich die bisherige Nutzung des Untersuchungsgebietes in Form von **Rinderbeweidung** kaum weiterentwickelt. Die dominierenden Untergräser (*Poa trivialis*, *Lolium perenne* und *Festuca rubra*) und die Kleearten *Trifolium repens* und *Trifolium pratense* weisen einen niedrigen Wuchs auf, haben Erneuerungsknospen am oder unter der Bodenoberfläche, bilden eine geschlossen Grasnarbe, können sich vegetativ gut vermehren und zeichnen sich durch rasche Regeneration nach oberirdischen Verbiss aus. Dies sind typische Strategien auf Rinderweiden (Maertens *et al.*, 1990).

Die **Schweinebeweidung** hat zur Herausbildung eines eigenen Vegetationstypus geführt. Er zeichnet sich durch den Rückgang vormals bestandsbildender Gräser aus, wie zum Beispiel *Lolium perenne* oder *Cynosurus cristatus*. Die für Rinderweiden typische geschlossene Grasnarbe wurde aufgebrochen und ein hoher Anteil an Offenbodenstellen geschaffen. Es haben sich viele annuelle Arten etabliert, die meist den Kräutern zuzurechnen sind. Somit verschiebt sich das Gräser-Kräuter-Verhältnis zugunsten der Kräuter. Charakteristisch scheint auch zu sein, dass jeweils unterschiedliche Arten in den verschiedenen Jahren nach dem Umbruch zur Dominanz gelangen. Das könnte dadurch bedingt sein, dass

sich die Jahre in ihren Wetterverläufen unterschieden und jeweils unterschiedliche Keimbedingungen boten.

Für die Herkunft dieser neuen Arten kommt einerseits die Diasporenbank andererseits die Umgebung in Frage (Kapitel 5). Besonders deutlich wurde die Zunahme der Segetalarten, die aufgrund einer Ackernutzung des Gebietes vor Jahrzehnten noch in der Diasporenbank vorhanden war und sich auf den Schweineweiden wieder etablieren konnten. Außerdem stellt sich die Frage, ob Arten der Kalk-Magerrasen, die vor der Aufdüngung der Wiese vermutlich noch häufiger und zahlreicher gewesen sind, durch Schweinebeweidung wieder zunehmen. Eine Zunahme wurde nicht beobachtet, ein Aussterben jedoch auch nicht. Dies ermöglicht noch keine langfristigen Aussagen. Kurzfristig ist aber festzustellen, dass diese Arten Refugien auf der extensiven Schweineweide gefunden haben, in denen sie zumindest drei Jahre überleben können. Historisch gesehen sind die Arten der Kalk-Magerrasen an Schafweide angepasst. Grundsätzlich wirkt Schafbeweidung ähnlich wie Rinderbeweidung, also fördernd für niedrige Pflanzen mit Erneuerungsknospen unter oder kurz über der Erdoberfläche, von denen aus der oberirdische Verbiss durch vegetatives Wachstum kompensiert werden kann. Im Gegensatz zu Rindern ist der Fraß selektiver und der Tritt schonender (Maertens *et al.*, 1990). Deshalb könnte es sein, dass die Arten der Kalk-Magerrasen bei langfristiger, intensiver Beweidung mit Schweinen lokal aussterben.

Als zusätzliche Referenz wurde eine Fläche herangezogen, die seit Beginn der Schweineweide der **Sukzession** überlassen wurde. Auf dieser wurden in der Tat typische Verbrachungseffekte von vorher extensiv genutztem Grünland festgestellt (Briemle *et al.*, 2000). Niedrigwüchsige horstig wachsende Gräser (*Lolium perenne*) nehmen ab, stattdessen dominieren hochwüchsige, ausläufer-treibende Arten (*Elymus repens*, *Arrhenatherum elatius*). Eine Bestandes-Entmischung, Dominanz- und Faziesbildung (Schreiber, 1997) wurden noch nicht in dem Maße beobachtet wie auf den Bracheflächen des UG Brucht, was im trockeneren Standort und der kürzeren Vegetationsperiode in Tieringen begründet sein dürfte. Die Zunahme konkurrenzkräftiger Arten ist aus der Lage der Grime'schen C-Dimension ersichtlich (Abbildung 18), die genau auf die Bracheflächen im Ordinationsdiagramm zeigt. Ein Trend zu sinkenden Artenzahlen deutet sich seit dem Jahr 2000 an. Dies kommt aufgrund von Konkurrenzausschluss und der Ansammlung von dicken Streuauflagen zustande, die das Keimen kurzlebiger Arten verhindert (Schütz, 2000). Eine Tendenz zur Verbuschung und Wiederbewaldung wurde nicht beobachtet.

Die Frage ist noch, inwieweit die beobachteten Vegetationsveränderungen auf der Schweineweide eine Folge der mechanischen Störung und des Fraßes sind oder inwieweit Veränderungen in der **Nährstoffsituation** Einfluss auf die Vegetationsveränderungen hatten. Auch in Tieringen kann die Verknüpfung von Vegetation und Nährstoffveränderung auf der Ebene der gesamten Weide erfolgen. Die standortkundliche Ausgangssituation ist aufgrund des hohen Kalkgehaltes durch einen hohen pH-Wert von 7,1 gekennzeichnet. Die Phosphorversorgung liegt im Mittel bei 30 mg/kg, die Kaliumwerte bei 300 mg/kg (Jahn, Tischer persönliche Kommunikation). Das bedeutet in Bezug auf landwirtschaftlich genutztes

Grünland einen mittleren Phosphorgehalt und einen sehr hohen Kaliumgehalt (Schlichting *et al.*, 1995).

Besondere Bedeutung kommt dem Phosphorgehalt zu, da er aufgrund der Bindungsfähigkeit an Calcium auf Kalkmagerasen oftmals im Minimum ist (Quinger *et al.*, 1994). In Berg-Glatthafer-, und Goldhaferwiesen, sowie Kalk-Trockenrasen befinden sich meist nicht mehr als 50 mg Phosphor je kg Boden (Klapp, 1965). 50-60 mg je kg wird auch als kritischer Wert für die Magerrasen-Erhaltung angenommen (Quinger *et al.*, 1994). Die mittleren Nährstoffzeigerwerte nach Ellenberg, die ein integratives Maß für alle relevanten Nährstoffe darstellen sollen, liegen im Bereich zwischen fünf und sechs und belegen ebenfalls mäßig stickstoffreiche Standorte, auf alle Fälle keine besonders magere Ausgangsbedingungen. Für Goldhafer-Bergwiesen (Polygono-Trisetion) werden 3,8-4,8, für Kalk-Magerweiden (Gentiano-Koelerietum) 2,5-3,5 und für Weidelgras-Weissklee-Weiden (Lolio-Cynosuretum) 6,2-7,2 genannt (Briemle *et al.*, 1999). Damit ist der Ausgangszustand der Schweineweide zwischen dem mageren und dem intensiven, nährstoffreichen Grünland einzuordnen. Vermutlich existierten früher magere Bergwiesen auf der Versuchsfläche, die jedoch durch NPK-Gaben in den Jahren vor Versuchsbeginn stark eutrophiert wurden (Landwirt Ulrich Bauer, persönliche Mitteilung).

Die Schweinebeweidung hat zu einer Zunahme von Kalium und Phosphor an manchen Probestellen und zu einer deutlichen Zunahme des Stickstoffs geführt, wobei die räumliche Heterogenität zunimmt (Jahn, Tischer persönliche Kommunikation). Die Interpretation der deutlichen Zunahme von Stickstoff wird durch die gleichartige Entwicklung auf den Referenzflächen und den hohen Kalkgehalt eingeschränkt. Darüber hinaus schwankt der mineralische Stickstoffgehalt von Böden sehr stark im Jahresverlauf und ist deutlich abhängig von Witterungsverlauf (Thun, 1991). Insgesamt deuten die bodenkundlichen Untersuchungen auf Eutrophierungstendenzen hin, eine Aushagerung konnte mit Sicherheit nicht festgestellt werden. Folgt man dem Konzept der Phosphorzeiger, das auf Ackerstandorten entwickelt wurde (Nowack, 1991), aber wegen des hohen Offenbodenanteiles sicherlich auch auf Schweineweiden übertragbar ist, so findet sich keine Überrepräsentierung von Indikatorarten hoher Phosphorkonzentrationen. Unter den an Deckung zunehmenden Arten befinden sich *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Ranunculus repens* und *Rumex crispus* als Indikatoren für geringe Phosphorkonzentrationen, *Convolvulus arvensis* und *Veronica persica* als Indikatoren für erhöhte Phosphorkonzentrationen (Nowack, 1991). Die Phosphorzunahme drückt sich also nicht in der Zunahme phosphorindizierender Arten aus. Diese bodenchemischen Eutrophierungstendenzen spiegeln sich aber in den Nährstoffzeigerwerten nach Ellenberg wieder und geben damit einen Hinweis, dass die Nährstoffwerte neben der mechanischen Störung Einfluss auf die Vegetationsentwicklung haben. Zwar ist die beobachtete Zunahme sehr klein und deswegen für sich betrachtet kaum interpretationsfähig, aber zusammen mit Bodenanalysen, dem kontinuierlichen Trend im Laufe der Beobachtungsjahre und der stetigen Zunahme von Arten, die nährstoffreiche Bedingungen indizieren (Zunahme der Werte 7 und 8), ergibt sich ein einheitliches Bild. Deutlicher wird die Zeigerwertanalyse noch, wenn nur die sicher zunehmenden Arten betrachtet werden. Diese weisen mit einem Mittelwert von 6,6 und einem Median von 7

deutlich höhere Zeigerwerte als der Durchschnitt der beteiligten Arten auf. Deshalb ist zu vermuten, dass sich der Trend der Förderung nährstoffliebender Arten fortsetzt.

Der Grund dieser Entwicklung liegt in der Zufütterung der Tiere und möglicherweise in einer verstärkten Nährstoffmobilisierung, die sonst in oberirdischer oder unterirdischer Biomasse gebunden war. Durch die sehr aktiven Böden mit überdurchschnittlicher mikrobieller Biomasse (Jahn, persönliche Mitteilung) kann die Mineralisierung von organisch gebundenen Nährstoffen im Kot schneller erfolgen als auf weniger aktiven Böden (Whitehead, 2000).

3.4.2 Vergleichende Diskussion der Vegetations- und Standortparameter

3.4.2.1 Vegetationskundliche Veränderungen

Auf den fünf untersuchten Schweineweiden haben sich beträchtliche Veränderungen von Deckung und Frequenz der Arten auf den Dauerquadraten ergeben. In den intensiver beweideten Untersuchungsgebieten treten bestandsbildende Gräser stark zurück und unter den zunehmenden Arten befanden sich vermehrt Kräuter. Dies unterscheidet Schweineweiden von anderen Weiden (Rinder, Schafe). Einige Arten verändern ihre Verteilung auf der Fläche, wie zum Beispiel *Urtica dioica* im UG Brucht. Dies betrifft vor allem dominante Arten, deren Deckung durch die Schweinebeweidung reduziert wird. Nach einem Störungsereignis sind diese Arten aber wieder in der Lage, die Störstelle zu besiedeln, wobei dies zusammen mit anderen konkurrenzschwachen Arten geschieht und deswegen die Frequenz auf den Dauerquadraten ansteigt, nicht aber die durchschnittliche Deckung.

Vegetationsveränderungen können verschiedene denkbare Gründe haben. Das Abnehmen von Pflanzenarten ist möglicherweise durch

- den selektiven Fraß der Schweine (siehe Kapitel 6),
- Konkurrenzeffekte aufgrund von Eutrophierung (siehe 3.4.2.5) oder
- die ungezielte Beeinträchtigung durch das Wühlverhalten bedingt.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden Fraßpräferenzen der Schweine durch Beobachtungsstudien (Flegler, persönliche Mitteilung) ermittelt. Diese zeigen eine generelle Präferenz von Pflanzenarten mit fleischigen Blättern, frischem Grassaufwuchs und nährstoffreichen Rhizomen. Dornen, Stacheln und andere mechanische Fraßschutzeinrichtungen (Nitsche & Nitsche, 1994) waren für die Pflanzen kein genereller Schutz gegen Fraß durch Schweine. Außerdem sind individuelle und altersabhängige Präferenzen einzelner Tiere („Geschmäcker“) sehr deutlich ausgeprägt (Beinlich, Flegler, van Rehmen, persönliche Mitteilung). Zum Beispiel wurde beobachtet, dass *Cirsium oleraceum* im UG Eggelwiesen fast vollständig gefressen wurde. Eine solche Pflanze-Herbivoren-Wechselwirkung wurde als Ice-Cream-Effekt beschrieben (Crawley, 1997). Er tritt bei Pflanzen auf, die so schmackhaft sind, dass sie immer gefressen werden, sobald der Herbivor ihr begegnet. Eutrophierungseffekte durch Konkurrenz werden später noch eingehend diskutiert, grundsätzlich ist eine Reduzierung von Konkurrenz zwischen Pflanzen aufgrund der sehr hohen Offenbodenanteile anzunehmen. Demnach kommen den Regenerationsstrategien für das Überleben auf Schweineweiden große Bedeutung zu. Gründe für das Zunehmen von Arten liegen demnach in

- der Vermeidung von Fraß (siehe Kapitel 6) oder
- der Regeneration von Arten in vegetativer oder generativer Hinsicht (siehe Kapitel 6).

Fraßvermeidung betrifft nur wenige Arten, wie zum Beispiel *Rumex obtusifolius* (Teilprojekt Ethologie, persönliche Kommunikation), während der Regeneration von Arten nach einem Wühlereignis auch auf anderen Schweineweiden große Bedeutung zukommt (Vittoz & Hainard, 2002).

Der überwiegende Teil der Arten reagiert in den Gebieten, wo sie im Artenpool vertreten sind, einheitlich zunehmend oder abnehmend, was durch die ver-

gleichsweise drastische Form der Störung bedingt sein könnte, die gleichzeitig oberirdische, wie unterirdische Biomasse betrifft. Trotzdem gibt es Arten, die auf verschiedenen Schweineweiden unterschiedlich reagieren. Unterschiedliche Reaktionen auf Beweidung sind an sich kein ungewöhnliches Phänomen (Vesk & Wespoby, 2001). Der überwiegende Teil der unterschiedlich reagierenden Arten kann durch die unterschiedlichen Weidedichten erklärt werden. Dies ist der Fall bei *Arrhenatherum elatius*, *Galium mollugo*, *Heracleum sphondylium*, *Lotus corniculatus*, *Phleum pratense*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Trifolium pratense* und *Trisetum flavescens*. Diese Arten profitieren von geringer Störung (UG Lenzen, UG Eggelwiesen und UG Schmandberg), vertragen aber intensivere Störung nicht (UG Brucht und UG Tieringen). Möglicherweise ist für sie auch die Beschränkung der Weideperiode auf eine knappe Zeitspanne pro Jahr vorteilhaft. Die unterschiedliche Reaktion könnte auch mit den Feuchtigkeitsbedingungen zusammenhängen. *Cirsium vulgare* wird im Feuchten zurückgedrängt, im Trockenem gefördert, während der Effekt bei *Plantago lanceolata* genau umgekehrt ist. Keine Erklärung kann für *Ranunculus repens* (überwiegend gefördert) und für *Trifolium repens* (überwiegend zurückgedrängt) gefunden werden.

3.4.2.2 Artenzahlen

Der Anstieg der Artenzahlen, der in Mitteleuropa sowohl auf Wildschweinwühlstellen gefunden wurde (Treiber, 1997), als auch auf einer experimentellen Schweineweide in den Elbauen (Micklich, 1996) und einer Almfläche im Schweizer Jura (Vittoz & Hainard, 2002), konnte in diesem Forschungsprojekt bestätigt werden. Mögliche Jahres-, Witterungs- oder populationsbiologisch bedingte Entwicklungstendenzen wie zum Beispiel dem zehn- bis zwölfjährigen Kleezyklus (Klapp, 1965) wurden durch die strikte Berücksichtigung der Vegetationsentwicklung auf Kontrollflächen ebenso herausgefiltert wie die durch wechselnde Bearbeiter bedingten Schätzfehler. Im Gegensatz zu der Elbauenstudie (Micklich, 1996) konnte hier der Untersuchungsrahmen zeitlich auf drei Jahre ausgedehnt werden. Erklärt werden kann der plötzliche Anstieg der Artenzahlen nach Beginn der Beweidung mit der Schaffung von Störstellen, die als Keimnische für Arten dienen, die in der Diasporenbank lagern, aber nicht mehr in der rezenten Vegetation vorhanden sind. Dieser Prozess wird in Kapitel 5 näher untersucht. Im Laufe der folgenden Untersuchungsjahre wurde jedoch erwartet, dass die Artenzahlen wieder rückläufig sind, weil dann lokale Aussterbeprozesse von Pflanzenarten hinzukommen, die nicht an Schweinebeweidung angepasst sind. In allen Untersuchungsgebieten überwiegen jedoch die zunehmenden Arten gegenüber den rückläufigen und dies führte in der Summe dazu, dass eine Nettoverringerung der Artenzahlen auch nach dem dritten Beobachtungsjahr in keinem der fünf Untersuchungsgebiete auftrat.

Im Vergleich zu den Studien von Micklich (1996) wurde sowohl räumlich als auch standörtlich ein umfangreicheres Spektrum beprobt. Besonders die trockenen Standorte, UG Schmandberg und UG Tieringen, weisen eine große Zunahme der Artenzahlen auf. Auch im UG Brucht wurden trockene Bereiche in die Schweinebeweidung einbezogen. Dies könnte damit zusammenhängen, dass auf

diesen Flächen eine reiche Segetalflora in der Diasporenbank vorliegt, die von einer früheren Ackernutzung herrührt.

Die Ergebnisse der Förderung der Artenvielfalt durch Schweinebeweidung stehen im Widerspruch zu Ergebnissen aus Nord-Amerika, wo ein Rückgang der Artenzahlen der Waldbodenvegetation durch verwilderte Europäische Wildschweine dokumentiert wurde (Bratton, 1975). Dieser Rückgang war so groß, dass eine Rückentwicklung zu den ursprünglichen Artenzahlen auch nach einer Regenerationsphase nicht festgestellt wurde (Bratton *et al.*, 1982). Möglicherweise liegen diese Befunde daran, dass es sich dabei um ursprüngliche und großflächige Wälder handelt, die ein eingeschränktes Diasporenpotenzial im Boden aufweisen, während die meisten mitteleuropäischen Wälder durch ihre diverse Nutzungsgeschichte ein umfangreicheres Potenzial an Offenlandarten aufweisen. Eine mangelnde Regenerationsfähigkeit von Waldbodenvegetation kann nicht grundsätzlich als Erklärung herangezogen werden (Jensch, 2003).

3.4.2.3 Artenturnover und Dynamik auf den Flächen

Unter Dynamik versteht man allgemein Veränderungen in der Zeit. Die klassische Vegetationskunde geht in ihren Einheiten von statischen Gebilden aus. Sie hat die Dynamik selten direkt untersucht, sondern beschränkte sich auf den räumlichen Vergleich bestimmter Sukzessionsstadien (Treiber, 1997). Neue Erkenntnisse zeigen, dass viele Lebensräume gerade durch spezifische zeitliche Veränderungen auf lokalen Probestellen gekennzeichnet sind, was dann großräumig zu Musterbildungen führt, die auf noch größerer Maßstabsebene scheinbar konstante Strukturen ergeben (Remmert, 1991; White & Jensch, 2001).

Auf allen untersuchten Schweineweiden wurde eine hohe Dynamik der Vegetation gefunden, was in verschiedenen Parametern zum Ausdruck kommt.

Erstens nimmt die Streuung der Dauerquadrate auf Schweineweiden in den Ordinationsverfahren stärker zu als auf den jeweiligen Referenzflächen. Dies tritt deutlich in Tieringen und Lenzen zutage, zwei Untersuchungsgebieten mit hohem Besatz. Dieselben Tendenzen finden sich in den Untersuchungsgebieten mit geringem Besatz. Vom UG Brucht kann eine solche Größe nicht abgeleitet werden, da die Referenzflächen deutlich kleiner sind als die Schweineweide. Die Streuung im Ordinationsdiagramm kann als Maß für die Variabilität der Aufnahmeflächen im Raum angesehen werden.

Zweitens zeigt sich die Dynamik auch in den hohen Werten des Standardfehlers, zum Beispiel der Artenzahlen, der ebenfalls die räumliche Variabilität beschreibt. Ein hoher Standardfehler bedeutet, dass auf der Schweineweide nicht überall mit hohen Artenzahlen zu rechnen ist. Lokal können sehr wohl die Artenzahlen bei intensiver Wühltätigkeit reduziert sein. Gleichzeitig gibt es aber auch Dauerquadrate, die sich in einem Regenerationsstadium befinden (Treiber, 1997). Dort ist die Artenzahl deutlich erhöht.

Drittens hat sich in allen Untersuchungsgebieten außerordentlich klar gezeigt, dass auch die zeitliche Veränderung in Schweineweiden größer ist als auf allen Referenzflächen. Die zeitliche Veränderung wurde in Form des Artenturnovers gemessen, der den Artenwechsel auf einem Dauerquadrat in jeweils zwei Folgeaufnahmen misst. Der Turnover über den Winter ist jeweils höher als über

den Sommer, was am Lebenszyklus der kurzlebigen Arten (Absterben der Sommerannuellen im Herbst und Auflaufen der Herbstannuellen) in Kombination mit der verstärkten Wühlaktivität der Schweine im Herbst (Teilprojekt Ethologie, persönliche Mitteilung) liegen dürfte.

Eine solch hohe Dynamik ist untypisch für Grünlandssysteme in Mahd- oder Weidenutzung mit grasenden Tieren. Typisch ist sie zum Beispiel für Flußauen-systeme (Dister, 1998; Plachter, 1998). Über diese Dynamik entsteht ein räumliches Mosaik, das in seiner Gesamtheit einen artenreichen Lebensraum ausmacht. Dieser Mechanismus wurde auf beweideten Kalkmagerrasen in Süd-Schweden erkannt und als Karussell-Modell beschrieben (Van der Maarel & Sykes, 1993), aber ansonsten kaum auf andere störungsgeprägte Lebensräume angewandt.

Ein solches System bietet eine Chance für Arten, die nicht unmittelbar an Schweinebeweidung, sondern an konventionellen Wirtschaftsweisen angepasst sind, in Refugien zu überleben. Tatsächlich ist die Aussterberate auf Schweineweiden während der Projektlaufzeit gering gewesen. Abschließend kann diese Frage jedoch während den drei Untersuchungsjahren nicht beantwortet werden, da grundsätzlich alle abnehmenden Arten bis zum lokalen Aussterben weiter ausgedünnt werden.

3.4.2.4 Zuordnung zu soziologischen Einheiten

Zwei störungsgeprägte Artengruppen sind die Segetalarten und die Zwergbinsengesellschaften. Die Förderung der Segetalarten konnte in allen Gebieten bestätigt werden, wo ausreichende segetale Artenpools vorhanden sind. Deshalb kann generell davon ausgegangen werden, dass segetale Arten durch Schweineweide gefördert werden. Anders sieht der Zusammenhang mit den Arten der Zwergbinsengesellschaften aus. Bei einzelnen Arten wurde eine Förderung nachgewiesen, eine statistische Absicherung war nicht möglich. Das kann damit zusammenhängen, dass Arten der Zwergbinsengesellschaften neben dem Störungsregime sehr spezifische Standortansprüche benötigen (Philippi, 1968, 1969; Täuber, 2000; Täuber & Petersen, 2000). Zum Beispiel keimen sie vorzugsweise unter nassen Bedingungen, selten unter frischen oder nur feuchten Bedingungen. Die Temperaturoptima liegen vergleichsweise hoch (Täuber, 2000). Segetalarten sind hingegen an ein sehr viel breiteres Standortspektrum angepasst (Hofmeister & Grave, 1986).

Die Bodenart kann eine Erklärung dafür bieten, dass *Juncus bufonius* in den Eggelwiesen bis auf ein Einzelexemplar nicht aufgelaufen ist, obwohl es in der Diasporenbank zahlreich vorhanden ist. *Juncus bufonius* benötigt lehmige oder sandige Böden (Griese, 1998), während in den Eggelwiesen die Böden zumindest in den feuchten Bereichen aus Niedermoortorfen mit hohen organischen Anteilen bestehen.

3.4.2.5 Standortkundliche Generalisierung

Bei der Nährstoffanalyse wurde neben der Ermittlung des pH-Wertes der Schwerpunkt auf die Ermittlung des Kalium-, Phosphor- und Stickstoffgehaltes des Bodens gelegt.

Welche Bedeutung haben die Elemente Kalium, Phosphor und Stickstoff für die Pflanze?

Kalium dient den Pflanzen dazu, den Wasserstatus aufrechtzuerhalten. Besondere Bedeutung kommt Kalium beim Aufbau des Zellturgor, der Bewegung der Stomata und dem Transport von Kohlehydraten zu. Kaliumüberschuss im Medium führt zu „Luxus-Konsum“, ohne dass dadurch Schäden auftreten. Ein sehr hoher Überschuss von Kalium kann zu Defiziten in der Magnesium und Calcium-Aufnahme führen. Im Boden liegt Kalium in einem Gleichgewicht zwischen freier Lösung, austauschfähiger Form gebunden an Tonminerale und fest gebunden an Tonmineralen vor, wo es von Pflanzen nicht aufgenommen werden kann. In tonreichen Böden kann zusätzliches Kalium leicht gebunden werden (Jones, 1998).

Phosphor ist ein essentielles Element für Pflanzen. Es ist Baustein vor allem von Nukleinsäuren. Phosphor liegt entweder organisch oder anorganisch gebunden an Aluminium oder Eisen im Boden vor. Überschuss von Phosphor kann die Eisen- und Zink-Aufnahme behindern. (Jones, 1998). Phosphor stimuliert die Blütenbildung, erhöht die Standfestigkeit und erhöht die Resistenz gegen Infektionskrankheiten (Jones, 1998).

Stickstoff ist für Pflanzen ebenfalls essentiell. Es wird vor allem zur Synthese von Proteinen benötigt. Im Boden liegen 90 % des Stickstoffs im Boden organisch gebunden vor (Henzell & Ross, 1973). Die mineralischen Formen (Nitrat und Ammonium, ferner Nitrit) sind leicht von Pflanzen aufzunehmen (Henzell & Ross, 1973). Der pH-Wert bestimmt, ob Stickstoff als Nitrat oder Ammonium aufgenommen wird. Stickstoffüberschuss kann zu fehlendem Blüten- und Fruchtansatz führen (Jones, 1998). Stickstoff oder Phosphor sind oftmals in magerem Grünland im Minimum (Verhoeven *et al.*, 1996; Köhler *et al.*, 2001; Carroll *et al.*, 2003).

Welche generellen Veränderungen haben sich ergeben?

Eutrophierungstendenzen wurden auf der Basis der Ellenberg'schen Nährstoffzeigerwerte in Kombination mit bodenanalytischen Methoden auf den Schweineweiden der Untersuchungsgebiete Brucht und Tieringen nachgewiesen. Das sind diejenigen Untersuchungsgebiete, auf denen ganzjährig Schweine gehalten wurden. Beachtenswert ist dabei, dass das UG Lenzen nur unwesentlich geringere Besatzleistungen als das UG Brucht aufweist (Tabelle 4), aber keine Eutrophierungstendenzen aufzeigt. Dies spricht dafür, dass die Besatzleistung nicht allein entscheidend ist, sondern auch das Weidemanagement. In den Untersuchungsgebieten Brucht und Tieringen gibt es sichere Hinweise auf die deutliche Zunahme von Kalium und Phosphor, die Situation beim Stickstoff ist schwieriger zu interpretieren, die Tendenzen deuten ebenfalls auf eine Zunahme hin. Auf der Herbstweide des Untersuchungsgebietes Schmandberg zeichnet sich auf der Basis

der Zeigerwerte ebenfalls eine Zunahme nährstoffreicher Standorte ab. Dies konnte jedoch durch die Bodenuntersuchungen nicht bestätigt werden, weshalb die Eutrophierungsdiagnose als unsicherer als in anderen Gebieten gelten muss.

Die Einschätzung der Größenordnung dieser Veränderungen in Bezug auf landwirtschaftlichen Nutzungsformen ergibt, dass die Veränderungen auf den Flächen kaum bedeutsam sind. Kritische Überschreitungen der Düngegrenzwerte, ab denen eine Düngung nicht mehr empfohlen wird (Schlichting *et al.*, 1995), ergeben sich in der Regel nur an Sonderstandorten, die von den Schweinen sehr intensiv frequentiert werden, also Futter- und Lagerplätze, wo die Schweine meist in unmittelbarer Umgebung Kotplätze angelegt haben.

Was kann diese Veränderungen verursacht haben?

Durch Zufütterung von eiweißhaltigem Futter (Leguminosen-Getreidemischung) ist auch mit einer Gesamtzunahme des Stickstoffs auf den Weideflächen zu rechnen. Bilanzierungen zwischen N-Input und N-Output über Fleischnutzung mit entsprechender Berücksichtigung von Nitrifizierungs- und Denitrifizierungsprozessen stehen noch aus.

Darüber hinaus können Nährstoffe auch über den Kreislauf Boden => Aufnahme in die Pflanze => Fraß durch Weidetiere => Ausscheidungen => Abbau => Übergang in den Boden leichter verfügbar gemacht werden als ohne Beweidung. Dies kommt daher, dass Weidetiere nur einen geringen Anteil der Nährstoffe der Nahrung entziehen und den überwiegenden Teil wieder ausscheiden. Ein Teil davon wird über den Urin ausgeschieden, in dem Nährstoffe leichter verfügbar sind. Urin ist reich an Kalium aber arm an Phosphor und Stickstoff (Whitehead, 2000). Andere Autoren geben an, dass auch wesentliche Teile des Stickstoffs über den Urin ausgeschieden werden (Henzell & Ross, 1973). Die im Kot ausgeschiedenen Elemente (Phosphor und Stickstoff) sind dort organisch gebunden und müssen erst abgebaut werden, ehe sie pflanzenverfügbar werden (Whitehead, 2000). Die Mineralisierungsrate von organischen N wird mit 3 % pro Jahr als gering eingeschätzt (Henzell & Ross, 1973). Dieser Abbau verläuft unter feuchten Bedingungen und regem Bodenleben schneller als unter trockenen.

Welche Bedeutung haben diese Veränderungen für die Vegetation?

Umfangreiche Forschungsarbeiten existieren zu der Wirkung der Nährstoffe auf voneinander separierten Pflanzen, vor allem im Hinblick auf Ackerbau (Marschner, 2002). Das Wissen über die Reaktion von Pflanzenarten, die miteinander in (Konkurrenz-)Wechselwirkung stehen, auf bestimmte Nährstoffe ist sehr begrenzt. Klapp (1965) konnte trotz jahrelanger Forschungen keine Beziehung zwischen Phosphor, Stickstoff, Kalium, Ertrag und Zusammensetzung des Pflanzenbestandes feststellen. Einige Phänomene und Mechanismen sind dennoch bekannt. Produktiveres, also gedüngtes Grünland ist zusätzlich zum Vorhandensein von Störstellen für die Neuansiedelung von Arten besser geeignet als nährstoffarmes Grünland, wobei der Nährstoffgehalt erst im späteren Ansiedlungsprozess an Bedeutung gewinnt (Burke & Grime, 1996; Thompson *et al.*, 2001). Die Nährstoffsituation kann darüber hinaus entscheidenden Einfluss

auf die Konkurrenzfähigkeit und damit die Zusammensetzung der Artengemeinschaften haben (Tilman, 1982).

Eutrophierungen führen zu vergrößerter Konkurrenz zwischen Arten, da Nährstoffzeiger das zusätzliche Angebot an Nährstoffen rasch umsetzen können, nicht aber Arten armer Standorte, die physiologisch optimiert sind, geringe Konzentrationen effektiv aufzunehmen. Da aber durch die Wühltätigkeit der Schweine die Grasnarbe aufgebrochen wird und Konkurrenz eine geringere Rolle zwischen den Pflanzen spielt, ist zu vermuten, dass die Eutrophierung kurzfristig keine große Auswirkung auf die etablierte Vegetation besitzt. Eine gewisse Förderung der Etablierung von Keimlingen wurde von nährstoffreichen Probestellen berichtet (Burke & Grime, 1996).

Die Wirkung von erhöhten Ammonium und Kalium-Gaben, aber nicht von Phosphor kann generell auf Flächen in der Grünlandwirtschaft beobachtet werden, die mit Gülle gedüngt werden. Dort werden bestimmte Arten, wie zum Beispiel *Taraxacum officinale*, *Heracleum sphondylium*, *Anthriscus sylvestris* und *Rumex obtusifolius* gefördert (Dierschke & Briemle, 2002). Für *Rumex obtusifolius* wurde dies im UG Brucht und tendenziell im UG Tieringen gefunden, *Anthriscus sylvestris* nahm im UG Eggelwiesen zu. *Heracleum sphondylium* hat im UG Tieringen sogar abgenommen, ebenso *Taraxacum officinale* in den intensiv beweideten Gebieten des UG Brucht und UG Tieringen. Eine reine Erklärung der Vegetationsveränderungen durch Güllewirkung ist somit nicht möglich.

Im längsten bekannten Düngungsversuch von Wiesen in Rothamsted wurde ermittelt, dass *Alopecurus pratensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* und *Lathyrus pratensis* durch Düngung gefördert werden (Brenchley, 1926). Höhere Nährstoffniveaus, insbesondere Abwässer intensiver Schweinehaltungsbetriebe, fördern die Expansion von robusten, produktiven und konkurrenzstarken Arten wie zum Beispiel *Alopecurus pratensis*, *Phalaris arundinacea* und *Urtica dioica* (Prach, 1993). Dies konnte aber in den untersuchten Schweineweiden gerade in Bezug auf die Deckung nicht nachgewiesen werden. Deshalb muss von einem Überwiegen des Störungseffektes ausgegangen werden, sodass bestenfalls die Frequenz der besiedelten Dauerquadrate bei solchen Arten zugenommen hat.

In herkömmlichen Grünlandökosystemen führt Düngung oder Eutrophierung zu verringerten Artenzahlen (Smith, 1994; Wedin & Tilman, 1996; Schellberg *et al.*, 1999), was von Schweineweiden nicht bestätigt werden kann. Somit muss auch der Konkurrenzeffekt auf Schweineweiden als nicht so bedeutsam eingeschätzt werden, da der Offenbodenanteil hoch ist. Eine solche Situation ist auch typisch für Acker-Beikrautgesellschaften. Die Zusammensetzung dieser Gesellschaft ist nur ausnahmsweise von den Hauptnährstoffen abhängig, in der Regel bewirken die Nährstoffe eine gleichmäßige Förderung aller Arten (Ellenberg, 1996). Stattdessen verändert sich die Artenzusammensetzung der Acker-Beikrautgesellschaften deutlich mit der Reaktion und der Feuchte des Bodens.

3.4.2.6 Lebensstrategien der Pflanzen

Grime postulierte, dass die Lebensstrategien von Pflanzen in Abhängigkeit des Grads der Störung und der Produktivität der Lebensräume in drei Dimensionen beschrieben werden kann (Grime, 1974, 2001). Ein intensives Störungsregime und hohe Produktivität des Standortes werden von Arten mit ruderaler Strategie (R) am besten kompensiert, geringe Produktivität und geringe Störungshäufigkeit wird von stressangepassten Arten (S) bewältigt, und hoch produktive Standorte mit geringem Störungsregime werden von konkurrenzstarken Arten (C) am besten ausgenutzt. Dieses sogenannte CSR-Konzept lässt intermediäre Typen aus diesen Strategienkomponenten in kontinuierlichem Übergang zu. Das Konzept besagt aber, dass in der extremen Ausprägung eine Art nicht gleichzeitig gut Störungen bewältigen, an Umweltstress angepasst sein kann und reichlich vorhandene Ressourcen schnell nutzen kann.

Auf Umweltstress reagieren die meisten Arten mit langsamen Wachstum (in Folge dessen Mehrjährigkeit), Fraßschutz, Schutzmechanismen gegen den jeweiligen Stressfaktor (zum Beispiel extreme pH-Werte des Bodens, Beschattung, Nährstoffknappheit, Austrocknung). Konkurrenzfähig sind Pflanzen, die vorhandene Ressourcen (Licht, Wasser, Nährstoffe, Raum) schneller als andere Arten aufnehmen und umsetzen können. Störung wird in diesem Konzept mit Biomasseverlust gleichgesetzt. Ruderale Arten sind daran besonders gut angepasst. Sie weisen meist eine langlebige Diasporenbank auf, können sich schnell etablieren, wachsen schnell und investieren viele Ressourcen in die Produktion möglichst vieler Samen. Der Aufbau großer Biomasse und vegetatives Wachstum sind mit diesen Strategien nicht vereinbar (trade-off).

Da die Schweineweide eine klare Reduktion von Biomasse hervorruft, wurde die Hypothese aufgestellt, dass auf Schweineweiden ruderale Arten im Sinne von Grime gefördert werden. Tatsächlich wurde nur auf trockenen Standorten eine klare Ruderalstrategie gefunden. Auf feuchten Standorten weisen die Schweineweiden nur im Falle der Brucht noch Teile des Ruderalisierungsvektors auf, nicht aber eine eindeutige und ausschließliche Strategie gegenüber den anderen Behandlungen. Das heißt, dass die Strategie zur Bewältigung von Störungen abhängig vom Standort ist.

Dies kommt möglicherweise daher, dass die Lebensstrategien nach Grime zu hoch aggregiert sind, um die Veränderungen allein mit ihnen zu erklären. Auf Schweineweiden würden demnach Mischungen aus verschiedenen Strategietypen existieren, die sich in ihrer Gesamtheit nicht eindeutig den Grime'schen Strategietypen zuordnen lassen. Gut in diese Vorhersage passen die zahlreichen annuellen Arten, die nach Raunkiaer den Therophyten zuzuordnen sind, wie zum Beispiel *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense* oder *Gnaphalium uliginosum* (Grime *et al.*, 1988). Sie stellen die Mehrzahl der geförderten Arten dar. Rein stressangepasste Arten treten unter den geförderten Arten allerdings nicht auf. Von den wettbewerbsstarken Arten wurde zum Beispiel *Phalaris arundinacea* im Feuchten gefunden. Die ebenfalls wettbewerbsstarke Art *Cirsium arvense* tendiert zu trockeneren Bereichen als *Phalaris arundinacea*. Ihnen scheint weiter gemeinsam zu sein, dass sie zusätzlich zu der vegetativen Ausbreitung über laterales Wachstum auf eine sehr effektive generative Ausbreitung zurückgreifen

können (*Phalaris arundinacea* mit langlebiger Diasporenbank und *Cirsium arvense* mit sehr gut flugfähigen Samen).

Bei der Berücksichtigung einer zeitlichen Dimension kann aber auch das Grime'sche Modell eine gewisse Pluralität der Strategien als Reaktion auf Störung erklären. Der typische Verlauf einer Sekundärsukzession auf den produktiven Standorten (UG Brucht und UG Lenzen) verläuft von den ruderalen Arten in Richtung der wettbewerbsstarken Arten und anschließend in Richtung der stresstolerierenden Arten (Grime, 1977, 2001). Das UG Eggelwiesen spielt aufgrund der geringen Beweidungsintensität möglicherweise eine Sonderrolle. Bei ihnen kann die Korrelation des Stressvektors in Richtung der intensiv gestörten Bereiche damit erklärt werden, dass durch den Rückbau der Drainage Arten, die an einen höheren Grundwasserstand angepasst sind, gefördert werden. Ein hoher Wasserstand muß für die Pflanzen als Stress interpretiert werden, da sie dann wenig Sauerstoffzufuhr im Wurzelraum erfahren.

Diese Sukzessionsentwicklung kann durch Beobachtungen aus den Schweineweiden in Kroatien bestätigt werden. Dort brechen die Schweine die *Agrostis stolonifera*-Dominanz auf, ruderale Arten können sich ansiedeln, ehe sie wiederum von *Agrostis stolonifera*, einer konkurrenzstarken Art, verdrängt werden (Poschlod *et al.*, 2002).

Demgegenüber sagt Grime, dass Sekundärsukzession auf wenig produktiven Standorten direkt von den ruderalen zu den stress tolerierenden Arten verläuft, wobei die konkurrenzstarken Arten keine Bedeutung haben (Grime, 2001). Die trockenen Untersuchungsgebiete würden in dieses Schema passen, da sie vermutlich weniger durch Nährstoffknappheit limitiert sind, als vielmehr durch Wassermangel (UG Schmandberg, UG Tieringen). Demnach dominieren die Ruderalen. Die nach Grime erwartete Sukzession zu vermehrt stresstolerierenden Arten (Grime, 2001) wurde nicht beobachtet, ist aber auf den Schweineweiden nicht zu erwarten, da sich die Umweltbedingungen (extreme Trockenheit, extreme Nässe) nicht verändert haben.

Eine eingehendere Untersuchung der Lebensstrategien, die auch einzelne Merkmale einbezieht, soll in Kapitel 6 erfolgen.

3.4.3 Offenhaltung durch Schweine

Im Gegensatz zu Rindern, Schafen oder Ziegen (Nitsche & Nitsche, 1994) gibt es bislang keine Darstellungen zum Verbissverhalten von Schweinen an Gehölzen. Bei Weißdorn (*Crataegus monogyna*) wurde in diesen Untersuchungen der Zuwachs sowohl auf einer Herbst- und einer Frühjahrsschweineweide, als auch auf einer Brachfläche vermessen. Es haben sich aber keine nachweisbaren Unterschiede ergeben. Dieser Befund steht im Gegensatz zu Verhaltensbeobachtungen an den Schweinen, die durchaus in der Lage sind, Gehölztriebe zu schälen, abzubeißen oder ganz zu entfernen (eigene Beobachtungen). Auf die Fläche bezogen dürfte dieser Effekt aber zu vernachlässigen sein, da Schweine diese Verhaltensweisen hauptsächlich im Bereich ihrer Lagerstätten zeigen und störenden Gehölzanflug an Lagerplätzen und Koben entfernen. Bei Buchen im Wald wurde ein größerer Sprosszuwachs auf Wühlstellen von Wildschweinen

nachgewiesen, hinsichtlich des Dickenwachstum ergaben sich jedoch keine nachweisbaren Unterschiede (Lacki & Lancia, 1986).

Stattdessen wird auf den Wühlstellen die Etablierung von Gehölzen gefördert, was im UG Schmandberg an Weißdorn (*Crataegus monogyna*) nachgewiesen wurde und in den anderen Untersuchungsgebieten auch an Ahorn (*Acer* sp.), Pappel (*Populus hybridus*), Silber-Weide (*Salix alba*) und Schwarz Erle (*Alnus glutinosa*) beobachtet wurde. Dieser Effekt ist natürlich abhängig vom entsprechenden Diasporenangebot, sodass die Ansiedlung von Hartholz-Auwald (Micklich *et al.*, 1996b) bei fehlendem Diasporenangebot nicht erwartet werden kann. Außerdem dürfte nach jetzigem Kenntnisstand eine Ansamung von Arten mit großen Diasporen seltener passieren als von Arten mit kleinen Diasporen, da große Diasporen, wie zum Beispiel Eicheln und Bucheckern, bevorzugt gefressen werden und in ihrem endozoochoren Potenzial unterrepräsentiert sind (Kapitel 4). Über die Zeit der mittelalterlichen Waldweide existieren Berichte von der mangelnden Regeneration von Buchen und Eichen bei Schweinebeweidung (Ten Cate, 1972). Der Nutzungsdruck bei der Waldweide muss aber als wesentlich größer eingeschätzt werden als auf den extensiv beweideten Flächen dieses Projektes.

Demnach muss aus den Ergebnissen geschlussfolgert werden, dass die Verbuschung durch extensive Schweineweide nicht aufgehalten werden kann und die Etablierung von Sämlingen sogar noch gefördert wird. Dies unterscheidet Schweine jedoch nicht von vielen anderen großen Herbivoren (zum Beispiel Rind oder Schaf), die ebenfalls eine Verbuschung nicht aufhalten können (Nitsche & Nitsche, 1994).

3.5 Zusammenfassung

Um die Auswirkung der Schweinefreilandhaltung auf Grünlandvegetation zu untersuchen, wurden fünf Standorte von jeweils ungefähr 2 ha Größe in Mitteleuropa ausgewählt und mit den jeweils regionaltypischen Rassen in geringer Besatzdichte von 0,2 bis 5 GV/ha und einer Besatzleistung von 0,1 bis 1,2 GV*a/ha bestückt. In Lenzen (Brandenburg) wurde das Angler Sattelschwein auf einer Weide hinter dem Elbdeich mit Qualmwassereinfluss gehalten. An drei Standorten im Weserbergland (Brucht, Eggelwiesen und Schmandberg) kam das Döppler Weideschwein zum Einsatz. Es ist eine Rückzüchtung, die dem ausgestorbenen deutschen Weideschwein gleichen soll. Es wurden eine Bachaue, die sich in trockene, frühere Acker- und Wiesenbereiche ausdehnt, ein verbrachtes Niedermoor und ein seit fünf Jahren aufgelassener Kalkscherbenacker als Weideflächen ausgewählt. In Tieringen (Schwäbische Alb) wurde das Schwäbisch Hällische Schwein (seltene Lokalrasse) auf einer aufgedüngten Bergweide mit flachgründigen, kalkreichen Böden gehalten.

Auf diesen Versuchsweiden und auf benachbarten Referenzflächen (weitergeführte bisherige Nutzung und einer Brache) wurden jeweils mindestens 16 Dauerquadrate je 4 m² eingerichtet (nur einmal 8 und einmal 13 Dauerquadrate), die zweimal pro Jahr beprobt wurden. Zur Auswertung des Vegetationsmonitorings wird ein multivariates Verfahren, das Nonmetric Multidimensional Scaling, eingesetzt. Zusätzlich werden die Arten je nach den Entwicklungstrends auf den verschiedenen Managementvarianten in zunehmende und abnehmende Arten eingeteilt. Zu ausgewählten Dauerflächen in den Eggelwiesen, Brucht und Lenzen wurde vor Beginn der Beweidung und am Ende Bodenproben entnommen und auf ihren Nährstoffgehalt hin untersucht. Die Vegetationsentwicklungen werden hinsichtlich Verschiebung von Vegetationsmustern, Deckung und Frequenz der Einzelarten, Artenzahlen, Arten turnover, soziologischer Zuordnung der Arten, den Grime'schen Lebensstrategien und Nährstoffzeigerwerten ausgewertet.

Im Laufe von drei Beobachtungsjahren haben sich folgende Veränderungen ergeben:

1. Der Besatz von Schweinen führt zu einem erheblichen Offenbodenanteil von bis zu 62 % (durchschnittlicher Offenbodenanteil auf den Dauerquadraten im UG Tieringen 2001), da sie weite Teile der dominierenden Vegetation fressen, durch ihre unspezifischen Wühlaktivitäten entwurzeln und somit abräumen.
2. Auf den so geschaffenen Störstellen können viele annuelle Kräuter auflaufen. Vorher bestandsbildende Gräser werden zurückgedrängt, sodass sich das Gräser-Kräuter-Verhältnis zugunsten der Kräuter verschiebt.
3. Dadurch steigt auf Schweineweiden sowohl die räumliche Dynamik, gemessen in der Streuung der Ordinationsdiagramme, als auch die zeitliche Dynamik auf einzelnen Dauerquadraten, gemessen im Arten turnover. Der Arten turnover auf der Schweineweide ist signifikant von der fortgeführten bisherigen Nutzung verschieden. Die höhere Dynamik hatte im UG Eggelwiesen zur Folge, dass sich die Vegetation auf der Schweine-

weide nach einer Wiedervernässungsmaßnahme schneller den neuen standörtlichen Bedingungen angepasst hat und feuchtigkeitsliebende Arten zugenommen haben, als auf der Referenzbrache, die gleichermaßen durch die Vernässung betroffen war.

4. Die meisten der vorherigen Arten können auf der Schweineweide über die drei Beobachtungsjahre überleben (d. h. die lokale Aussterberate ist in Anbetracht der massiven Störung überraschend gering). Mit den zahlreichen neu etablierten Arten ergibt sich eine Nettozunahme der Artenvielfalt auf Schweineweiden. Somit ist die Artenzahl je Dauerquadrat auf der Schweineweide signifikant von der fortgeführten bisherigen Nutzung verschieden.
5. In Tieringen ergibt sich eine eindeutige Trennung der Behandlungsvarianten und die Herausbildung eines eigenen Vegetationstyps auf Schweineweiden. In den Untersuchungsgebieten Schmandberg-Herbstweide, Eggenwiesen und Brucht-Auebereich haben Teile der Schweineweide Brachecharakter angenommen. Als Grund wird dafür die heterogene Raumnutzung durch die Schweine, die geringe Besatzdichte und die sehr hohe Produktivität des Standortes Brucht-Aue diskutiert. In Lenzen bestimmen starke Standortgradienten innerhalb der Weide das Ordinationsergebnis. Auf Artebene konnte dort aber eine Förderung zahlreicher feuchtigkeitsliebender Arten nachgewiesen werden, die aus historischen Aufzeichnungen alter Schweineweiden bekannt sind (Kneucker, 1924). Es sind zum Beispiel *Achillea ptarmica*, *Alisma*-Arten, *Bidens*-Arten, *Glyceria fluitans*, *Gnaphalium uliginosum*, verschiedene *Juncus*-Arten, *Peplis portula*, *Ranunculus flammula* und Arten der Wasser-Hahnenfuß-Gruppe.
6. Schweine haben keinen Einfluss auf den Zuwachs von *Crataegus monogyna* und konnten eine beginnende Verbuschung nicht aufhalten. Sie förderten allerdings die Etablierung weiterer Keimlinge stärker als auf der Brachereferenzfläche.
7. Werden die Arten soziologischen Einheiten zugeordnet, so nehmen generell die Arten krautiger Vegetation oft gestörter Plätze zu. Darin befinden sich zum Beispiel Segetalarten, Trittrasenarten, Arten stickstoffreicher Ruderalstandorte und Zwergbinsengesellschaften. Eine signifikante Zunahme der Segetalarten konnte in allen Gebieten nachgewiesen werden, die in ihrer Nutzungsgeschichte eine ackerbauliche Nutzung aufweisen. In den anderen Gebieten steht kein ausreichender segetaler Artenpool zur Verfügung. Die Förderung von Arten der Zwergbinsengesellschaften kann an Einzelarten belegt werden: *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum* und *Peplis portula*.
8. In Bezug auf die Grime'schen Lebensstrategien der Pflanzen (Konkurrenzstarke Arten, ruderalen Arten und Stress ertragende Arten) ergibt sich bei den trockenen Untersuchungsgebieten eine klare Korrelation der Entwicklung der Schweineweiden zu der ruderalen Strategie. Bei den feuchten Untersuchungsgebieten liefert die ruderalen Strategie keinen klaren Entwicklungstrend.
9. In den meisten Weidegebieten ergibt sich nach den Analysen der Transsektproben eine leichte Eutrophierungstendenz, vor allem durch Kalium,

örtlich auch durch Phosphor und Stickstoff. Diese Entwicklung wird durch umfassende flächenhafte Beprobung des Teilprojektes Bodenkunde bestätigt. Bei zwei Untersuchungsgebieten, die das ganze Jahr über beweidet werden, hat die Nährstoffzunahme eine Förderung der stickstoffliebenden Arten zu Folge, was in der Summe eine Zunahme der mittleren Ellenberg'schen Nährstoffzeigerwerte ergibt. Im UG Lenzen, das ebenfalls eine hohe Besatzleistung aufweist, aber im Winter/Frühjahr nicht mit Schweinen bestellt wurde, konnte dies nicht nachgewiesen werden. Im UG Schmandberg-Herbstweide wurde keine bodenchemische Eutrophierung, aber ein Anstieg der Nährstoffzeiger festgestellt.

Als Gründe für diese Entwicklung wird diskutiert, dass der selektive Fraß für den Rückgang einiger weniger bevorzugter Pflanzen verantwortlich ist. Der unspezifischen Bodenstörung durch Wühltätigkeit der Schweine wird hingegen ein größeres Gewicht als bestimmender Faktor für den Rückgang von Arten angenommen. Wesentlicher Faktor für die Neubesiedelung sind Strategien, die Regeneration und/oder Etablierung auf den gestörten Flächen ermöglichen.

4 Ausbreitung von Pflanzenarten durch Schweine

4.1 Einleitung

Pflanzen werden durch den Transport von Samen oder anderen Funktionseinheiten, den sogenannten Diasporen ausgebreitet (Van der Pijl, 1982). Von vielen Ausbreitungsvektoren, wie zum Beispiel Wind oder Wasser (Van der Pijl, 1982; Stiles, 1992; Bonn & Poschlod, 1998), scheinen Ausbreitungswege über Tiere größere Bedeutung zu haben als bislang angenommen (Gill & Beardall, 2001). Dies ist besonders wichtig für Pflanzenpopulationen, die in fragmentierten Populationen leben (Poschlod, 1996; Poschlod *et al.*, 1996). In diesem Kapitel soll die Ausbreitung über Schweine (*Sus scrofa domesticus* Linné, 1758) analysiert werden, da diese Tiere bislang in der Ausbreitungsforschung zugunsten von Rind oder Schaf vernachlässigt wurden (Malo & Suárez, 1995a; Fischer *et al.*, 1996). Schweinen kommt eine große historische Bedeutung zu (Ten Cate, 1972).

Diasporen können über die Körperoberfläche von Tieren transportiert werden, was als Epizoochorie bezeichnet wird (Müller-Schneider, 1977). Die epizoochore Ausbreitungsfähigkeit von Pflanzenarten variiert je nach Anheftungsfähigkeit am Fell, Pflanzenhöhe und Ausstreuzeitpunkt (Fischer *et al.*, 1996; Stender *et al.*, 1997). Außerdem können Diasporen ausgebreitet werden, wenn sie das Verdauungssystem passieren und unbeschädigt wieder ausgeschieden werden. Dieser Mechanismus wird als Endozoochorie bezeichnet (Müller-Schneider, 1977). Die Darmpassage kann einen Filter darstellen, da manche Samen zerstört werden (Neto & Jones, 1987), andere möglicherweise durch Stratifikation oder Nährstoffanreicherung im Substrat gefördert werden (Dai, 2000). Samen können nach zoochorer Ausbreitung auch erst in die Diasporenbank im Boden gelangen und später ihre Entwicklung fortsetzen (Pakeman *et al.*, 1999; Malo *et al.*, 2000). Endozoochorie wird beeinflusst durch das Fressverhalten der Weidetiere (Diaz, 2000), die Passage durch das Verdauungssystem (Gardener *et al.*, 1993), sowie Zeit und Distanz, die das Tier während der Verdauung zurücklegt (Hornberger, 1959; Poschlod & WallisDeVries, 2002). Pflanzenmerkmale, die Endozoochorie fördern oder hemmen, sind noch nicht umfassend geklärt (Janzen, 1984; Pakeman *et al.*, 2002).

Hinsichtlich der Nahrungswahl werden Schweine als Allesfresser eingestuft. Sie fressen Pflanzen, Knollen, Wurzeln, Samen, Gras, Knospen, Blätter, Regenwürmer, Raupen, Nacktschnecken, Gehäuseschnecken, Frösche, Eier, junge Vögel, Nager, kranke Tiere und Aas (Hafez & Signoret, 1969). Trotzdem werden sie für hochgradig selektiv gehalten, weil sie einen feinen Geruchssinn besitzen, sehr lernfähig sind und viel Zeit in die Suche nach Nahrung investieren (Hafez & Signoret, 1969). Fraßselektivität wurde detailliert in Bezug auf Futter und Futterkomponenten untersucht (Zerboni & Grauvogl, 1984). Informationen über den Fraß an spezifischen Pflanzenarten sind jedoch nur spärlich in der Literatur vorhanden (Phillips, 1926; Frädriich, 1968). Zum Beispiel können die Brutknöllchen von *Ranunculus ficaria* Schweine anlocken (Falinski, 1986). Auf der Suche nach Nahrung wühlen Schweine oftmals im Boden. Dieses Verhalten ermöglicht es ihnen, auch an unterirdische Biomasse zu kommen, die von anderen

Großherbivoren nicht genutzt wird. Da beim Fressen an unterirdischer Biomasse auch Boden mit aufgenommen wird, ist zu vermuten, dass ein großer Teil der endozoochor ausgebreiteten Arten aus der Diasporenbank stammt.

In diesem Kapitel soll das Ausbreitungspotenzial der Pflanzenarten durch Schweine in den Untersuchungsgebieten Lenzen, Brucht und Saveauen untersucht werden. Dazu werden im Speziellen folgende Fragen untersucht:

1. Welche Arten werden epizoochor durch Schweine ausgebreitet?
2. Welche Arten werden endozoochor durch Schweine ausgebreitet?
3. Zu welchem Anteil stammen epizoochor und endozoochor verbreitete Arten aus der Diasporenbank und aus der fruchtenden Vegetation?
4. Welche Arten sind im Kot über- oder unterrepräsentiert, wenn die Häufigkeit im Kot mit dem lokalen Artenpool verglichen wird?
5. Welche Arten werden bei der Darmpassage vollständig ausgefiltert? Oder kann der lokale Artenpool allein Präsenz/Absenz von Arten im Kot erklären?

4.2 Methoden

4.2.1 Epizoochorie

Epizoochorie wurde in den Saveauen 1997 durch Kirsten Schönfelder (1998) untersucht. Frisches Schlammmaterial, das zuvor an den Schweinen angehaftet war, wurde von Scheuerbäumen abgenommen, da die Tiere zu scheu waren, um die Proben direkt von ihnen zu nehmen. Die Proben wurden über sterilen Gartenboden ausgebracht und in einem örtlichen Garten bei täglicher Wässerung kultiviert und auflaufende Keimlinge bestimmt.

4.2.2 Endozoochorie

Endozoochorie wurde 1997 in den Saveauen (Schönfelder, 1998), 2001 im UG Lenzen (Gesing, 2002) und 2001 im UG Brucht untersucht. Der Kot wurde in diesen Gebieten von Boden aufgesammelt und genauestens darauf geachtet, dass keine Boden- oder Pflanzenpartikel daran anhaften. Nötigenfalls wurde die Oberflächenschicht entfernt und verworfen. In den Saveauen wurden die Proben neben den Koben am Morgen gesammelt. Ungefähr die Hälfte der Probe wurde entfernt, getrocknet und gewogen, um das Trockengewicht der Probe bestimmen zu können. Der getrocknete Teil wurde anschließend ebenfalls kultiviert, aber keine Unterschiede zu den frisch kultivierten Proben gefunden. Die Kultivierung (Stender *et al.*, 1997) erfolgte in Schalen mit sterilem Kultursubstrat, wobei die Kotproben im Verhältnis 1:2 mit sterilem Kultursubstrat gemischt wurden. Ein feines Netz über den Schalen verhinderte unkontrollierten Samenanflug. Die Keimlinge wurden bestimmt (Muller, 1978), aus den Schalen entfernt und gegebenenfalls separat weiter kultiviert, bis eine Bestimmung möglich war (Schubert *et al.*, 1994). Neben den Schalen wurden Kontrollschalen aufgestellt, die nur steriles Kultursubstrat enthielten. Arten, die auch in den Kontrollschalen aufliefen, wurden von der weiteren Datenanalyse ausgeschlossen. Die Kultivierung im Garten in den Saveauen lieferte das gleiche Artenset wie die Gewächshauskultivierung. Eine dortige unkontrollierte Infektion mit Samen kann deshalb ausgeschlossen werden. Nach der Stratifikation eines Teils der Save-Proben (Exposition während der Frostperioden im Januar 1998 in Marburg) keimten fünf weitere Arten: *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus repens*, *Trifolium hybridum* und *Trifolium pratense*. Deshalb wurde für die restlichen Proben aus deutschen Untersuchungsgebieten eine Wintersaison in die Kulturperiode eingeschlossen. Zur Datenanalyse wurden alle Behandlungen zusammengekommen, um alle potenziell endozoochor ausbreitungsfähigen Samen zu berücksichtigen.

4.2.3 Vegetationsaufnahmen

Die Vegetation wurde in Lenzen mit 51 Vegetationsaufnahmen (je 4 m²), im UG Brucht mit 42 Aufnahmen je 4 m² und in den Saveauen mit 12 Aufnahmen je 25 m² charakterisiert. Sie wurden repräsentativ über die Weidefläche verteilt. Dort wurde die Vegetationsdeckung auf der Schmidt-Skala (Schmidt, 1974) geschätzt. In den Saveauen wurde die Phänologie alle 14 Tage vom 4. Juni bis zum 2. September 1997 aufgenommen. Eine Art wurde als fruchtend bezeichnet, wenn

mindestens 5 % der Individuen Früchte gebildet hatten. In Lenzen wurde die Phänologie in 15 repräsentativen Weide-Exclosures alle vier bis fünf Tage zwischen dem 19. Mai und dem 13. September 2001 protokolliert. Eine Art wurde dort als blühend, fruchtend oder ausstreudend bezeichnet, wenn mindestens eine Pflanze in einem dieser Zustände war. Im UG Brucht wurde die Phänologie zeitgleich zu den Probenahmeterminen vom 30. April bis 12. Oktober 2001 protokolliert. Eine Art wurde als fruchtend bezeichnet, wenn mindestens ein fruchtendes Individuum auf der Weide während einer Stunde Suchzeit gefunden wurde. In allen Untersuchungsgebieten wurden Arten von der Gruppe der fruchtenden Vegetation ausgeschlossen, die niemals fruchtend gefunden wurden.

4.2.4 Diasporenbank

Die Bodenproben zur Analyse der Diasporenbank wurden gewaschen und bei Tageslichtexposition gesiebt, um die Sand- und Samenfraktion zwischen 0,2 und 2 mm Korngröße auf steriles Kultursubstrat auszubringen und unter Gewächshausbedingungen zu kultivieren (Poschlod, 1991; Ter Heerd *et al.*, 1996). Auch diese Schalen wurden mit einem feinen samendichten Netz gegen unkontrollierte Sameninfektion geschützt. Da alle Proben im Frühjahr genommen wurden, wurde die natürliche Stratifikation über den Winter als ausreichend angesehen. Die Keimlinge wurden aus den Schalen entfernt und nötigenfalls bis zur Identifikation weiterkultiviert (Tabelle 44).

4.2.5 Datenanalyse

Bei den epizoochoren Daten wurde der Korrelationskoeffizient nach Spearman zwischen den Arten der Schlammproben und den Diasporenbankproben, sowie der fruchtenden Vegetation verschiedener Vegetationstypen berechnet. Bei den endozoochoren Daten wurde ebenfalls der Korrelationskoeffizient zwischen den Arten der Kotproben und sowohl der gesamten Diasporenbank als auch der gesamten fruchtenden Vegetation berechnet. Alle Arten mit mehr als 20 Diasporennachweisen im Kot (Originaldaten) in einem Untersuchungsgebiet wurden zur grafischen Korrelation mit der Fruchtungs- und Ausstreuperiode ausgewählt. Die Zählraten der Diasporenfunde im Kot, in der Diasporenbank und die Deckung wurden für alle weiteren Analysen zu relativen Anteilen je Untersuchungsgebiet transformiert, um über gleiche Einheiten Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Um den relativen Anteil von Diasporenbank und fruchtender Vegetation zu ermitteln, wurde das beste Verhältnis (a:b) über eine Optimierungsprozedur berechnet.

$$y1 = \sum_{i=1}^n \left(Fae_i - \frac{a \cdot DB_i + b \cdot Veg_i}{a + b} \right)^2 \quad (\text{Gleichung 2})$$

Für jede Art (i) wurde der relative Anteil im Kot (Fae_i), in der Diasporenbank (DB_i) und in der fruchtenden Vegetation (Veg_i) berechnet. n definiert die gesamte Anzahl an Arten im lokalen Pool. y1 wurde für unterschiedliche a:b Verhältnisse

grafisch aufgetragen und dasjenige Verhältnis als beste Lösung gewählt, bei dem y_1 ein Minimum aufweist. Dieses Verhältnis wurde benutzt, um die Arten von Diasporenbank und fruchtender Vegetation zu einem gemeinsamen lokalen Artenpool zu kombinieren (errechnet aus dem Bruch innerhalb der Klammern in Gleichung 2). Unterschiede zwischen dem tatsächlichen Vorkommen im Kot und der errechneten Diasporenerwartung im Kot werden als Über- und Unterrepräsentierungen vom Erwartungswert diskutiert.

Zur Analyse von Präsenz/Absenz der Diasporen im Kot diene die Annahme, dass nur häufige Arten im lokalen Artenpool auch im Kot erwartet werden können, wenn Schweine Diasporen ohne Bevorzugung bestimmter Arten oder ohne systematische Zerstörung im Verdauungstrakt ausbreiten. Seltene Arten mögen gelegentlich im Kot auftreten, können aber nicht systematisch erwartet werden. Um nun häufige von seltenen Arten zu trennen, wurde ein Grenzwert über eine weitere Optimierungsprozedur berechnet. Der zu maximierende Parameter (y_2) ist die Anzahl korrekt vorhergesagter Arten abzüglich der fehlerhaft vorhergesagten Arten. Eine Art wird erwartet, wenn entweder die relative Häufigkeit in der Diasporenbank oder die relative Häufigkeit in der fruchtenden Vegetation den jeweiligen Grenzwert überschreitet:

$$y_2 = \sum_{i=1}^n EF_i + \sum_{i=1}^n NENF_i - \sum_{i=1}^n ENF_i - \sum_{i=1}^n NEF_i \quad (\text{Gleichung 3})$$

$EF_i=1$, wenn $DB_i > th_{DB}$ und $Veg_i > th_{veg}$ und $Fae_i > 0$ (erwartet und gefunden), sonst $EF_i=0$;

$NENF_i=1$, wenn $DB_i < th_{DB}$ und $Veg_i < th_{veg}$ und $Fae_i=0$ (nicht erwartet und nicht gefunden), sonst $NENF_i=0$;

$ENF_i=1$, wenn $DB_i > th_{DB}$ und $Veg_i > th_{veg}$ und $Fae_i=0$ (erwartet und nicht gefunden), sonst $ENF_i=0$;

$NEF_i=1$, wenn $DB_i < th_{DB}$ und $Veg_i < th_{veg}$ und $Fae_i > 0$ (nicht erwartet und gefunden), sonst $NEF_i=0$;

mit dem Grenzwert für die Diasporenbank (th_{DB}) und dem Grenzwert für die fruchtende Vegetation (th_{veg}).

y_2 wurde dann gegen verschiedenen Grenzwerte für die Diasporenbank (th_{DB}) und die fruchtende Vegetation (th_{veg}) aufgetragen und der Punkt gewählt, der y_2 maximal werden lässt. Für den Fall, dass kein eindeutiger, scharfer Grenzwert erreicht wird, wird die Mitte des Plateaus herangezogen. Auf den so ermittelten Grenzwerten beruht die abschließende Klassifikation.

Tabelle 44. Kultivierungsmethoden der Proben.

HR: Kroatien, D: Deutschland,

LocGar: Garten in Lonja, Lonsko Polje, Kroatien, BotGar: In Frühbeeten des Botanischen Garten in Marburg, Deutschland

Probentyp	Gebiet	Rasse	Zeitpunkt der Probenahme	Probenumfang	Kultivierung	Beginn	Ende
Kot	Save, HR	Turopoljer Schwein	9.6./23.6./7.7./21.7./4.8./17.8./2.9. 1997	16 zu jeden Zeitpunkt	LocGar, keine Stratifikation	direkt nach der Probenahme	15.9.1997
Kot mit Stratifikation	Save, HR	Turopoljer Schwein	23.6./7.7./21.7./4.8./17.8./2.9. 1997	8 zu jeden Zeitpunkt	Gewächshaus ¹⁾	31.1.1998	30.4.1998
Schlamm der Körperoberfläche	Save, HR	Turopoljer Schwein	4.6./18.6./28.6./23.7./30.7./16.8.1997	250 g Frischgewicht	LocGar, keine Stratifikation	direkt nach der Probenahme	15.9.1997
Diasporenbank	Save, HR	-	22.5.1997	3 Orte * 5 Quadrate mit Mischprobe aus 8 Einstichen (5 cm*4 cmØ)	Gewächshaus ²⁾	22.5.1997	21.8.1997
Kot	Brucht, D	Düpler Weideschwein	30.4./1.6./20.7./8.8./6.9./12.10.2001	10 zu jeden Zeitpunkt	BotGar	direkt nach der Probenahme	12.6.2002
Diasporenbank	Brucht, D	-	3.5.1999	16 Probestellen mit Mischproben aus 10 Einstichen (15cm*4cmØ)	Gewächshaus	6.5.1999	11.1.2000
Kot	Lenzen, D	Angeler Sattelschwein	7.-8.6./5.-6.7./13.-14.7./29.-30.7./29.-30.8.2001	8/4/8/8/8 – je eine Probe pro Tier	BotGar	direkt nach der Probenahme	12.6.2002
Diasporenbank	Lenzen, D	-	5.5.1999	16 Probestellen mit Mischproben aus 10 Einstichen (15cm*4cmØ)	Gewächshaus	12.5.1999	16.8.2000

¹⁾ Zur Stratifikation den mitteleuropäischen Winterbedingungen im Freiland im Januar 1998 mit mehreren Frostperioden ausgesetzt.²⁾ Nach sechs Wochen Kultivierung wurden die Proben getrocknet, zerkrümelt und nochmals kultiviert.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Epizoochorie

Insgesamt wurden in den Saveauen 25 Arten in 1,5 kg Schlamm bei einer Diasporendichte von 49 kg^{-1} im Verlauf der Vegetationsperiode gefunden. Am Borstenkleid der Schweine haften nach den dortigen Beobachtungen keine einzelnen Diasporen an. Diese waren immer in den Schlamm eingebettet, der oftmals im Rüsselbereich anhaftete, bei warmen Wetter auch an der gesamten Körperoberfläche. Die Arten der Schlammkrusten korrelieren signifikant mit der Diasporenbank. Unter den verschiedenen Probestellen korrelierte die Suhlstelle am besten (Tabelle 45). Zehn Arten waren sowohl in den Krustenproben wie auch der Diasporenbank vorhanden. Abgesehen von *Veronica scutellata* wurden alle Arten auch an den Schweinen gefunden. Umgekehrt fanden sich *Agrostis stolonifera* und *Ranunculus aquatilis* in den Schlammproben an den Schweinen, ohne dass sie in der Diasporenbank der Suhlstelle vorhanden sind. *Agrostis stolonifera* kann stattdessen durch das häufige Vorkommen in der fruchtenden Vegetation erklärt werden (Tabelle 46).

Tabelle 45. Epizoochorie. Korrelation der Krustenproben mit der Diasporenbank und der Vegetation verschiedener Probestellen.

Probentyp	Herkunft	r	P	n	ng
Diasporenbank	Suhlstelle	0,58	< 0,001	16	10
	Umgebung des Koben	0,23	0,027	9	4
	Weidefläche	0,29	0,006	12	6
Fruchtende Vegetation	Agrostietalia stoloniferae	0,16	n.s.	34	8
	Trittvegetation	0,17	n.s.	31	7
	Trockene Bereiche der Weide	0,17	n.s.	46	9
	<i>Euphorbia/Salix</i> -Dominanz	0,19	n.s.	53	11
	Wühlstellen	0,09	n.s.	29	6
	<i>Persicaria hydropiper/ Mentha aquatica</i> -Dominanz	0,17	n.s.	43	9
	Ökoton Wald/feuchter Weidebereich I	0,17	n.s.	50	10
	<i>Glyceria maxima</i> -Röhricht	0,09	n.s.	26	6
	Krautschicht im Wald	0,11	n.s.	50	9
	Ökoton Wald/feuchter Weidebereich II	0,12	n.s.	38	9
	<i>Persicaria hydropiper/ Glyceria maxima</i> -Dominanz	0,21	n.s.	40	10
	<i>Euphorbia palustris</i> -Dominanz	0,15	n.s.	42	9

r	Korrelationskoeffizient nach Spearman
P	Signifikanz
n.s.	nicht signifikant.
n	Anzahl vorkommender Pflanzenarten
ng	Davon gemeinsame Zahl an Arten mit den epizoochoren Proben

Tabelle 46. Vergleich der Arten der Krustenproben mit der Diasporenbank der Suhle.

Art	Krusten- probe Schwein	Diasporenbank			Etablier- te Vege- tation Alle Vegetati- onsauf- nahmen zusam- men
		Suhle		Alle anderen Orte zusammen	
		relati- ver Anteil	Anzahl Diaspo- ren		
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	7	0	0	0	38,33
<i>Althaea officinalis</i> L.	2	0	0	0	0,21
<i>Amaranthus blitum</i> L.	1	0	0	0	0
<i>Bidens</i> spp.	0	1,4%	1	8	0,97
<i>Carex vesicaria</i> L.	1	0	0	0	0,03
<i>Carex vulpina</i> L.	3	2,9%	2	1	0,53
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	13	14,5%	10	2	<0,01
<i>Cyperus flavescens</i> L.	1	0	0	0	0
<i>Cyperus fuscus</i> L.	1	2,9%	2	0	0
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	6	4,3%	3	382	8,56
<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliot	5	5,8%	4	0	0
<i>Lythrum salicaria</i> L.	0	1,4%	1	0	0,24
<i>Mentha aquatica</i> L.	5	11,6%	8	0	1,44
<i>Mentha pulegium</i> L.	0	0	0	935	1,77
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	0	1,4%	1	0	0,02
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	10	31,9%	22	9	7,57
<i>Persicaria minor x dubia</i>	0	1,4%	1	2	0,66
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i> (Gilib.) Lange	6	7,2%	5	706	1,84
<i>Ranunculus aquatilis</i> L.	6	0	0	0	0
<i>Ranunculus sardous</i> Crantz	0	0	0	77	0,68
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	5	5,8%	4	55	0,38
<i>Teucrium scordium</i> L.	1	0	0	4	0,03
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	1	1,4%	1	0	9,84
<i>Trifolium repens</i> L.	0	4,3%	3	5	13,72
<i>Veronica scutellata</i> L.	0	1,4%	1	0	0,02

4.3.2 Endozoochorie

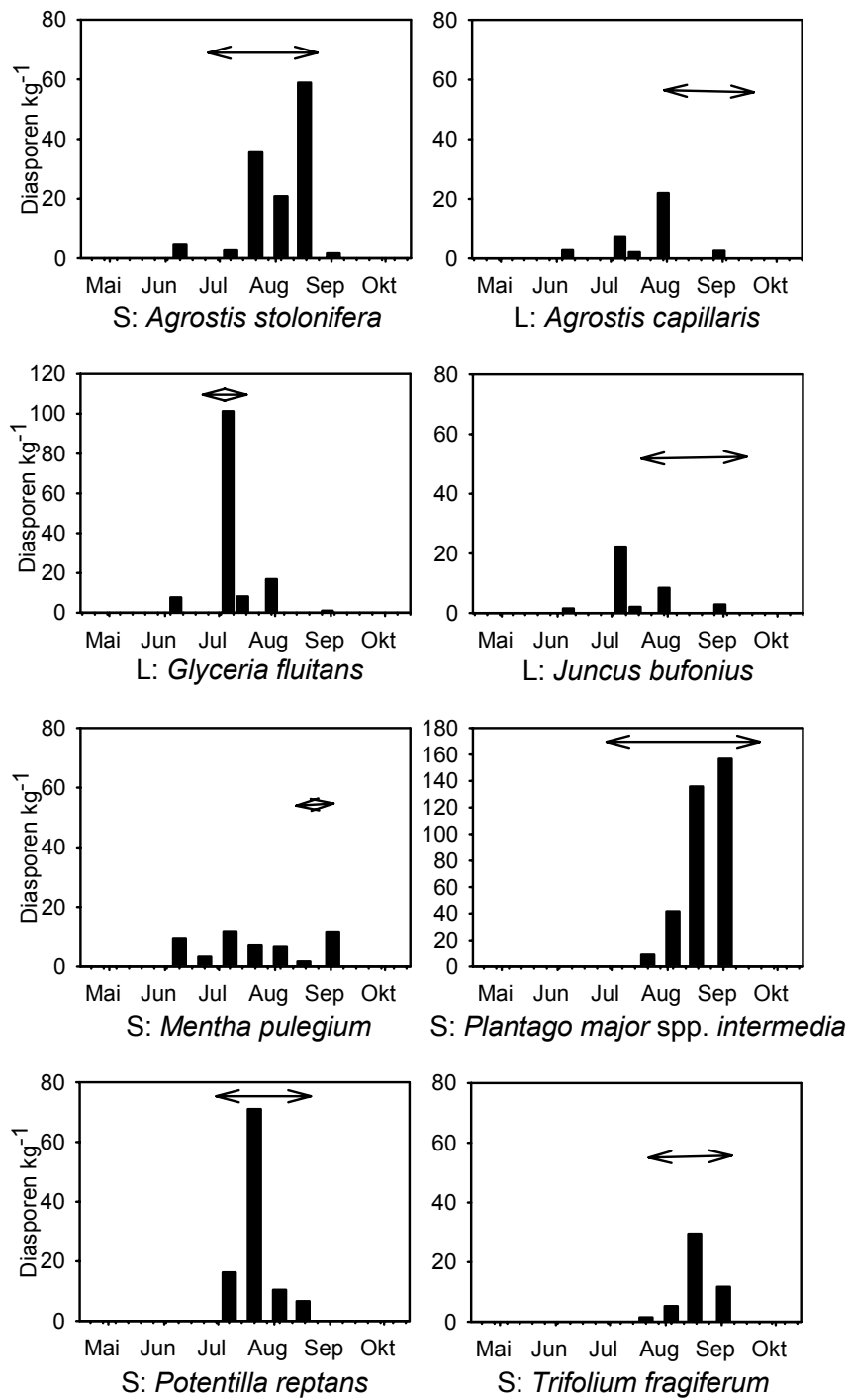
Insgesamt wurden in allen drei Untersuchungsgebieten 83 Arten in 19 kg Kot (Trockengewicht) gefunden, was eine durchschnittliche Diasporendichte von 113 kg^{-1} ergibt. Die meisten Diasporen wurden in den Saveauen gefunden ($241,5 \text{ kg}^{-1}$), gefolgt vom UG Lenzen ($96,3 \text{ kg}^{-1}$) und UG Brucht ($36,6 \text{ kg}^{-1}$). Die meisten Arten enthalten die Kotproben im UG Lenzen ($41/ 11,1 \text{ kg}^{-1}$), gefolgt vom UG Brucht ($32/ 4,3 \text{ kg}^{-1}$) und den Saveauen ($29/ 3,6 \text{ kg}^{-1}$). Diese Artenzahlen spiegeln jene Artenzahlen der lokalen Diasporenbank (Lenzen:Brucht:Save =

69:43:20), nicht aber die Anzahl etablierter Arten (Lenzen:Brucht:Save = 133:225:94) wider. In allen Untersuchungsgebieten erreicht die Anzahl der Diasporen im Kot ein phänologisches Maximum zwischen Ende Juli und Anfang September, der Hauptfruchtperiode. Der Jahresverlauf der Diasporen im Kot wurde für die 15 häufigsten Arten untersucht. Einerseits koinzidiert das endozoochore Maximum bei neun Arten klar mit der Fruchtungsperiode im jeweiligen Untersuchungsgebiet. Das sind *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*, *Deschampsia cespitosa*, *Glyceria fluitans*, *Plantago major* ssp. *intermedia*, *Poa trivialis*, *Potentilla reptans*, *Trifolium fragiferum* und *Trifolium repens*. Andererseits waren *Juncus bufonius*, *Mentha pulegium*, *Poa annua*, *Urtica dioica* und *Juncus effusus* bereits vor dem Fruchtzeitpunkt häufig im Kot vertreten (Abbildung 21).

Arten im Kot korrelieren sowohl mit der Diasporenbank als auch mit der fruchtenden Vegetation (Tabelle 47). Die Optimierungsprozedur lieferte das beste Verhältnis von Diasporenbank zu fruchtender Vegetation mit 1:1,3 für die Saveauen, 1:2,7 für UG Lenzen und 1:1,9 für das UG Brucht (Abbildung 22). Ein größerer Einfluss der Diasporenbank als in dem ermittelten Verhältnis ist in keinem der Untersuchungsgebiete wahrscheinlich, da alle Kurven von der linken Seite steil zum Minimum hin abfallen. Beim UG Lenzen und dem UG Brucht steigen die Kurven aber nur allmählich wieder an, sodass auch ein kleinerer Einfluss der Diasporenbank als im ermittelten Verhältnis möglich ist.

Wenn man die Häufigkeit der Arten im Kot mit der Häufigkeit im Artenpool der Weide vergleicht (Tabelle 48, 3. Spaltenblock: „Abweichung des erwarteten vom tatsächlichen Vorkommen...“), fällt auf, dass *Mentha pulegium* und *Echinochloa crus-galli* die größeren negativen Abweichungen aufweisen. Dies bedeutet, dass sie im Kot weniger häufig vorkommen als in lokalen Artenpool. Das negative Ergebnis wurde jedoch nur in einem Untersuchungsgebiet gewonnen. *Ranunculus repens*, *Elymus repens*, *Cirsium arvense*, *Agrostis stolonifera* und *Ranunculus flammula* besitzen ebenfalls große negative Abweichungen und reagieren negativ in mindestens zwei Untersuchungsgebieten. *Agrostis capillaris* und *Holcus lanatus* besitzen in verschiedenen Untersuchungsgebieten positive und negative Abweichungen. Unter den überrepräsentierten Arten haben *Urtica dioica* und *Poa annua* die größten mittleren Abweichungen, sie reagieren jedoch auch negativ in einem der Untersuchungsgebiete. Unter den Arten mit positiver Abweichung ist die Anzahl an Arten mit positiver und negativer Abweichung größer, zum Beispiel *Alopecurus pratensis*, *Trifolium repens*, *Alopecurus geniculatus*, *Dactylis glomerata*, *Potentilla reptans*, *Poa trivialis* und *Plantago intermedia*. Nur *Epilobium ciliatum* x *tetragonum* (von den seltenen Arten) und *Juncus bufonius* besitzen positive Abweichungen in zwei Untersuchungsgebieten (Tabelle 48).

Die Optimierungsprozedur der Seltenheitsgrenzwerte lieferte für die Saveauen einen scharfen Peak bei 0,5 % für die Diasporenbank und 1,5 % für die fruchtende Vegetation. In Lenzen ergibt sich ein scharfer Grenzwert von 2,0 % für die fruchtende Vegetation, während das Grenzplateau für die Diasporenbank



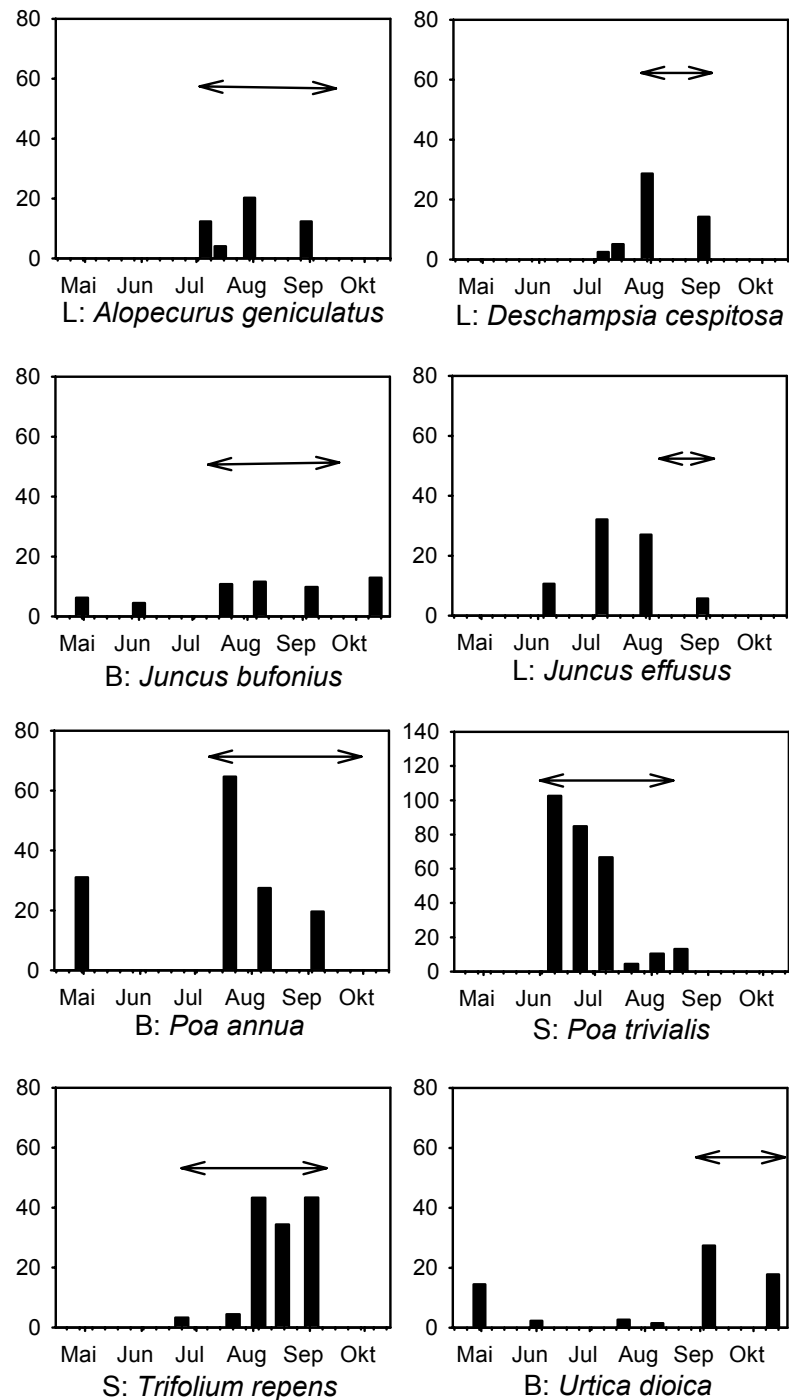


Abbildung 21. Vorkommen von ausgewählten Pflanzenarten im Schweinekot im Verlauf einer Vegetationsperiode.

Es wurden hierzu alle Arten ausgewählt, von denen mehr als 20 Einzelnachweise im Laufe der Vegetationsperiode vorlagen. Pfeile indizieren die lokalen Fruchtungs- und Ausstreuperioden (Untersuchungsgebiete: L Lenzen, S Saveaun, B Brucht)

Tabelle 47. Korrelation der endozoochoren Arten mit der etablierten Vegetation und der Diasporenbank.

Untersuchungs- gebiet	Etablierte und fruchtende Vegetation		Diasporenbank	
	Korrelationskoeffizient nach Spearman	P	Korrelationskoeffizient nach Spearman	P
Brucht	0,45	< 0,001	0,32	< 0,001
Lenzen	0,24	0,006	0,24	0,006
Save	0,49	< 0,001	0,34	0,001

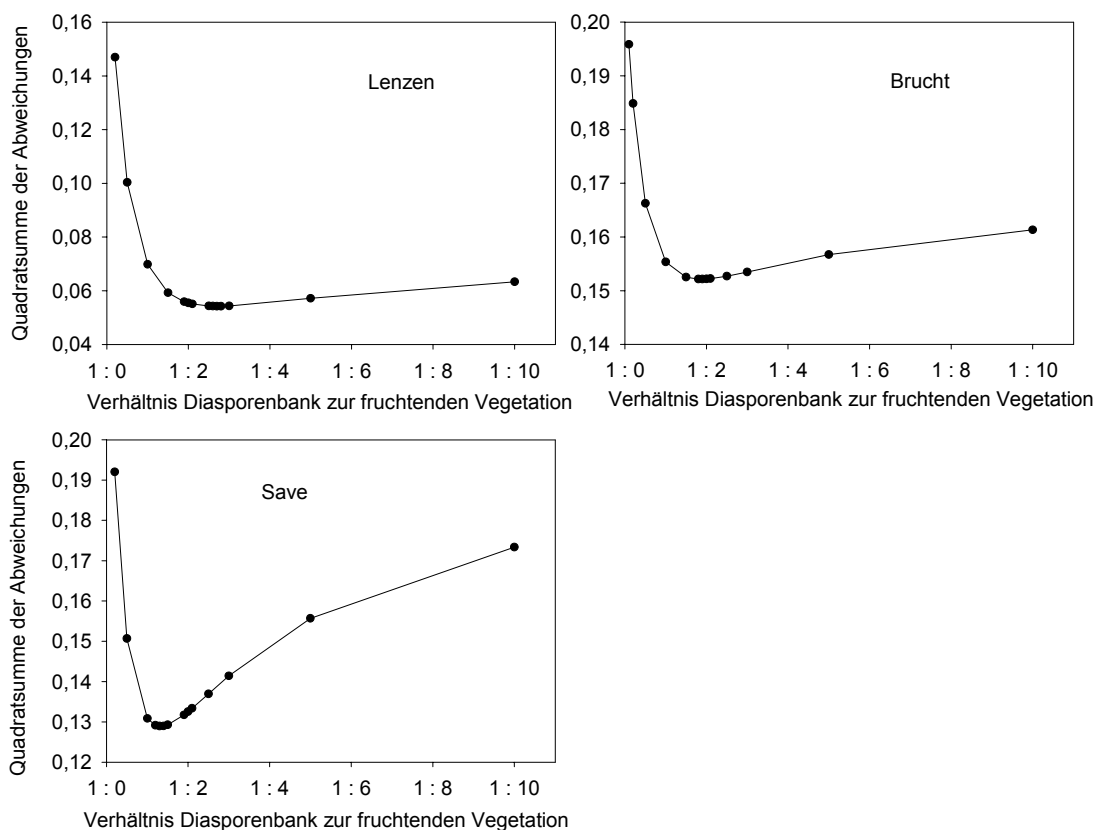


Abbildung 22. Optimierung des relativen Beitrages der Diasporenbank und der fruchtenden Vegetation zur Dichte der Diasporen im Schweinekot.

Die Abweichung für jede Art berechnet sich aus dem gewichteten Mittel der relativen Häufigkeiten der Vorkommen in Diasporenbank und fruchtender Vegetation gemäß dem gewählten Verhältnis abzüglich des tatsächlichen Vorkommens im Kot.

zwischen 2 und 5 % liegt. Im UG Brucht erstreckt sich das Grenzplateau für die Diasporenbank zwischen 2 und 10 %, für die fruchtende Vegetation zwischen 1,5 und 2,5 % (Abbildung 23). Werden diese Grenzwerte angewandt und damit der jeweilige lokale Artenpool in die „Gruppe der erwarteten“ und die „Gruppe der unerwarteten Arten“ geteilt, so ergibt sich, dass 9, 13 und 17 (Brucht, Lenzen und

Save) erwartete, also häufige Arten auch im Kot gefunden wurden, dass 6, 4 und 6 Arten (Brucht, Lenzen und Save) erwartet, aber nicht im Kot gefunden wurden und dass 23, 28 und 12 Arten (Brucht, Lenzen und Save) im Kot gefunden wurden, aber nicht erwartet wurden, da sie selten sind.

Die in einem der Untersuchungsgebiete erwarteten Arten (*Alopecurus geniculatus*, *Alopecurus pratensis*, *Cirsium arvense*, *Phleum pratense*, *Poa trivialis* und *Ranunculus repens*) wurden dort im Kot nicht gefunden, dafür aber im Kot eines anderen Untersuchungsgebietes. Arten, die in mehr als einem Untersuchungsgebiet erwartet werden und in allen im Kot fehlen, existieren nicht. Sechs Arten (*Inula britannica*, *Mentha aquatica*, *Persicaria hydropiper*, *Persicaria minor* x *dubia*, *Pulicaria vulgaris* und *Rumex acetosa*), die erwartet und nicht gefunden werden, kommen nur in einem Untersuchungsgebiet vor. Eine Art, *Zea mays*, wurde im lokalen Diasporenpool nicht erfasst, also weder in der Diasporenbank, noch in der fruchtenden Vegetation gefunden. *Zea mays* wird aber als Futter verwendet (Tabelle 48).

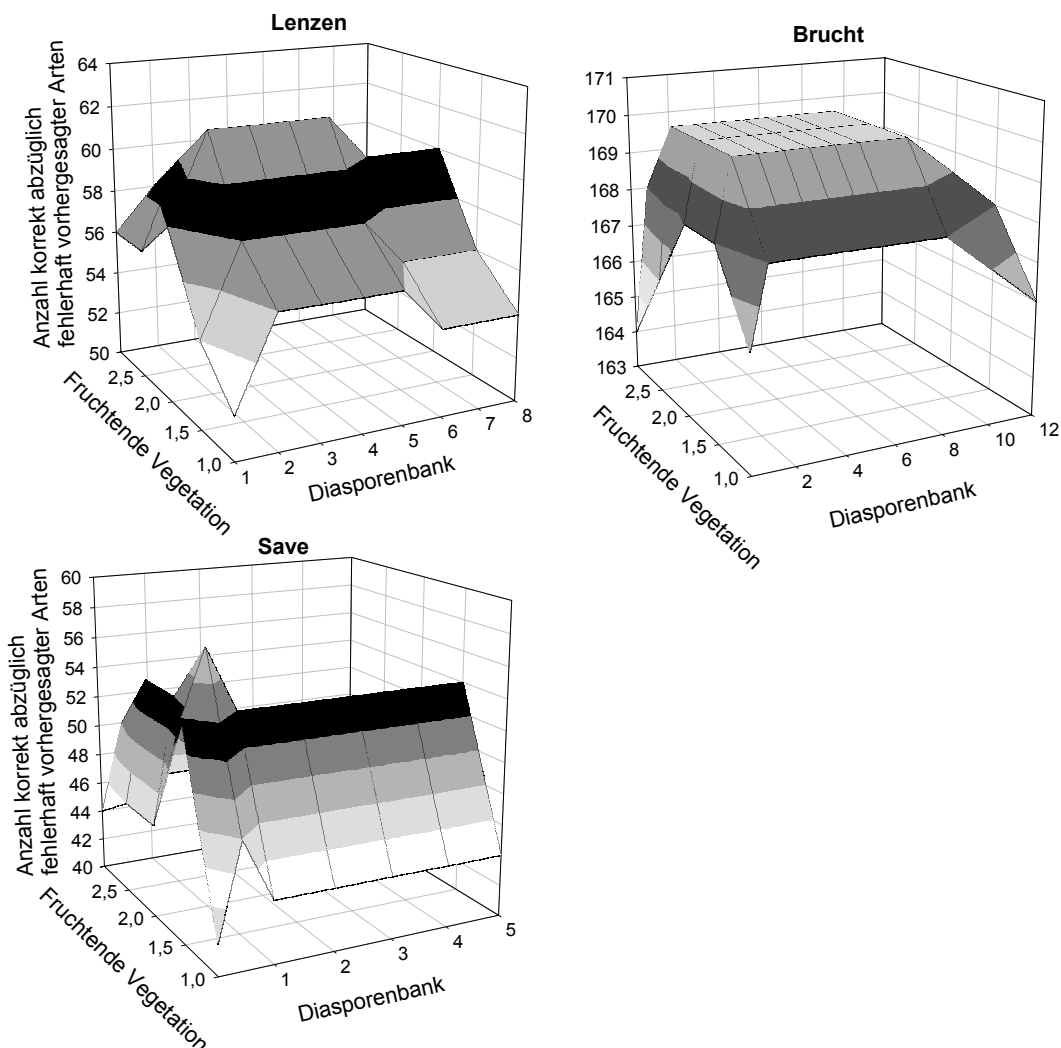


Abbildung 23. Abschätzung der Grenzwerte zur Abgrenzung von seltenen und häufigen Arten der etablierten Vegetation und der Diasporenbank.

Tabelle 48. Endozoochore Arten, ihre relativen Häufigkeiten in der etablierten, fruchtenden Vegetation und in der Diasporenbank.
 Zusätzlich ist die Abweichung des erwarteten vom tatsächlichen Vorkommen angegeben und die Arten sind innerhalb der gebildeten Klassen nach ihrer durchschnittlichen Abweichung sortiert, Lenzen (L), Brucht (B), Sava (S), Diasporenbank (DB), etablierte und fruchtende Vegetation (Veg).

Klassifikation	häufig) Endozoochorie (*) gefunden*)	Art	Dichte im Kot (Anzahl Diasporen kg ⁻¹)			Abweichung des erwarteten vom tatsächlichen Vorkommen im Kot für die jeweils optimierten Verhältnisse (a:b) in %					Relativer Anteil der jeweiligen Art in % (Grenzwert für Seltenheit in Klammern)					
			L B S			Mittel	L (1:2.7)	B, (1:1.9)	S, (1:1.3)	DB, L (3.5)	Veg, L (2)	DB, B (5)	Veg, B (2)	DB, S (0.5)	Veg, S (1.5)	
					9,9	-14,1			-14,1					41,1	1,9	
		<i>Mentha pulegium</i> L.				-10,6			-10,6							
		<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.			1,6				-10,6					16,9	3,2	
		<i>Phalaris arundinacea</i> L.	3,8			-7,8	-7,8									
		<i>Ranunculus repens</i> L.			1,0	-6,6	-3,9	-15,1	-0,8					<0,1	1,3	
		<i>Rorippa amphibium</i> x <i>sylvestris</i>			1,6	-4,9			-4,9					2,6	1,9	
		<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	0,3			-4,6	-0,7	-8,5								
		<i>Juncus effusus</i> L.	11,4			-4,1	-4,1									
		<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0,3			-3,5	-4,0	-3,0								
		<i>Agrostis stolonifera</i> L.			26,9	-2,8	-0,8	-0,2	-7,4					<0,1	3,2	
		<i>Agrostis capillaris</i> L.	6,2	0,7		-2,6	5,5	-10,6						6,0		
		<i>Poa palustris</i> L.	1,6			-2,6	-2,6									
		<i>Ranunculus flammula</i> L.	0,3			-2,4	-4,6		-0,1					<0,1	1,3	
		<i>Holcus lanatus</i> L.	4,9	0,4		-2,2	2,6	-7,0								
		<i>Agrostis canina</i> L.	1,4			-1,4	-1,4									
		<i>Ranunculus sardous</i> Crantz			1,2	-1,4			-1,4					3,4	1,9	
		<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,5			-0,8	0,0	-1,6								
		<i>Phleum pratense</i> L.	0,3			-0,8	-2,2	0,7						1,1		
		<i>Trifolium fragiferum</i> L.			4,7	-0,4	0,0		-0,7					<0,1	1,9	
		<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.			0,7	-0,3	0,0		-0,6					<0,1	1,9	
		<i>Alisma lanceolatum</i> With.			0,1	-0,2	-0,3		-0,2					<0,1	1,9	

<i>Polygonum aviculare</i> L.		1,1	-0,2	-0,1	0,0	-0,5	<0,1	0,1	<0,1	1,0	0,6
<i>Carex vulpina</i> L.	1,4	2,5	-0,1	-1,3		1,1	1,8	3,0		0,1	1,3
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.		0,1	0,2	-0,1	0,6	-0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,6
<i>Festuca rubra</i> L.	1,6	0,3	0,2	0,6	-0,1		<0,1	1,3	2,9		
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.		4,3	0,4	-0,4		1,2	1,0	0,2		<0,1	2,6
<i>Juncus articulatus</i> L.	2,7	0,7	0,4	1,2	-0,1	0,2	5,3	<0,1	0,1	<0,1	1,9
<i>Lolium perenne</i> L.	1,6	0,4	0,5	1,6	-0,6		<0,1	<0,1	0,8	4,3	
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	10,3		0,8				0,5	11,2	<0,1		
<i>Alopecurus pratensis</i> L.		1,1	1,0	-2,3	4,4		<0,1	3,1	<0,1		
<i>Trifolium repens</i> L.	0,8	48,2	1,3	0,2	-0,4	4,0	<0,1	0,8	0,1	0,4	2,6
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	9,2		1,7	4,5	-1,1		3,9	4,5	0,4	2,0	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1,9		3,0	-0,3	6,3		<0,1	0,4		4,0	
<i>Potentilla reptans</i> L.		26,6	3,8	-0,1		7,8	<0,1	0,1		<0,1	1,9
<i>Poa trivialis</i> L.	0,5	33,9	4,7	-1,0	-9,1	24,3	<0,1	2,1	10,2	<0,1	2,6
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i> (Gilib.) Lange		0,4	5,1	-0,1	1,2	14,1			1,1	31,2	2,6
<i>Juncus bufonius</i> L.	5,4	5,1	8,8	1,8	15,8		12,7	<0,1	11,9	0,2	
<i>Urtica dioica</i> L.		6,1	11,1	-0,1	22,3		0,2	<0,1	5,0	3,9	
<i>Poa annua</i> L.	1,9	9,1	13,2	1,8	38,1	-0,4	<0,1	<0,1		2,1	1,9
<i>Carex acuta</i> L.			-5,2	-5,2			<0,1	7,1			
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre			-2,1								
<i>Rumex acetosa</i> L.			-1,1	-0,6	0,0	-4,2				1,4	3,2
<i>Mentha aquatica</i> L.			-0,8		-1,6	-0,8	<0,1	0,8	0,4		
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.			-0,5			-0,5				0,4	1,9
<i>Persicaria minor</i> x <i>dubia</i>			-0,4			-0,4				<0,1	2,6
<i>Bidens tripartita</i> L.			-0,2	0,0	0,0	-0,4	<0,1	<0,1		<0,1	1,9
<i>Inula britannica</i> L.			-0,1			-0,1				<0,1	1,9

*) mindestens in einem Untersuchungsgebiet

Table 48. Fortsetzung.

Klassifikation	Art	Dichte im Kot (Anzahl Diasporen kg ⁻¹)			Abweichung des erwarteten vom tatsächlichen Vorkommen im Kot für die jeweils optimierten Verhältnisse (a:b) in %				Relativer Anteil der jeweiligen Art in % (Grenzwert für Seltenheit in Klammern)						
		L	B	S	Mittel	L (1:2.7)	B, (1:1.9)	S, (1:1.3)	DB, L (3.5)	Veg, L (2)	DB, B (5)	Veg, B (2)	DB, S (0.5)	Veg, S (1.5)	
lokal selten	<i>Amaranthus blitum</i> L.			1,6	1,1			1,1							
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	1,6	0,3		1,2	1,5	0,9		<0,1	<0,1	0,5	0,1			
	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.		0,4		0,0		0,0					<0,1			
	<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	2,4			2,0	2,0			0,1	0,4	4,3				
	<i>Chenopodium album</i> L.		0,1		0,3	0,0	0,6		<0,1	<0,1		<0,1			
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1,1	0,3		0,7	1,0	1,0	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	0,6	
	<i>Cyperus fuscus</i> L.			0,6	0,4			0,4						0,1	0,6
	<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.		0,5		1,1	0,0	2,2		0,1	<0,1	0,2	0,1			
	<i>Epilobium hirsutum</i> L.		0,1		0,6		0,6								
	<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp. <i>tetragonum</i>	1,1	1,9		4,3	0,7	8,0		<0,1	0,5		0,2			
	<i>Equisetum arvense</i> L.		0,3		0,5	-0,1	1,1		<0,1	0,1					
	<i>Galeopsis pubescens</i> Besser			0,1	0,0			0,0						<0,1	0,6
	<i>Glechoma hederacea</i> L.	0,8			0,8	0,8			<0,1	<0,1					
	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	17,6			8,1	16,2		0,0	0,9	0,6				<0,1	0,6
	<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	0,3			0,1	0,1		0,0	<0,1	0,2				<0,1	1,3
	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.		0,1		0,1	0,1	-0,2	0,5	0,0	0,3	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,6
<i>Gratiola officinalis</i> L.			0,1	-0,2	-0,2		-0,2						<0,1	1,3	
<i>Hypericum perforatum</i> L.	0,3			0,2	0,2			<0,1	<0,1						
<i>Juncus tenuis</i> Willd.	0,5			0,5	0,5			<0,1	<0,1						
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	0,3		0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	
<i>Medicago lupulina</i> L.	0,5				0,3	0,5	0,0	<0,1	<0,1				<0,1	0,6	
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill		0,4			0,8	0,0	1,7		<0,1	<0,1		<0,1			
<i>Myosotis scorpioides</i> L.		0,3			0,3	-0,2	1,1	0,0	<0,1	0,3		<0,1	<0,1	0,6	

<i>Oenanthë fistulosa</i> L.	0,3	0,3	0,0	0,1	-0,2	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	1,3
<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>			1,1		1,1	0,1	<0,1			
<i>Poa pratensis</i> L.	0,3	0,1	0,1	0,2	0,0	<0,1	0,1			0,6
<i>Persicaria maculosa</i> Gray			0,0		0,0					
<i>Populus hybridus</i>		0,1	0,6		0,6					
<i>Ranunculus acris</i> L.	0,3		-0,2	-0,1	-0,4	<0,1	0,4		1,0	
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank	0,5		0,3	0,3		<0,1	0,2			
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser		1,7	4,3		4,3				0,3	
<i>Rumex crispus</i> L.		0,5	-0,4	-1,1	-0,4	0,2	1,4		0,9	0,6
<i>Sagina procumbens</i> L.	0,5		0,1	0,3					<0,1	
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	0,3	0,1	0,3	0,2	0,5	0,6	<0,1	0,1	0,1	
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>										
Kirschner, H. Ollg. & Stepanek	1,9		0,7	1,7	-0,2	<0,1	0,2	0,1	0,4	
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	0,3		0,3	0,3		<0,1	<0,1			
<i>Trifolium hybridum</i> L.	0,8	1,1	-0,1	-0,2		<0,1	1,4			1,3
<i>Trifolium pratense</i> L.		0,6	0,0	-0,1		<0,1	0,1			1,3
<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Mérat) Lainz			0,6						<0,1	
<i>Veronica chamaedrys</i> L.		0,1	0,6		0,6				0,1	
<i>Veronica persica</i> Poir.		0,9	4,0		4,0					
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	1,1	1,9	8,0	1,0	8,0	<0,1	<0,1			
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	0,8		1,0	0,8		<0,1	<0,1			
<i>Viola arvensis</i> Murray		0,1	0,6		0,6				<0,1	
<i>Zea mays</i> L.		0,2	0,1		0,1					<0,1

138 Arten:
siehe Anhang, Tabellen 68, 69
und 73.

lokal selten
nicht gefunden

*) mindestens in einem Untersuchungsgebiet

4.4 Diskussion

4.4.1 Epizoochorie

Eine gute Korrelation wurde zwischen der Diasporenbank der Suhle und epizoochor transportierten Arten gefunden. Nur wenige Arten weichen von dieser Übereinstimmung ab, was bedeutet, dass andere Diasporenquellen wie zum Beispiel die fruchtende Vegetation auf der Weide kaum einen Einfluss auf den epizoochoren Transport haben. Deshalb können zwei wesentliche Faktoren ausgemacht werden, die die epizoochore Ausbreitung durch Schweine bestimmen. Erstens, die Fähigkeit der Pflanzen, eine möglichst langlebige Diasporenbank aufzubauen und zweitens das Vorhandensein in der Diasporenbank eines Ortes, an dem sich Schweine suhlen. Dies ist oftmals der feuchteste Teil der Weide im Sommer. Dementsprechend muss geschlussfolgert werden, dass morphologische Strukturen wie zum Beispiel Borsten, Widerhaken oder andere Fortsätze, die generell als Hinweis für epizoochore Ausbreitung gesehen werden (Fischer *et al.*, 1996), bei Schweinen kaum eine Bedeutung haben. Demgegenüber steht eine Studie, in der die Felle geschossener Wildschweine nach Diasporen untersucht wurden. Zahlreiche Diasporen wurden dort einzeln im Borstenkleid gefunden und eine negative Korrelation mit der Diasporengröße ermittelt (Mrotzek *et al.*, 1999). In dieser Studie wurde jedoch der lokale Diasporenpool nicht berücksichtigt. Auch verfälscht ein möglicher Todeskampf nach dem Schuss die Aufnahme von Diasporen an die Körperoberfläche. Obwohl kleine Samen an lebenden Tieren leichter übersehen werden können, sind Wildschweine mit ihrem dichteren Haarkleid möglicherweise bessere Vektoren für einzeln anhaftende Diasporen als Hausschweine dieser Studie.

4.4.2 Endozoochorie

Die Diasporendichten im Kot von Schweinen sind geringer als bei anderen großen Herbivoren. Zum Beispiel wurden bei Rindern 2500 Diasporen kg^{-1} (Stender *et al.*, 1997) oder 9600 Diasporen kg^{-1} (Malo & Suárez, 1995b) gefunden, bei Damwild sogar 14 800 kg^{-1} und bei Rothirschen 7400 kg^{-1} (Malo & Suárez, 1995b). Der Diasporengehalt muss jedoch in Abhängigkeit des Diasporenangebots gesehen werden. Genaue Quantifizierungen zum Vergleich zwischen verschiedenen Weidetieren können nur in derselben Gegend erfolgen. Dies erfolgte zum Beispiel in den Saveauen, wo Rinder und Pferde zusammen mit den Schweinen in demselben Gebiet gehalten werden. Dort wurden im Rinderdung 2200 Diasporen kg^{-1} gefunden, im Pferdedung 1410 kg^{-1} , aber nur 380 Diasporen kg^{-1} im Schweinedung. Die Artenzahl war aber bei allen Weidetieren in etwa gleich bei 35 Arten (Schönfelder, 1998). Der Grund für den unterschiedlichen Diasporengehalt kann in Futterpräferenzen und unterschiedlicher Verdauungsphysiologie liegen. Schweine kauen im Gegensatz zu Rindern oder Schafen nicht wieder. Deshalb ist die mechanische Zerstörung geringer. Andererseits muss von einer intensiveren Verdauung ausgegangen werden, da die Gesamtlänge und das Fassungsvermögen des Verdauungstraktes größer ist. Dies wurde bei Messung der Verdaulichkeit von Futter bestätigt. Die Verdauung war bei Schweinen vollständiger (60 %) als bei Pferden (50-60 %) und Wiederkäuern (50 %) (Bergner & Ketz, 1969). Die Tatsache, dass genauso viele Pflanzenarten

die Verdauung der Schweine trotz intensiverer Verdauung überleben, könnte damit erklärt werden, dass Schweine größere Mengen an Boden mitfressen, wenn sie unterirdische Biomasse aufnehmen. Der Ton im Boden könnte dann Samen umhüllen, aggressive Verdauungssubstanzen adsorbieren und die Samen somit schützen (Scheffer & Schachtschabel, 1992).

Wenn Schweine Boden fressen, nehmen sie damit größere Mengen an Diasporen direkt aus der Diasporenbank des Bodens auf. Diese Aufnahme aus der Diasporenbank kann damit belegt werden, dass manche Arten bereits lange vor der Fruchtungsperiode im Kot zu finden sind (Abbildung 21). Die hier ermittelte Bedeutung der Diasporenbank (sie lieferte ungefähr ein Drittel der Diasporen) wird durch Mageninhaltsuntersuchungen bestätigt. Zum Beispiel wurde in sehr umfangreichen Untersuchungen an Wildschweinmägen ein Anteil von 23 % an unterirdischer Biomasse gefunden (Tucak, 1996). Eine andere Studie gibt einen Anteil von 5 % an erdigen Bestandteilen im Magen an, gelegentlich können es bis zu 10 % sein (Briedermann, 1986a).

Zusätzlich hat die etablierte Vegetation auf den Diasporengehalt des Kotes von Schweinen einen Einfluss. Dies wird dadurch belegt, dass die meisten Arten zur Hauptfruchtperiode im phänologischen Verlauf einen Peak aufweisen (Abbildung 21). Im relativen Verhältnis zur Diasporenbank kann die fruchtende Vegetation im Mittel zwei Drittel aller Diasporen im Kot erklären (Abbildung 22). Der Einfluß der fruchtenden Vegetation ist auch für verschiedene andere Herbivoren umfassend dokumentiert, die ausschließlich oberirdische Biomasse fressen (Malo & Suárez, 1995a; Pakeman *et al.*, 2002).

Wie kann nun die Über- und Unterrepräsentierung mancher Arten im Kot im Vergleich zu ihrem Anteil im lokalen Artenpool bei der quantitativen Analyse erklärt werden? Ein Teil der Abweichung mag daher rühren, dass die relative Pflanzendeckung zur Quantifizierung der fruchtenden Vegetation hergezogen wurde und nicht die tatsächliche Diasporenproduktion. Außerdem sind angesetzte Samen nicht unbedingt keimfähig und damit Diasporen im funktionellen Sinne. Dies trifft zum Beispiel für *Carex acuta* oder *Agrostis stolonifera* zu, die oft sterile Samen produzieren (eigene Beobachtungen). Ein anderer Teil der Abweichung könnte von der Fraßselektivität der Schweine herrühren. Giftige und wenig schmackhafte Arten wie zum Beispiel *Ranunculus repens*, *Ranunculus flammula*, *Persicaria hydropiper* und *Ranunculus sardous* (Wehsarg, 1954) tendieren zur Unterrepräsentierung. Schweine bevorzugen generell während der Sommermonate feuchte Aufenthaltsorte. Dies erklärt die Überrepräsentierung von Arten, die besonders an diesen feuchten und nassen Stellen vorkommen, wie zum Beispiel *Juncus bufonius*, *Glyceria fluitans*, *Plantago major* ssp. *intermedia*, *Potentilla reptans* und *Alopecurus geniculatus*. Beweise für eine selektive Passage des Verdauungstraktes wurden in zwei Fütterungsversuchen festgestellt. In einem überlebte *Convolvulus arvensis* und *Rumex acetosella* am besten (Harmon & Keim, 1934), im anderen *Chenopodium album* (Korsmo, 1912). Obwohl Fütterungsversuche sehr präzise Ergebnisse über die Selektivität der Verdauungspassage liefern, sind sie doch für ökologische Fragestellungen in der Interpretation beschränkt, da sie die Fraßpräferenzen der Schweine außer Acht lassen. Meistens ist auch die Zahl der getesteten Arten sehr begrenzt. Bei der hier

erfolgten Datenauswertung wurde jedoch gefunden, dass sich die ermittelte Ausbreitungsfähigkeit bei manchen Arten in den drei getesteten Untersuchungsgebieten sehr stark unterscheidet. Dies erschwert systematische oder statistische Interpretationen beim momentanen Stand der Untersuchungen (19 kg Gesamttrockenmasse an untersuchtem Kot). Die hohe Variabilität der Diasporen im Kot ist aber nicht überraschend, da Diasporen schon von ihrer Herkunft sehr stark geklumpt vorliegen und zwar sowohl in der Diasporenbank (Thompson, 1986; Thompson *et al.*, 1994) als auch in der etablierten Vegetation. Die Klumpung der Vegetation kann zum Beispiel mit den Ergebnissen aus Samenfallen belegt werden (Fischer, 1987; Poschlod & Jackel, 1993; Jackel & Poschlod, 1994). Deshalb wird sich die Klumpung in den Endozoochorie-Daten fortpflanzen, selbst wenn Schweine vollkommen wahllos, also zufällig Diasporen aufnehmen. Tatsächlich muss aber bei den individuellen Fraßpräferenzen der Schweine von einer weiteren Erhöhung der Varianz ausgegangen werden.

Da die Häufigkeiten der Diasporen im Kot sehr stark variieren, könnte die Analyse von Präsenz/Absenz bestimmter Arten eine bessere Antwort darauf geben, welche Arten überhaupt von Schweinen ausgebreitet werden. Es wäre zu ungenau, alle Arten, die im Kot vorkommen, als endozoochor zu klassifizieren und alle anderen als nicht endozoochor, da bestimmte Arten allein aufgrund ihrer lokalen Seltenheit nur spärlich gefressen werden. Dennoch wurden 12 bis 28 seltene Arten auch im Kot gefunden. Diese Zahl könnte aber eine Konsequenz der starken aggregierten Vorkommen im Boden und der etablierten Vegetation sein. Die Interpretation der Abweichungen der häufigen Arten (also der Arten, deren Häufigkeiten über den errechneten Grenzwerten liegen, Abbildung 23) ist in dieser Hinsicht verlässlicher. In den drei Untersuchungsgebieten kommen tatsächlich vier bis sechs Arten im Kot nicht vor, obwohl sie laut der Grenzwertberechnung erwartet würden. Drei davon, nämlich *Agrostis capillaris*, *Alopecurus pratensis* und *Poa trivialis* kommen aber im Kot eines anderen Untersuchungsgebietes vor. Deshalb kann nicht geschlossen werden, dass sie grundsätzlich und immer bei der Verdauung eliminiert oder vollständig gemieden werden. Die anderen erwarteten Arten kommen hingegen nur in einem einzigen Untersuchungsgebiet vor, sodass bei ihnen keine weitere Wiederholung aus einem anderen Untersuchungsgebiet vorliegt und es aufgrund der Variabilität der Ergebnisse Nachweise bei mehr Wiederholungen in anderen Weidegebieten wahrscheinlich wären.

4.4.3 Schlussfolgerung

Es wird aus den qualitativen Untersuchungen geschlossen, dass alle untersuchten Arten, die Diasporen bilden, grundsätzlich endozoochor durch Schweine ausgebreitet werden können und zwar trotz erheblicher individueller Fraß- und Verhaltensunterschiede einzelner Schweine. Eine große Variabilität prägt die Ergebnisse auch wegen der geklumpten Verteilung der Diasporenquellen auf den Weiden.

Die Fähigkeit von Pflanzen, eine langlebige Diasporenbank aufzubauen, ist ein wichtiges funktionelles Merkmal für die zoochore Ausbreitung über Schweine.

Zum einen können die Diasporen direkt eingebettet im Schlamm epizoochor ausgebreitet werden, zum anderen auch direkt aus der Diasporenbank heraus gefressen und somit endozoochor ausgebreitet werden. Interessanterweise wurde das Merkmal der Langlebigkeit der Samen im Boden auch bei anderen Weidetieren, wie zum Beispiel Kaninchen oder Schafen gefunden, die jedoch keine großen Mengen an Boden fressen (Janzen, 1984; Pakeman *et al.*, 2002). Möglicherweise befähigen dieselben Schutzvorrichtungen, die eine langes Überleben im Boden ermöglichen, auch zum erfolgreichen Überleben der Verdauungspassage. Somit scheint das Merkmal „langlebige Diasporenbank“ an sich relevant zu sein, unabhängig davon, ob die Diaspore aus dem Boden oder direkt von der produzierenden Pflanze stammt.

Die Besonderheit der Schweine als Ausbreitungsvektoren liegt darin, dass sie die einzigen großen Herbivoren sind, die große Mengen der Diasporenbank ausbreiten. Damit können Pflanzen auch zu solchen Jahreszeiten ausgebreitet werden, zu denen keine Samen gebildet werden. Dies vergrößert das Ausbreitungspotenzial deutlich und kompensiert die geringere Diasporendichte im Kot der Schweine. Für die Dynamik von Pflanzenpopulationen hat diese Ausbreitungsform die Konsequenz, dass die Ausbreitung in der Zeit (Diasporenbank) direkt mit der Ausbreitung im Raum verknüpft wird.

4.4.4 Historische Perspektive und Bedeutung für den Naturschutz

Obwohl Diasporen im Schweinekot weniger häufig vorkommen wie im Kot anderer Herbivoren, muss die Ausbreitung von Pflanzen über Schweine dennoch als wichtiger Faktor in der Vergangenheit eingeschätzt werden, da Schweine über weite Entfernungen, zum Beispiel bis zu 100 km weit transportiert wurden, um sie zu mästen oder zu vermarkten (Ennen & Janssen, 1979). Der endozoochore Transport muss auch deswegen als effektiv gelten, da die Retentionszeit im Verdauungstrakt zwei bis sechs Tage beträgt und das Fassungsvermögen 27,5 l (Bergner & Ketz, 1969). Außerdem wurden früher Schweine in großer Zahl gehalten. In Deutschland wurden zum Beispiel 30 497 Schweine im Wald des Fürstentums Wolfenbüttel und Caldenberg im Jahre 1598 gehalten (Timm, 1960). Im Lushardswald bei Bruchsal waren es bis zu 20 000 Schweine (Plochmann, 1979). Um 1600 wurden 900 Schweine in dem 400 ha großen Gutsforst von Altwallmoden erwähnt (Schubart, 1966). In einem Modellierungsansatz wurde zudem ermittelt, dass die geringe Anzahl von Diasporen im Kot keine wesentliche Einschränkung für die Ausbreitungsfähigkeit einer Pflanzenart darstellt. Wichtiger ist die Territoriumsgröße der Herbivoren, die ein Maß für die Mobilität dieser Tiere ist (Pakeman, 2001).

Ein weiterer Vorteil der endozoochoren Ausbreitung über Schweine ist, dass der Kot oftmals in Wühlstellen abgesetzt wird, die gute Keimbedingungen darstellen, weil die dominante Vegetation dort durch die Schweine abgeräumt wurde (Treiber, 1997; Poschlod *et al.*, 2002). Genau dieses Verhalten könnte in der Landschaftspflege erfolgreich eingesetzt werden. Zum Beispiel könnten die Schweine dichte Bestände von ungewünschter Vegetation entfernen, wie zum Beispiel *Elymus repens*, *Urtica dioica* oder *Epilobium* spp. Alle diese Arten werden von Schweinen gefressen, besonders gerne die Rhizome von *Urtica dioica*.

(persönliche Beobachtung), die mit anderen Landschaftspflegemethoden kaum zu reduzieren sind. Nachdem diese dominante Vegetation entfernt ist, würden neue Diasporen in das Pflegegebiet gebracht werden, wenn die Schweine vorher in einem naturschutzfachlich hochwertigeren Gebiet gehalten wurden, das der gewünschten Zielvegetation entspricht. Die Schweine nehmen dort Diasporen epizoochor und endozoochor auf und transportieren sie auf die Pflegefläche, wo sie sich bei geeigneten Standortbedingungen etablieren können.

4.5 Zusammenfassung

1. Das wissenschaftliche Verständnis der Ausbreitung von Pflanzen ist noch sehr lückenhaft, obwohl Ausbreitung einen Schlüsselfaktor im Lebenszyklus vieler Arten darstellt. In diesem Kapitel wird die Ausbreitung von Pflanzen über Schweine untersucht. Im Blickfeld stehen dabei die Herkunft der transportierten Arten (fruchtende Vegetation gegen Diasporenbank) und die Über- und Unterrepräsentierungen der Arten im Kot verglichen mit dem Artenpool (Filterwirkungen des Vektors).
2. Dazu wurde Schweinekot im Laufe einer Vegetationsperiode in den Saveauen in Kroatien und im UG Brucht und UG Lenzen gesammelt. Die Proben wurden kultiviert und der ermittelte Samengehalt als endozoochores Ausbreitungspotenzial ausgewertet. Zusätzlich wurde Schlamm gesammelt, den die Tiere auf der Körperoberfläche verschleppt haben, ebenfalls kultiviert und als epizoochores Potenzial ausgewertet.
3. Die epizoochor transportierten Arten spiegeln sehr klar die Diasporenbank der Suhlstellen auf der Weide wider. Die endozoochor transportierten Arten korrelieren sowohl mit der Diasporenbank des Bodens als auch mit der fruchtenden Vegetation. Im Mittel beträgt das Verhältnis zwischen Diasporenbank und fruchtender Vegetation 1:2.
4. Bei dem Vergleich des lokalen Diasporenpools mit den endozoochoren Arten wurden auf dem Hintergrund hoher stochastischer Schwankungen nur wenige Über- und Unterrepräsentierungen gefunden. Sie können mit Fraßpräferenzen erklärt werden. Aus der Präsenz/Absenz-Analyse wird geschlossen, dass alle Diasporen grundsätzlich das Potenzial besitzen, von Schweinen ausgebreitet zu werden.
5. Die Ergebnisse verdeutlichen die historische Bedeutung von Freiland-schweinen als Vektoren zur Ausbreitung von Arten in der Kulturlandschaft. Schweine sind die einzigen großen Herbivoren, die erhebliche Mengen der Diasporenbank im Boden ausbreiten. Diese Tatsache kann sehr effektiv in der Landschaftspflege genutzt werden, da Schweinebeweidung gut geeignet ist, nicht erwünschte Vegetation wie zum Beispiel uniforme Brennessel-Bestände zu entfernen und gleichzeitig neue Diasporen in die so entstandenen Offenbodenstellen einzubringen, sofern sie vorher in einem naturschutzfachlich hochwertigen Gebiet gehalten wurden.

5 Analyse der Besiedelungsquellen

5.1 Einleitung

Auf den neu errichteten Schweineweiden haben sich nicht nur Veränderungen im Dominanzgefüge der Arten ergeben, es sind auch Arten neu hinzugekommen (Kapitel 3). Die Neuansiedlung von Arten wird von manchen Autoren sogar als bestimmender Faktor in der Vegetationsdynamik von Schweineweiden angesehen (Vittoz & Hainard, 2002). Im Gegensatz zu den meisten Grünlandökosystemen, in denen eine alte, dichte Grasnarbe das Auflaufen von Keimlingen weitgehend verhindert (Briemle, 1987), befinden sich auf Schweineweiden Offenbodenstellen, auf denen die dominante Vegetation durch die Schweine entfernt wurde und sich neue Arten ohne Konkurrenz mit den etablierten Arten ansiedeln können. Damit birgt das System der Schweineweide günstige Voraussetzungen, Einwanderungsprozesse in Ökosysteme zu verfolgen.

Die Größenordnung dieser Einwanderungsprozesse und die Herkunft der Arten über verschiedene Ausbreitungsvektoren soll in diesem Kapitel untersucht werden. Dabei sind grundsätzlich verschiedene Ausbreitungswege denkbar, über die Pflanzenarten auf die untersuchten Schweineweiden gelangen.

Erstens können Arten aus der Diasporenbank im Boden aktiviert werden. Diese Form der Aktivierung kann als „Ausbreitung in der Zeit“ bezeichnet werden, da die Pflanzen möglicherweise früher an diesem Ort vorkamen und aus dieser Zeit noch Samen im Boden überdauert haben. Grundsätzlich kann eine Diaspore natürlich auch fernausbreitet sein, aus der Fernausbreitung direkt in die Diasporenbank gelangen und somit niemals auf der Probestelle gewachsen sein. Für Ausbreitungen in der Zeit ist die Langlebigkeit der Diaspore von entscheidender Bedeutung, die je nach Art stark variieren kann (Thompson *et al.*, 1997). Außerdem müssen die standörtlichen Bedingungen zur Keimung erfüllt sein. Viele Samen keimen nur bei Belichtung, die auf einer Schweinewühlstelle nicht mehr durch etablierte Vegetation abgeschirmt wird. Es muss zudem ausreichend Feuchtigkeit vorhanden sein und das Temperaturregime passen, das oft mit der Jahreszeit gekoppelt ist (Baskin & Baskin, 2001). Die Keimung von Samen kann durch Dormanz verhindert sein, obwohl günstige Keimbedingungen für den Samen herrschen (Thompson *et al.*, 2003). Nach der Keimung müssen weiterhin die passenden standörtlichen Bedingungen gegeben sein, damit der Keimling überlebt, die Jungpflanze sich auf der Weide etabliert und schließlich reproduziert (Burke & Grime, 1996; Thompson *et al.*, 2001).

Zweitens können neue Arten aus anderen Teilen der Schweineweide auf die Probestellen eingewandert sein. Dabei müssen nur geringe Distanzen zurückgelegt werden. Unter der Vielzahl der denkbaren Ausbreitungsvektoren und –mechanismen (Bonn & Poschlod, 1998) kommt innerhalb der Weide der zoochoren Ausbreitung über Schweine eine besondere Bedeutung zu. Die Abschätzung der zoochoren Ausbreitungspotenziale von Pflanzen auf Schweineweiden ergab (Kapitel 4), dass grundsätzlich alle diasporenbildenden Arten in der Lage sind, durch Schweine ausgebreitet zu werden.

Drittens kommt für die Neubesiedelung auch die Einwanderung aus der Umgebung in Frage, die nach bisherigem Kenntnisstand als selteneres Ereignis einzustufen ist als die Ausbreitung im Nahraum (Portnoy & Willson, 1993). Wegen der Zaunbauten um die Schweineweide, die laut der Hygienevorschriften wilddicht sein sollen, standen als Fern-Ausbreitungsvektoren hauptsächlich die Anemochorie oder Windausbreitung (Tackenberg *et al.*, 2003) zur Verfügung. Die ornithochore Ausbreitung konzentriert sich auf Arten mit fleischigen Früchten, die hauptsächlich von Sträuchern gebildet werden, seltener von krautigen Arten oder Gräsern (Grunicke, 1996; Kollmann & Poschod, 1997; Kollmann, 2000). Grundsätzlich ist auch die Ausbreitung durch Kleinsäuger denkbar, bei der aber maximale Ausbreitungsdistanzen von nur 30 m gefunden wurden (Abbott & Quink, 1970; Jensen & Nielsen, 1986).

Nicht nur der Ausbreitungsvektor bestimmt, welche und wie viele Arten in ein potenzielles Habitat gelangen, auch das Arteninventar der Region und damit die Besiedelungsquellen sind entscheidend. So wurde in der Artenpoolhypothese postuliert, dass unter der Annahme hinreichender Ausbreitungsbedingungen der lokale Artenpool positiv mit dem regionalen Artenpool korreliert ist (Zobel, 1997; Zobel *et al.*, 1998). Das bedeutet, dass in Gegenden mit sehr artenreichem regionalen Pool auch viele Arten in potentielle Besiedelungsflächen eingetragen werden.

Die Untersuchung der Neubesiedelung auf den Schweineweiden und der Herkunft dieser Arten erfolgt auf drei Ebenen.

Erstens wird die Schweineweide als Einheit betrachtet und untersucht, welche Arten bei der Summe der Nullaufnahmen auf keinem der Dauerquadrate vorhanden war, sich aber später ansiedelten. Dazu wird das UG Schmandberg ausgewählt, da in diesem Gebiet der Nullzustand am vollständigsten von allen Untersuchungsgebieten dokumentiert wurde und deswegen neu kartierte Arten mit großer Sicherheit als Neuankömmlinge gewertet werden können. Hierbei wird in einem korrelativen Ansatz abgeschätzt, mit welchen möglichen Besiedelungsquellen die neu etablierten Arten übereinstimmen.

Wenn eine Fernausbreitung aus der Umgebung in nennenswertem Umfang stattfindet, müssten folgende Hypothesen zutreffen:

1. Unter den hypothetisch fernausgebreiteten Arten befinden sich überdurchschnittlich viele gute Windausbreiter.
2. Eine Aktivierung von Arten aus der permanenten Diasporenbank erfolgt schnell, die Einwanderung aus der Umgebung erst allmählich im Lauf der Zeit.
3. Nahe gelegene Quellpopulationen haben ein erhöhtes Besiedelungspotenzial.

Zweitens wird die Neubesiedelung von Arten auf ausgewählten Probestellen untersucht, um eine höhere räumliche Aussageschärfe zu bekommen. Mit diesem Ansatz wird im Speziellen der Einfluss der Diasporenbank analysiert. Folgende Fragen werden in diesem Abschnitt untersucht:

- Welche Arten werden aus der lokalen Diasporenbank eines Dauerquadrates häufig aktiviert?
- Welche Arten sind zwar in der permanenten Diasporenbank vorhanden, werden aber nur selten aktiviert?
- Welchen Anteil hat die lokale Diasporenbank an allen Neubesiedelungen?
- Welche Eigenschaften/Strategien weisen gut aktivierbare Arten im Gegensatz zu schlecht aktivierbaren auf?

Zur Auswertung der Mechanismen der Etablierung aus der Diasporenbank sollen außerdem funktionelle Merkmale herangezogen werden, die im Kapitel 6 noch ausführlich für die etablierte Vegetation eingeführt werden. Es handelt sich dabei um leicht und eindeutig zu messende Merkmale von Pflanzen, die dem Verständnis von ökologischen Prozessen dienen (Weiher *et al.*, 1999). Es werden dazu die folgenden Hypothesen aufgestellt:

Arten die häufig aktiviert werden,

1. besitzen häufiger einen annuellen als einen mehrjährigen Lebenszyklus, da sie in ihrem kurzen Lebenszyklus auf sofortige Keimung angewiesen sind, sobald Keimstellen vorhanden sind,
2. können das ganze Jahr über keimen und nicht nur in ausgewählten Jahreszeiten, da Schweine zu allen Jahreszeiten wühlen und Störstellen schaffen,
3. besitzen eine größere Amplitude möglicher Keimtemperaturen, da sie dann sowohl unter kühlen, als auch unter warmen Bedingungen keimen können (die Temperatur ist von der Jahreszeit, aber auch von anderen Faktoren wie Beschattung oder Exposition abhängig),
4. besitzen eine höhere Diasporenmasse, da solche Arten mehr Reservestoffe mitbringen, um ungünstige Keimungsbedingungen zu kompensieren (Zum Beispiel können großsamige Arten besser durch Streuauflagen hindurch wachsen.) und
5. besitzen eine hohe spezifische Blattfläche. Die spezifische Blattfläche ist ein Maß für die relative Wachstumsgeschwindigkeit im Keimlingsstadium (Weiher *et al.*, 1999).

Drittens wird die räumliche und zeitliche Struktur des Ansiedlungsprozesses am Beispiel von *Peplis portula* untersucht. Das ist eine Art der Zwergbinsengesellschaften, die im UG Lenzen in der Diasporenbank vor Beginn der Schweineweide vorhanden war, nicht aber in der etablierten Vegetation.

5.2 Methoden

5.2.1 Vegetationskartierung

Das Vegetationsmonitoring auf den Dauerquadraten erfolgte nach den Methoden von Kapitel 3.2.1. Um die Etablierung von *Peplis portula* zu dokumentieren, wurde das Untersuchungsgebiet am 26.5.1999, 22.-24.8.1999, 5.-9.6.2000, 21.-23.8.2000, 3.-6.6.2002 und 2.-4.10.2002 systematisch abgelaufen und nach Pflanzen abgesucht.

5.2.2 Umfeldkartierung

Zur Erfassung des Besiedlungspotenzials der Umgebung des UG Schmandberg wurden eigene Kartierungen durchgeführt und großräumigere floristische Kartierungen ausgewertet. Die eigenen Kartierungen konzentrierten sich auf das engere Umfeld der Schweineweiden. Sie umfassen Offenlandhabitate von Wiesen, Weiden und Äckern in einem Radius von 0,5 km um die Schweineweide. Sie wurden 2000 begonnen (Christ *et al.*, 2000) und 2001 abgeschlossen. Das großräumige Umfeld wurde durch die Quadrantenlisten der Floristischen Kartierung abgedeckt, Messtischblatt 4221, Erfassungsstand 9.1.2003. Zusätzlich wurde eine regionale Kartierung ausgewertet (Häcker, 1997). Der Erfassungsstand der Rasterkartierungen kann aufgrund des lokal aktiven Kartierers, Herrn Stefan Häcker, als sehr gründlich eingeschätzt werden (Häcker, 1997).

5.2.3 Bestimmung der Diasporenbank

Die Bodenproben wurden mit einem „Wurzelbohrer“ (4 cm ø) bis in eine Tiefe von 15 cm entnommen. Dabei wurde auf einem zu den Dauerbeobachtungsflächen unmittelbar angrenzenden 2*2 m²-Quadrat 10 Proben zufällig entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. In Tieringen war dies wegen des steinigen Untergrunds nicht durchgängig möglich. Deshalb wurde, sofern die Bohrtiefe von 15 cm nicht erreicht wurde, mit dem Spaten an drei verschiedenen Stellen Boden aus dem entsprechenden Tiefenhorizont entnommen. Wenn nötig, wurden die Proben im Kühlhaus bei 4 °C zwischengelagert. Die Bodenproben wurden unter Tageslichtexposition gewaschen und die samenhaltige Fraktion zwischen 0,2 und 2 mm herausgesiebt. Dieses Material wurde auf sterilem Boden ausgestrichen und mit einem feinen Netz gegen einfliegende Samen geschützt. Die Kultivierung erfolgte im Gewächshaus. Zur Kontrolle wurden Kontrollschalen mit sterilem Boden ohne Diasporenmaterial aufgestellt (Poschlod, 1991; Ter Heerdt *et al.*, 1996). Auflaufende Keimlinge wurden bestimmt (Muller, 1978) und entfernt, nötigenfalls separat kultiviert, bis eine eindeutige Bestimmung (Schubert *et al.*, 1994) möglich war (Tabelle 49).

Tabelle 49. Entnahme und Kultivierung der Diasporenbank-Proben.

	Brucht	Lenzen	Eggelwiesen	Schmandberg	Tieringen
Probenahme	3.5.1999	5.5.1999	19./20.10.1999	23.-24.1/2.3.2000	31.7./1.8.1999 21./22.3.2000
Stratifizierung	in situ	in situ	Kühlraum bei 4 °C	in situ und Kühlraum bei 4 °C	in situ und Kühlraum bei 4 °C
Aufbereitung	6.5.1999	12.5. - 21.7.1999	12.4.-3.5.2000	27.3.-1.4.2000	23.-27.3.2000
Ende der Kultivierung	11.1.2000	16.8.2000	29.6.2001	30.6.2001	7.11.2000
Menge	16 Dauerquadrate mit je 10 Proben (je 15cm*4cmØ) zu Mischprobe vereinigt	15 Dauerquadrate mit je 10 Proben (je 15cm*4cmØ) zu Mischprobe vereinigt	16 Dauerquadrate mit je 10 Proben (je 15cm*4cmØ) zu Mischprobe vereinigt	19 Dauerquadrate (Weide)+ 9 Dauerquadrate (Brache), je 10 Proben (je 15cm*4cmØ) zu Mischprobe vereinigt	8 Dauerquadrate im Herbst (nur Weide), 24 Dauerquadrate im Frühjahr (19 Weide, 5 Brache) jeweils 10 Proben (je 15cm* 4cmØ) zu Mischprobe vereinigt, *)
Datenquelle	(Kreyer, 2000)	eigene Erhebung	eigene Erhebung	(Christ <i>et al.</i> , 2000) und eigene Erhebung	(Blanckenhagen & Bylebyl, 2000) und eigene Erhebung

*) Falls dies wegen des steinigen Untergrundes nicht möglich war, wurden drei Proben mit dem Spaten je Dauerquadrat aus einer entsprechenden Tiefe in entsprechender Menge entnommen.

5.2.4 Datenauswertung

Die funktionellen Merkmale werden aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragen: Die Keimtemperaturen stammen aus der im Aufbau befindlichen Datenbank BIOPOP (Jackel, persönliche Mitteilung), Zeitpunkt der Keimung im Jahresverlauf aus der Datenbank der Comparative Plant Ecology (Grime *et al.*, 1988), der Lebenszyklus aus Rothmaler's Exkursionsflora (Schubert *et al.*, 1994) und die Ruderalität aus dem CSR-Konzept (Grime *et al.*, 1988) mit Ergänzungen für fehlende Arten aus den biologisch-ökologischen Daten zur Flora der DDR (Frank & Klotz, 1990), quantifiziert nach einer Einordnung der Grime'schen Arbeitsgruppe (Hodgson *et al.*, 1999). Die spezifische Blattfläche beruht auf Messungen der Arbeitsgruppe (Kahmen, Gesing, persönliche Mitteilung) und veröffentlichten Daten (Cornelissen *et al.*, 1996; Hunt & Cornelissen, 1997). Liegen mehrere Messungen vor, werden diese gemittelt. Das Samengewicht stammt ebenfalls aus der Datenbank der Comparative Plant Ecology (Grime *et al.*, 1988) mit Ergänzungen für fehlende Arten aus der Seed Information Database (Tweddle *et al.*, 2003). Das Windausbreitungspotenzial stammt aus Daten der Arbeitsgruppe (Tackenberg *et al.*, 2003). Die Langlebigkeit der Diasporenbank wird aus den Originaldaten (Thompson *et al.*, 1997) in zwei Klassen (langlebig/kurzlebig) eingeteilt. „Kurzlebig“ werden Arten bezeichnet, die einen Longevity Index $< 0,3$ besitzen, langlebig solche, die einen Longevity Index $\geq 0,3$ besitzen, oder wenn die Einstufung als „long term persistence“ häufiger als drei Mal gefunden wird oder mehr als 20 % aller Datensätze ausmacht. Die Daten sind in Tabelle 75 im Anhang dargestellt.

Die verschiedenen Merkmale werden einzeln zur Erklärung der Etablierungsfähigkeit herangezogen. Dabei wird das Verfahren der logistischen Regression gewählt und in Genstat 5 Release 4.1 (Lawes Agricultural Trust, IACR-Rothamsted 1998) mit Hilfe von logit-link und Binomial-Verteilung berechnet. Die Überdispersion der Daten wird entsprechend angepasst.

Bei der Besiedelung aus dem Umfeld werden alle Arten der Umgebung berücksichtigt, die vor Beginn der Schweineweide nicht auf der Weide vorhanden sind. Die Ankunft einer Art als binäre Variable im Zähler codiert und 1 für alle Arten im Nenner gesetzt. Die Entfernung der Quellpopulationen dient als erklärende Variable. Der Vergleich von Neubesiedlern und nicht eingewanderten Arten der Umgebung hinsichtlich des Windausbreitungspotenzials wird mit dem U-Test nach Mann-Whitney geprüft (SPSS 10.0).

Bei der Etablierung aus der Diasporenbank wird wiederum die logistische Regression herangezogen und als Zähler die Anzahl an Quadraten berechnet, bei der sich eine Art neu etabliert hat und zudem noch vor Beweidungsbeginn in der Diasporenbank vorhanden war. Der binomiale Nenner ist die Anzahl an zur Verfügung stehenden Dauerquadraten, also diejenigen, auf denen eine Art zu Beginn nicht vorhanden ist, aber in der Diasporenbank nachgewiesen wird. Aus dem Zähler und dem Nenner ergibt sich die Besiedelungswahrscheinlichkeit aus der Diasporenbank. Für die Gesamtbeurteilung aller Untersuchungsgebiete werden alle Zähler und Nenner addiert.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Betrachtungsebene: Gesamte Schweineweide

Im UG Schmandberg sind 11 Arten auf den Dauerquadraten der Frühjahrweide nach Beginn der Schweineweide neu aufgetreten, auf der Herbstweide sind 20 Arten neu aufgetreten. Von diesen insgesamt 26 Arten wurden 7 auf anderen Teilen der Schweineweide vor Beginn der Beweidung gefunden. 8 Arten kommen in der Diasporenbank vor. 18 Arten wurden bei den Kartierungen im nahen Umfeld (0,5 km Radius um die Weide) gefunden. Ein Teil könnte aus anderen Weidegebieten bei dem Transport der Tiere in das UG Schmandberg eingebracht worden sein. 6 Arten kommen auch im UG Eggelwiesen vor, sowie 14 Arten im UG Brucht. Auf Messtischblattebene der floristischen Kartierungen sind alle Arten vorhanden, 4 davon fehlen lediglich im Quadranten (Tabelle 50).

Bei den neu etablierten Arten, die im lokalen Artenpool vorkommen (Diasporenbank und etablierte Vegetation vor Beginn der Schweineweide), besitzt die Mehrzahl eine langlebige Diasporenbank und eine nur schlechte Eignung für die Fernausbreitung über Wind. Bei den neu etablierten Arten, die auch in der Umgebung der Schweineweide vorkommen, handelt es sich zu einem erheblichen Teil um schlechte Windausbreiter, die eine langlebige Diasporenbank aufbauen (Tabelle 51). Verglichen mit den Arten der Umgebung, die nicht auf der Schweineweide vorhanden oder neu angekommen sind, ergibt sich kein signifikanter Unterschied im Windausbreitungspotenzial ($U_{9,89}=375,5$; $P>0,05$). Auch die Entfernung der nächstgelegenen Quellpopulation kann die Neuetablierung auf der Schweineweide nicht erklären ($F=0,12$; $df=101$; $P>0,05$).

Im UG Schmandberg-Herbstweide wurde herausgefunden, dass die meisten Neubesiedler in jenem Jahr auftauchen, das der ersten Beweidung in hoher Dichte folgt. Im Folgejahr bleiben diese Arten erhalten und es kommen nur wenige neue hinzu. Auf der Frühjahrweide wurde dieser Abfall in den Folgejahren nicht gefunden. Allerdings steigt die Besatzleistung dort während der Jahre immer weiter an (Abbildung 24).

Tabelle 51. Funktionelle Merkmale von neuen Arten im UG Schmandberg.

Zuordnung	Neu angesiedelte Arten	LL	WAP
im lokalen Artenpool nachgewiesen	<i>Anagallis arvensis</i> L.	langlebig	schlecht
	<i>Aphanes arvensis</i> L.	langlebig	schlecht
	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. (s.str.)	langlebig	gut
	<i>Euphorbia exigua</i> L.	langlebig	-
	<i>Galium aparine</i> L.	kurzlebig/ nicht vorhanden	gut
	<i>Hieracium aurantiacum</i> L.	langlebig	-
	<i>Lamium purpureum</i> L. s.l.	langlebig	schlecht
	<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)	langlebig	schlecht
	<i>Veronica chamaedrys</i> L. s.l.	langlebig	schlecht
	<i>Veronica persica</i> Poir.	langlebig	schlecht
im lokalen Artenpool nicht nachgewiesen	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	langlebig	schlecht
	<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande	langlebig	schlecht
	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	langlebig	-
	<i>Bellis perennis</i> L.	langlebig	schlecht
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	langlebig	gut
	<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange	langlebig	gut
	<i>Equisetum arvense</i> L.	langlebig (eigene Einschätzung)	gut
	<i>Erophila verna</i> (L.) DC. s.l.	langlebig	gut
	<i>Hieracium piloselloides</i> Vill.	kurzlebig/ nicht vorhanden (eigene Einschätzung)	gut
	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Lam.	langlebig (eigene Einschätzung)	-
	<i>Ononis repens</i> L.	kurzlebig/ nicht vorhanden	schlecht
	<i>Papaver argemone</i> L.	langlebig	gut
	<i>Papaver rhoeas</i> L.	langlebig	gut
	<i>Picris hieracioides</i> L. s.l.	langlebig	-
	<i>Sinapis arvensis</i> L.	langlebig	schlecht
	<i>Veronica hederifolia</i> L. s.l.	langlebig	schlecht

LL Langlebigkeit der Diasporenbank (Thompson *et al.*, 1997)WAP Windausbreitungspotenzial (Tackenberg *et al.*, 2003)

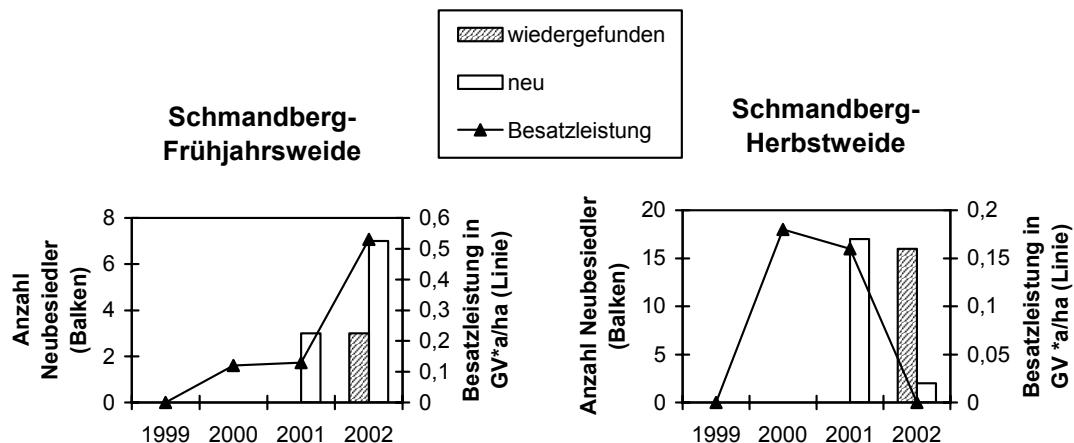


Abbildung 24. Neubesiedlung im Verlauf der Beobachtungsperiode im UG Schmandberg.

5.3.2 Betrachtungsebene: Einzelne Aufnahmeflächen innerhalb der Schweineweiden

Betrachtet man nun die Neubesiedlung einzelner Dauerquadrate, so kann im Mittel aller Untersuchungsgebiete 28 % der Neubesiedlung durch Übereinstimmung mit der lokalen Diasporenbank erklärt werden. Die gesamte Diasporenbank kann für 61 % der neuangekommenen Arten eine Erklärung bieten, wobei viele der Arten der Diasporenbank auch rezent auf anderen Dauerquadraten etabliert waren. Nimmt man den gesamten lokalen Artenpool (Diasporenbank und etablierte Vegetation) auf der jeweiligen Schweineweide vor Beginn der Beweidung zusammen, so können damit 81 % der Besiedelungsvorgänge in Übereinstimmung gebracht werden, sodass 19 % der Arten ohne Übereinstimmungen mit dem lokalen Artenpool verbleiben (Tabelle 52).

Tabelle 52. Mögliche Quellen der Neubesiedlung auf Dauerquadraten.

Angaben in % der Artenzahl \pm Standardfehler. Der lokale Artenpool ist die Gesamtheit der Arten innerhalb des Weidezaunes.

Untersuchungs- gebiet	Übereinstimmung mit lokaler Dia- sporenbank des Dauerquadrates	Übereinstimmung mit gesamter Diasporenbank der jeweiligen Weide	Übereinstimmung mit lokalem Artenpool vor Be- ginn der Bewei- dung	Keine Überein- stimmung mit lokaalem Arten- pool
Brucht	23 \pm 4	52 \pm 4	84 \pm 3	16 \pm 3
Lenzen	41 \pm 5	70 \pm 5	72 \pm 5	28 \pm 5
Eggelwiesen	39 \pm 5	65 \pm 6	92 \pm 3	8 \pm 3
Schmandberg	22 \pm 3	55 \pm 3	78 \pm 4	22 \pm 4
Tieringen	18 \pm 2	62 \pm 2	78 \pm 2	22 \pm 2
Mittel	28	61	81	19

Für eine Reihe von Arten kann zwischen der Neuetablierung auf den Dauerquadraten und dem lokalen Vorkommen in der Diasporenbank eine Parallele gezogen werden (Tabelle 53). Hohe Etablierungshäufigkeiten weisen zum Beispiel *Aphanes arvensis*, *Cerastium holosteoides*, *Cirsium arvense*, *Rumex crispus*, *Sinapis arvensis*, *Thlaspi arvense* und *Veronica persica* auf. Sie haben mehr als 50 % aller Dauerquadrate, in denen sie in der Diasporenbank nachgewiesen wurden, aber zum Nullzeitpunkt nicht in der etablierten Vegetation vorhanden waren, im Laufe der drei Beobachtungsjahre besiedelt. Dagegen weisen zum Beispiel *Alisma lanceolatum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Carex hirta*, *Epilobium ciliatum*, *Juncus articulatus* und *Juncus inflexus* nur sehr geringe Etablierungshäufigkeiten auf. Sie haben sich in weniger als 20 % derjenigen Dauerquadrate etabliert, auf denen sie zu Beginn in der Diasporenbank, aber nicht in der etablierten Vegetation vorkommen.

Um die unterschiedlichen Etablierungsraten durch funktionelle Merkmale zu erklären, wurden verschiedene Hypothesen untersucht und dabei folgende Ergebnisse ermittelt: Das Samengewicht hatte generell keinen Einfluss auf die Etablierungsfähigkeit, lediglich im UG Schmandberg wurde ein negativer Zusammenhang gefunden, wobei dieser sehr stark auf einem statistischen Hebeleffekt der schweren Samen von *Medicago lupulina* und *Viola hirta* mit geringer Etablierungsfähigkeit beruht (Tabelle 54). Der Zusammenhang der Grime'schen Ruderalstrategie mit der Etablierungsfähigkeit weist in verschiedenen Untersuchungsgebieten unterschiedliche Reaktionen auf. Arten mit hoher Ruderalitätseinstufung etablieren sich im UG Tieringen besser, während sie sich im UG Lenzen schlechter etablieren (Tabelle 55). Die spezifische Blattfläche (SLA) hat in keinem der Untersuchungsgebiete einen Einfluss auf die Etablierungsfähigkeit der Diasporen (Tabelle 56). Annuelle Arten weisen außer im UG Lenzen eine höhere Etablierungsfähigkeit auf als mehrjährige Arten, wobei, auch wenn alle Untersuchungsgebiete zusammengekommen werden, sich mit $P = 0,067$ kein strikter signifikanter Unterschied nachweisen lässt (Tabelle 57). Kein Zusammenhang wurde für die Amplitude der Keimtemperatur gefunden, wobei Angaben nur für insgesamt 29 der 131 Arten vorhanden waren (Tabelle 58). Arten, die das ganze Jahr über oder im Frühjahr und im Herbst keimen können, weisen höhere Etablierungsraten auf als Arten, die nur im Frühjahr oder nur im Herbst keimen. Dieser Gesamtbefund ist signifikant, wenn die Arten aus allen Untersuchungsgebieten zusammengekommen werden. Er wird in allen Untersuchungsgebieten außer im UG Lenzen belegt (Tabelle 59).

Tabelle 53. Aktivierung der Diasporenbank.

Angegeben sind die Anzahl der Dauerquadrate, auf denen sich eine Art etabliert hat, und die Zahl der Dauerquadrate, auf denen die Art zum Nullzeitpunkt in der Diasporenbank, aber nicht in der Vegetation vorkam. B Brucht, L Lenzen, E Eggelwiesen, S Schmandberg, T Tieringen, Σ Gesamtsumme aller Untersuchungsgebiete.

Art	B	L	E	S	T	Σ	Σ in %
<i>Achillea millefolium</i> L.		0/1			1/1	1/2	50
<i>Agrostis canina</i> L.		7/8				7/8	88
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0/2	3/6				3/8	38
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	3/3	4/4			0/1	7/8	88
<i>Alisma lanceolatum</i> With.		2/10				2/10	20
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) P. Gaertn.	0/3					0/3	0
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.		0/5				0/5	0
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	1/2	1/4				2/6	33
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	1/1					1/1	100
<i>Anagallis arvensis</i> L.				0/4	0/3	0/7	0
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.			0/1			0/1	0
<i>Aphanes arvensis</i> L.				9/10		9/10	90
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. (s.str.)				4/11	0/4	4/15	27
<i>Barbarea stricta</i> Andr.		0/1				0/1	0
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	0/1					0/1	0
<i>Bellis perennis</i> L.					1/2	1/2	50
<i>Betula pendula</i> Roth					0/1	0/1	0
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtner		2/2				2/2	100
<i>Caltha palustris</i> L.		0/1				0/1	0
<i>Campanula rotundifolia</i> L. s.str.					1/3	1/3	33
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	4/4				5/5	9/9	100
<i>Cardamine pratensis</i> L. s.str.	0/1	0/3		1/1		1/5	20
<i>Carex acuta</i> L.		1/4				1/4	25
<i>Carex demissa</i> Hornem.			0/1			0/1	0
<i>Carex disticha</i> Huds.			0/3			0/3	0
<i>Carex hirta</i> L.		1/11				1/11	9
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard		0/2				0/2	0
<i>Carex ovalis</i> Good.		0/2	0/1			0/3	0
<i>Carex viridula</i> Michx.		0/1				0/1	0
<i>Carex vulpina</i> L.		2/3				2/3	67
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	3/3	1/6		1/3	5/5	10/17	59
<i>Chenopodium album</i> L.					1/1	1/1	100
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	0/1	0/4				0/5	0
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		7/10				7/10	70
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.			1/2			1/2	50
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.			1/2		0/1	1/3	33
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1/1	0/4				1/5	20
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.		3/11				3/11	27
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould s. str.		2/3				2/3	67
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.	0/5	0/5	2/3		0/2	2/15	13
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp. <i>lamyi</i>					0/1	0/1	0

Tabelle 53. Fortsetzung.

Art	B	L	E	S	T	Σ	Σ in %
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp. <i>tetragonum</i>				0/1	0/1	0/2	0
<i>Euphorbia exigua</i> L.				1/6		1/6	17
<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.					2/3	2/3	67
<i>Festuca rubra</i> L.		0/2				0/2	0
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.					0/1	0/1	0
<i>Galium mollugo</i> L. s.str.				1/1		1/1	100
<i>Galium palustre</i> L. s.l.		3/5				3/5	60
<i>Geranium pratense</i> L.					0/5	0/5	0
<i>Geranium robertianum</i> L. s.str.					0/4	0/4	0
<i>Glechoma hederacea</i> L.		0/2	0/3			0/5	0
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.		4/6				4/6	67
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	1/3	0/5				1/8	13
<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.					0/1	0/1	0
<i>Hieracium pilosella</i> L.				0/1		0/1	0
<i>Holcus lanatus</i> L.		1/7	1/1	1/2		3/10	30
<i>Hypericum perforatum</i> L.		0/5		2/2	0/1	2/8	25
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr.	0/1					0/1	0
<i>Juncus articulatus</i> L.	0/2	0/15			0/1	0/18	0
<i>Juncus bufonius</i> L.	8/13	5/13		1/1		14/27	52
<i>Juncus effusus</i> L.		4/13				4/13	31
<i>Juncus inflexus</i> L.	0/2				0/5	0/7	0
<i>Lamium maculatum</i> L.	0/5					0/5	0
<i>Lamium purpureum</i> L. s.l.				1/5	2/2	3/7	43
<i>Lathyrus pratensis</i> L.		1/2				1/2	50
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	0/1					0/1	0
<i>Leonurus marrubiastrum</i> L.		0/1				0/1	0
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. s.str.				1/1	1/2	2/3	67
<i>Lolium perenne</i> L.	1/2	0/1				1/3	33
<i>Lotus corniculatus</i> L.		0/1				0/1	0
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	0/1					0/1	0
<i>Lysimachia nummularia</i> L.		0/1				0/1	0
<i>Matricaria discoidea</i> DC.					0/1	0/1	0
<i>Matricaria recutita</i> L.	2/5		0/1			2/6	33
<i>Medicago lupulina</i> L.				0/1		0/1	0
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill				3/3		3/3	100
<i>Origanum vulgare</i> L.				1/1		1/1	100
<i>Peplis portula</i> L.		0/4				0/4	0
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre		1/2				1/2	50
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray s.l.		0/2				0/2	0
<i>Phalaris arundinacea</i> L.		1/1				1/1	100
<i>Phleum pratense</i> L. s.str.					1/1	1/1	100
<i>Plantago lanceolata</i> L.				0/1	1/1	1/2	50
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i> (Gilib.) Lange	1/7	0/6	0/1		9/9	10/23	43
<i>Plantago media</i> L.					1/4	1/4	25
<i>Poa annua</i> L.				0/1	1/2	1/3	33

Tabelle 53. Fortsetzung.

Art	B	L	E	S	T	Σ	Σ in %
<i>Poa palustris</i> L.		7/7				7/7	100
<i>Poa pratensis</i> L. s.str.					0/2	0/2	0
<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	3/3		1/1	1/1	3/3	8/8	100
<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)				2/3	2/2	4/5	80
<i>Potentilla reptans</i> L.		0/2				0/2	0
<i>Prunus</i> sp.					0/2	0/2	0
<i>Ranunculus acris</i> L.					1/1	1/1	100
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.					5/5	5/5	100
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	0/1	1/2				1/3	33
<i>Ranunculus flammula</i> L.		3/3				3/3	100
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank s.l.		2/3				2/3	67
<i>Ranunculus repens</i> L.		3/5				3/5	60
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.			1/2			1/2	50
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser		0/3				0/3	0
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	2/3					2/3	67
<i>Rumex acetosa</i> L.	1/2		1/1			2/3	67
<i>Rumex crispus</i> L.		3/6			4/5	7/11	64
<i>Rumex maritimus</i> L.		1/6				1/6	17
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	1/2	0/1	0/1			1/4	25
<i>Sagina procumbens</i> L.	1/5	0/9	0/3			1/17	6
<i>Salix aurita</i> L.			0/1			0/1	0
<i>Salix caprea</i> L.		0/3			0/3	0/6	0
<i>Sanguisorba minor</i> Scop. s.l.				0/1		0/1	0
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	0/1	0/1				0/2	0
<i>Sinapis arvensis</i> L.					6/9	6/9	67
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill					2/2	2/2	100
<i>Stellaria alsine</i> Grimm	0/3					0/3	0
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.		0/5				0/5	0
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s.str.	1/3	0/1				1/4	25
<i>Thlaspi arvense</i> L.	0/1				7/7	7/8	88
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.				2/3		2/3	67
<i>Trifolium fragiferum</i> L.		0/1				0/1	0
<i>Trifolium repens</i> L.				0/3		0/3	0
<i>Typha latifolia</i> L.		0/5				0/5	0
<i>Urtica dioica</i> L. s.l.	5/9				0/1	5/10	50
<i>Veronica arvensis</i> L.			0/1	3/4	13/16	16/21	76
<i>Veronica beccabunga</i> L.	0/3					0/3	0
<i>Veronica chamaedrys</i> L. s.l.			0/1	0/3	2/2	2/6	33
<i>Veronica persica</i> Poir.				4/12	6/6	10/18	56
<i>Veronica scutellata</i> L.		3/5				3/5	60
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	5/10		0/3		0/4	5/17	29
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.		0/2				0/2	0
<i>Viola arvensis</i> Murray				5/12	1/2	6/14	43
<i>Viola hirta</i> L.				0/4		0/4	0

Tabelle 54. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit vom Samengewicht.

	Gleichung	Anzahl	F	P
Gesamt	$y = 0,39$	127	0,01	0,91
Brucht	$y = 0,39$	35	2,46	0,13
Lenzen	$y = 0,29$	60	1,48	0,23
Eggelwiesen	$y = 0,24$	20	0,30	0,59
Schmandberg	$y = 0,72 - 0,12 x$	29	5,08	0,033 *)
Tieringen	$y = 0,57$	48	0,03	0,86

*) starker Hebeleffekt von *Medicago lupulina* und *Viola hirta* (geringe Etablierungsfähigkeit bei schweren Samen).

Tabelle 55. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit von der Ruderalität nach Grime.

	Gleichung	Anzahl	F	P
Gesamt	$y = 0,39$	116	0,84	0,36
Brucht	$y = 0,39$	32	0,02	0,89
Lenzen	$y = 0,20 - 0,09 x$	54	5,88	0,019
Eggelwiesen	$y = 0,26$	18	0,41	0,53
Schmandberg	$y = 0,43$	29	0,01	0,93
Tieringen	$y = 0,68 + 0,18 x$	45	9,52	0,004

Tabelle 56. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit von der spezifischen Blattfläche.

	Gleichung	Anzahl	F	P
Gesamt	$y = 0,39$	86	0,26	0,61
Brucht	$y = 0,45$	22	0,16	0,69
Lenzen	$y = 0,32$	50	0,60	0,44
Eggelwiesen	$y = 0,35$	12	2,52	0,14
Schmandberg	$y = 0,39$	18	0,02	0,89
Tieringen	$y = 0,53$	33	0,61	0,44

Tabelle 57. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit vom Lebenszyklus.

	Annuelle	Mehrjährige	Anzahl	F	P
Gesamt	0,462	0,345	131	3,40	0,067
Brucht	0,546	0,329	36	2,35	0,134
Lenzen	0,190	0,313	63	1,43	0,236
Eggelwiesen	0,200	0,250	20	0,04	0,836
Schmandberg	0,461	0,346	29	0,50	0,486
Tieringen	0,677	0,481	48	1,89	0,175

Tabelle 58. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit von der Amplitude der Keimtemperatur.

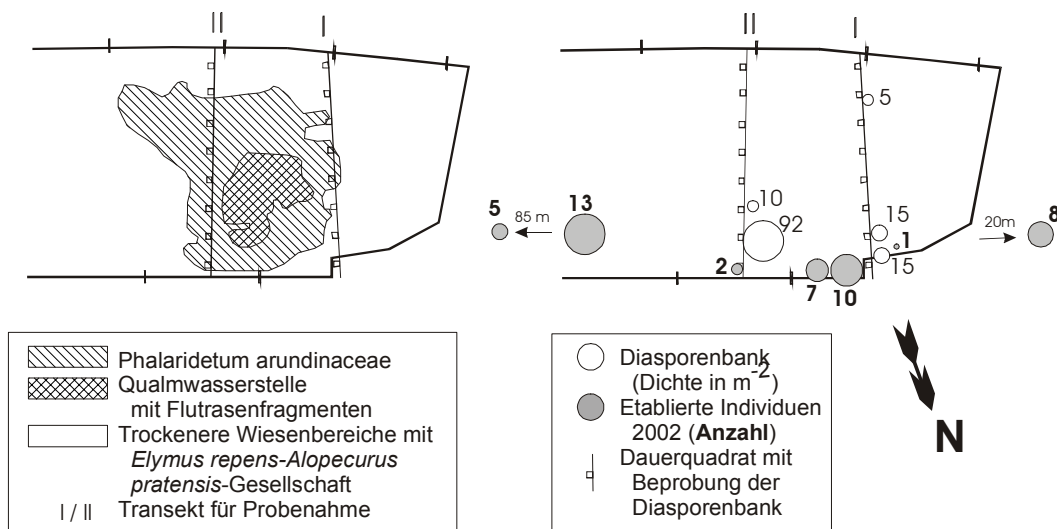
	Gleichung	Anzahl	F	P
Gesamt	$y = 0,50$	29	0,70	0,41
Brucht	$y = 0,51$	9	< 0,01	0,98
Lenzen	$y = 0,28$	11	0,01	0,91
Eggelwiesen	$y = 0$	5	-	-
Schmandberg	$y = 0,5$	10	1,24	0,30
Tieringen	$y = 0,74$	15	2,98	0,11

Tabelle 59. Abhängigkeit der Etablierungsfähigkeit von der Keimfähigkeit im Jahresverlauf.

	ganzes Jahr über	nur Frühjahr	nur Herbst	Frühjahr und Herbst	Anzahl	F	P
Gesamt	0,507	0,288	0,004	0,5217	94	3,32	0,023
Brucht	0,5	0,40	-	-	26	0,43	0,517
Lenzen	0,188	0,250	-	-	41	1,75	0,194
Eggelwiesen	0,383	0,244	-	-	17	0,11	0,74
Schmandberg	0,428	0,412	-	0,417	26	<0,01	0,996
Tieringen	0,747	0,231	0,001	0,635	34	1,83	0,163

5.3.3 Räumliche Struktur der Neuetablierung - Fallbeispiel *Peplis portula*

Peplis portula war vor Beginn der Schweinebeweidung nicht im UG Lenzen vorhanden, auch in der unmittelbaren Umgebung existierten keine Bestände. *Peplis portula* wurde aber in der Diasporenbank gefunden. Die Diasporenfunde beschränken sich auf den Übergangsbereich zwischen dem Glanzgras-Röhrricht (*Phalaridetum arundinaceae*) und den trockeneren Wiesenbeständen, die der *Elymus repens-Alopecurus pratensis*-Gesellschaft zugerechnet werden. Innerhalb des beprobten Bereiches konzentrieren sich die Diasporenfunde auf die nord(öst)lichen Seiten der beiden Transekte, entlang derer die Bodenproben genommen wurden. Nur auf dieser Seite fand auch die Etablierung von *Peplis portula* nach dem dritten Jahr der Schweinebeweidung statt (Abbildung 25).

**Abbildung 25. Aktivierung von *Peplis portula* aus der Diasporenbank.**

5.4 Diskussion

5.4.1 Neubesiedelung durch lokale Effekte versus Fernausbreitung

Im Gegensatz zum Ansatz in Kapitel 4, wo die potenzielle Ausbreitungsfähigkeit von Pflanzenarten durch Schweine untersucht wurde, werden hier tatsächliche Ausbreitungsereignisse verfolgt. In einem ersten Schritt wird die Neubesiedelung auf der Gesamtheit der Schweineweide des UG Schmandberg analysiert. Für alle denkbaren Ausbreitungsmöglichkeiten wurden Artbeispiele gefunden, die diesen Weg möglicherweise beschritten haben. Es sind Arten neu aufgetreten, die mit der Diasporenbank, mit der etablierten Vegetation der Weide außerhalb der Dauerquadrate, mit der unmittelbaren Umgebung der Weide und mit den Weidegebieten übereinstimmen, von denen die Schweine in das Untersuchungsgebiet transportiert wurden. Die Korrelation der neuetablierten Arten mit diesen Gebieten könnte einen Anhaltspunkt dafür geben, dass die postulierten Ausbreitungsmechanismen grundsätzlich möglich sind, selbst wenn die Methode keine sicheren Aussagen zulässt, dass eine Diaspore aus einer bestimmten Quelle stammt.

Die Vorteile dieses aktiven Ansatzes im Gegensatz zu passiver Ermittlung von Ausbreitungspotenzialen (Kapitel 4) liegen darin, dass er zeitintegrierend ist und auch seltene Ausbreitungsvorgänge über große Entfernungen berücksichtigt. Diese sind für die Populationsdynamik von Pflanzenarten besonders hinsichtlich genetischem Austausch und Neukolonialisierungsvorgängen wichtig (Silvertown & Doust, 1993; Cain *et al.*, 1998). Ein weiterer Vorteil ist, dass nur reale Etablierungsvorgänge von Kotdiasporen berücksichtigt werden, da nicht alle im Kot transportierten und unter optimalen Kulturbedingungen aufgelaufene Diasporen (Kapitel 4) auch auf den Weiden zur Keimung und zur Etablierung kommen.

Diese Vorteile sind mit anderen Nachteilen gekoppelt. So kann zum Beispiel nach dem Neufund einer Art der genaue Vektor nicht ermittelt werden. Es wird argumentiert, dass bei einem lokalen Vorkommen eine Besiedelung aus dieser nächstgelegenen Quelle sehr viel wahrscheinlicher ist als von einer entfernten Quelle. Die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens nimmt allein aus geometrischen Gründen nicht linear, sondern mit dem Quadrat der Entfernung ab. Damit ergibt sich ein hyperbelartiger Verlauf der Besiedelungskurve in Abhängigkeit der Entfernung. Grundsätzlich kann eine Diaspore aber auch von entfernteren Quellen kommen, selbst wenn dies unwahrscheinlich ist.

Die Quantifizierung der Anteile der unterschiedlichen Ausbreitungswege an der Neubesiedelung ist auch deswegen schwierig, da die Genauigkeit der Erfassung der verschiedenen Besiedelungsquellen unterschiedlich ist.

Der Erfassungsgrad der zum Nullzeitpunkt auf den Dauerquadraten etablierten Arten kann als hoch eingeschätzt werden, da die Dauerquadrate der Herbstaufnahmen 1999 mindestens einmal und 2000 zweimal beprobt wurden. Die Dauerquadrate auf der Frühjahrsweide wurden 1999 mindestens einmal, viele davon auch schon 1998 beprobt. Die 2000er Aufnahmen auf der Frühjahrsweide liegen bereits nach der ersten Beweidungsperiode.

Grundsätzlich ist ein großer Fehlbetrag bei der Beprobung der Diasporenbank zu erwarten, zumal die Diasporenbank normalerweise sehr stark geklumpt im Boden vorliegt (Thompson, 1986; Thompson *et al.*, 1994). Trotz optimiertem Probedesign (insgesamt 190 Einstiche an 19 beprobten Dauerquadraten) wurden nur 0,24 m² Fläche beprobt, was vergleichsweise klein ist gegenüber der durch den „schweifenden Blick“ des Vegetationskartierers erfassten Fläche. Betrachtet man jedoch den prognostizierten Artenfehlbetrag aus der Variabilität der Diasporenproben untereinander, so ergeben sich nur wenige fehlende Arten (8 fehlende Arten bei einem Jack-Knife-Verfahren, 5 fehlende Arten bei dem Michaelis-Menthen-Modell und 6 fehlende Arten bei Anpassung eines negativ exponentiellen Modells, unveröffentlichte Ergebnisse). Dies stellt für Diasporenbeprobungen in allen Fällen sehr geringe Fehlbeträge dar. Unbedeutend dürfte die Verringerung der Diasporenanzahl auf den Dauerquadraten durch die probebedingte Entnahme sein, da durch die Einstiche an einem Dauerquadrat von 40 000 cm² Größe nur 12,6 cm² Bodenoberfläche entnommen wurden.

Durch zoochoren Transport können 17 Arten vom UG Brucht und dem UG Eggelwiesen auf das UG Schmandberg gelangt sein. Die Ergebnisse aus Kapitel 4 haben ergeben, dass grundsätzlich alle Diasporen von Schweinen ausgebreitet werden können, also Schweine keinen bedeutenden Artenfilter darstellen. Die endozoochore Transportkapazität ist zwar kleiner als bei anderen Herbivoren, allerdings muss sie als nicht unerheblich eingeschätzt werden, wenn man die erfolgte Transportmenge hochrechnet. Ein konventionelles Schwein hat einen Inhalt des Magen-Darmtraktes von 27,5 l (Bergner & Ketz, 1969). Bei den wesentlich kleineren Läufern der Döppler Weideschweine liegt das Fassungsvermögen sicher nicht über 15 l. Bei 93 Schweinen, die insgesamt in das Untersuchungsgebiet gebracht wurden, und einem geschätzten Wassergehalt von 80 % im Kot ergibt sich eine Gesamtmasse von 280 kg Kot (Trockengewicht). Dies stellt allerdings eine Obergrenze dar, da mit Sicherheit nicht der gesamte Magen-Darmtrakt gefüllt ist. Bei einer Dichte von 36,6 Diasporen kg⁻¹ im Kot des UG Brucht (Kapitel 4), ergibt sich eine maximale Menge von 10 000 Diasporen. Allerdings gelangen nicht alle dieser Diasporen zur Keimung und zur Etablierung. Außerdem handelt es sich bei diesen hypothetisch zoochor transportierten Arten in den Besiedelungsquellen jeweils um seltene Arten (Kapitel 3), sodass ihre Dichte auch im Kot vermutlich sehr gering ist. Deshalb ist bei der Mehrzahl der Arten der zoochore Transport nicht sehr wahrscheinlich. Lediglich *Agrostis stolonifera* kommt im UG Brucht sehr häufig vor und bietet deshalb eine schlüssige Erklärung für endozoochoren Transport, zumal es weder im lokalen Diasporenpool des Schmandberges, noch in der unmittelbaren Umgebung nachgewiesen wurde. Da es sich jedoch um Feuchtgebiete im UG Eggelwiesen und großen Teilen des UG Brucht handelt, wird die Mehrzahl der Diasporen nicht in der Lage sein, den standörtlichen Filter im UG Schmandberg zu überwinden und sich dort anzusiedeln (Zobel, 1997; Zobel *et al.*, 1998).

Trotz gründlicher Beprobung des Vorkommens von Arten sowohl auf der Weide außerhalb der Dauerquadrate als auch im unmittelbaren Umfeld der Weide ist mit zunehmender Flächengröße ein zunehmender Anteil nicht erfasster Arten

anzunehmen, dessen Größenordnung nur schwer einzuschätzen ist. Die floristischen Kartierungen können als vollständig gelten, da zumindest auf Messtischblattebene alle neuangekommenen Arten in Rasterkartierungen erfasst sind. In Kombination der Rasterkartierungen und der eigenen Erhebungen kann von einer vollständigen Erfassung des regionalen Artenpools ausgegangen werden.

Die Ergebnisse der Korrelation der Arten mit verschiedenen Besiedelungsquellen legen nahe, dass die Mehrheit der Arten aus der Umgebung (Offenland in 0,5 km Radius) eingewandert ist. Um dies auf funktioneller Ebene zu überprüfen, wird die Langlebigkeit der Diasporenbank und die Windausbreitungsfähigkeit der Arten herangezogen. Dabei zeigt sich, dass erwartungsgemäß viele Arten, bei denen eine Aktivierung der Diasporenbank angenommen wurde, auch eine langlebige Diasporenbank besitzen und überwiegend schlechte Windausbreiter sind. Dagegen wäre zu erwarten, dass die hypothetisch fernausgebreiteten Arten gut flugfähig sind, was aber nur für ungefähr die Hälfte der Arten zutrifft (Tabelle 51). Außerdem sind die angekommenen Arten nicht besser windausbreitungsfähig als Arten der Umgebung, die nicht auf die Schweineweide gelangt sind. Dagegen befinden sich auch in dieser Gruppe der hypothetisch fernausgebreiteten Arten viele mit langlebiger Diasporenbank, sodass für *Alliaria petiolata*, *Bellis perennis*, *Ononis repens*, *Sinapis arvensis* und *Veronica hederifolia* eine Aktivierung der Diasporenbank aus funktionellen Gründen plausibler ist als eine Fernausbreitung über den Wind.

Dies führt zu der Folgerung, dass Einwanderung aus der Umgebung im Laufe der Beobachtungszeit im Gegensatz zu den korrelativen Ergebnissen (Tabelle 50) doch nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat, und bestätigen auch die Ergebnisse von der dauerquadratbezogenen Analyse der Herkunft der Neuankömmlinge. Sie werden hauptsächlich durch lokale Effekte und Ausbreitungsergebnisse innerhalb der Weide bestimmt. Dies steht in Einklang mit anderen Untersuchungen (Portnoy & Willson, 1993), dass Fernausbreitung über die Luft oder zoochor seltene Ereignisse sind und sich deswegen erst über viele Jahre der Schweineweide auswirken werden.

5.4.2 Aktivierung der Diasporenbank

Ob eine Diaspore keimt und sich der Keimling etabliert, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Für die Keimung sind Dormanz, Temperatur, Licht, Bodenfeuchte und nährstoffhaltige Streuschichten wesentliche Faktoren (Schütz, 2000). Für die Etablierung kommen noch andere Faktoren hinzu: das Samengewicht und die Masse der Reservestoffe, die relative Wachstumsrate, die Fähigkeiten zu starkem Wurzelwachstum, die Fähigkeit, eine Streuschicht zu durchwachsen oder widrige Umweltbedingungen wie zum Beispiel Trockenheit zu überdauern (Schütz, 2000).

Ein grundsätzliches Problem der gewählten Analyse der „Etablierung aus der Diasporenbank“ liegt darin, dass Arten, die schon auf einer Dauerbeobachtungsfläche vor Beginn der Weide vorhanden waren, nicht mehr als neu etabliert berücksichtigt wurden. Trotzdem ist es möglich, dass solche Arten gute

Etablierungsfähigkeiten aufweisen, aber nicht bei den funktionellen Zusammenhängen berücksichtigt wurden.

Die Etablierungsfähigkeit kann von der Größe der Keim- oder Offenbodenstelle abhängen (Bullock *et al.*, 1995). Bislang sind Effekte in Keimstellen unter einem halben Meter bekannt (Goldberg & Werner, 1983; McConnaughay & Bazzaz, 1987; Silvertown & Smith, 1989). Die beobachteten Schweinewühlstellen haben aber eher flächenhaften Charakter, die oftmals schwer abgrenzbar, normalerweise aber in der Größenordnung von mehreren zehn Metern liegen.

Wenn die absolute Bodenfeuchte eine Rolle spielen würde, müssten die trockenen Untersuchungsgebiete einen deutlich schlechteren Etablierungserfolg aufweisen, was aber nicht der Fall ist. Die beiden trockenen Gebiete weisen eine höhere Etablierungsrate als die anderen generell feuchteren Gebiete auf. Dies kommt mit Sicherheit daher, dass die unterschiedlichen Artensets auch an unterschiedliche Feuchtigkeitsregime angepasst sind oder sich die Keimung auf feuchte Perioden beschränkt. Da ein Effekt der Keimungssaison nachgewiesen wurde, ist es möglich, dass die Feuchtigkeit der eigentliche Grund für die Beschränkung mancher Arten auf ausgewählte Jahreszeiten ist. Feuchtigkeit wird als eine der entscheidenden Bedingungen für die Keimung angesehen (Schütz, 2000). Jahreszeitlich flexible Arten weisen eine bessere Etablierungsfähigkeit als andere Arten, die nur zu bestimmten Jahreszeiten keimen können.

Annuelle Arten tendieren zu einer besseren Etablierung. Dies entspricht der Erwartung, da diese kurzlebigen Arten daran angepasst sind, sofort geeignete Keimstellen zu nutzen. Nicht in dieses Bild passt jedoch, dass kein Einfluss der spezifischen Blattfläche auf die Etablierungsrate nachgewiesen wurde, da diese kurzlebigen Arten ein schnelles Wachstum aufweisen, was sich in einer großen spezifischen Blattfläche ausdrückt (Weiher *et al.*, 1999). Der Grad der Ruderalität verhält sich variabel. Er erklärt die verstärkte Etablierung im trockenen UG Tieringen, das wiederum generell zu einer eindeutigen Förderung der ruderalen Arten im Sinne von Grime führt (Abbildung 18). Im UG Lenzen konnten sich jedoch ruderale Arten noch schlechter etablieren als nicht-ruderale Arten. Das stimmt mit dem Ergebnis insofern überein, dass sich in der gesamten Vegetation die Stress-Faktoren ändern, nicht aber die Ruderalität (Abbildung 9).

Die entscheidende Bedeutung der Diasporenbank wird auch am Beispiel von *Peplis portula* deutlich. Bei Untersuchung der räumlichen und zeitlichen Struktur der Etablierung von *Peplis portula* fand sich eine gute räumliche Übereinstimmung zwischen Diasporenbank und Orten der Etablierung im Umkreis von ungefähr 10 Metern. Erstaunlicherweise ist *Peplis portula* erst im dritten Jahr aufgelaufen, obwohl das Störungsregime in allen Jahren ähnlich war (Mittlerer Offenbodenanteil 10 % im Jahr 2001, 22 % im Jahr 2001 und 12 % im Jahr 2002). 2002 lief das Qualmwasser aber langsamer ab als in den Vorjahren (persönliche Beobachtung), es herrschten also länger (stau-)nasse Bedingungen vor, was in Kombinationen mit höheren Temperaturen den Keimbedingungen von *Peplis portula* eher entspricht (Täuber, 2000).

5.5 Zusammenfassung

Im Laufe der Schweinebeweidung sind viele Arten auf den Dauerbeobachtungsflächen der Untersuchungsgebiete neu aufgetreten. In diesem Kapitel wird untersucht, woher diese Neuankömmlinge stammen und über welche Ausbreitungsvektoren und Mechanismen dies erfolgt sein könnte. Der Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung der Diasporenbank und den Arten, die sich aus ihr etablieren konnten.

Die Neuankömmlinge wurden auf der Datengrundlage von Kapitel 3.2.1 ermittelt. Zusätzlich wurde die Vegetation der Weideflächen außerhalb der Dauerquadrate, aber innerhalb der Weide kartiert, weiterhin die Offenlandvegetation der nahegelegenen Umgebung außerhalb der Weide in einem Radius von 0,5 km kartiert und die eigenen Kartierungen durch Daten von floristischen Rasterkartierungen ergänzt. Die Diasporenbank wurde an ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen bestimmt.

In einem ersten Schritt wurden am Beispiel des UG Schmandberg Neuankömmlinge auf der Gesamtheit der Weidefläche untersucht. Mit diesem korrelativen Ansatz wurden Artbeispiele gefunden, die eine Aktivierung der Diasporenbank in erheblichem Umfang, eine Einwanderung aus anderen Teilen der Weide, eine Ausbreitung aus der Umgebung durch Wind und in geringem Umfang einen zoochoren Transport beim Umsetzen der Schweine aus einem anderen Weidegebiet nahe legen. Aufgrund funktioneller Überlegungen, der Langlebigkeit der Diasporenbank und dem Windausbreitungspotenzial, wird die Bedeutung der Diasporenbank zumindest während der dreijährigen Projektlaufzeit (auf der Herbstweide nur zwei Jahre Schweinebeweidung) als Hauptfaktor für die Vegetationsveränderungen auf Schweineweiden ermittelt, während die Fernausbreitung über den Wind eine untergeordnete Rolle spielt.

In einem zweiten Schritt wurde in allen Untersuchungsgebieten die Neubesiedelung auf der Ebene einzelner Dauerquadrate untersucht. Die lokale Diasporenbank kann die Neuankömmlinge zu durchschnittlich 28 % erklären. Der gesamte lokale Artenpool der Weide erklärt 81 %, sodass jeweils bezogen auf die Dauerquadrate 19 % der Arten verbleiben, die möglicherweise durch Einwanderung aus der Umgebung erklärt werden können.

Bestimmte Arten etablieren sich aus der Diasporenbank sehr gut (z. B. *Aphanes arvensis*, *Cerastium holosteoides*, *Cirsium arvense*, *Rumex crispus*, *Sinapis arvensis*, *Thlaspi arvense* und *Veronica persica*), andere trotz zahlreichen Vorkommens in der Diasporenbank nur sehr spärlich (z. B. *Alisma lanceolatum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Carex hirta*, *Epilobium ciliatum*, *Juncus articulatus* und *Juncus inflexus*). Mit Hilfe funktioneller Merkmale wurde untersucht, welche Faktoren die Etablierungsfähigkeiten der Arten bestimmen könnten. Kein Einfluss wurde vom Samengewicht, der Amplitude der Keimtemperatur und der spezifischen Blattfläche gefunden.

Der hohe Grad an Ruderalität (gemäß CSR-Konzept von Grime) fördert im trockenen UG Tieringen die Etablierung, hemmt sie aber im UG Lenzen in der Elbaue. Annuelle Arten tendieren im UG Brucht, UG Tieringen und UG

Schmandberg zur besseren Etablierung aus der Diasporenbank, wobei der Zusammenhang in keinem Untersuchungsgebiet signifikant ist. Arten, die hinsichtlich der Jahreszeit in der Keimung flexibel reagieren, können sich öfter aus der Diasporenbank etablieren, als solche, die entweder nur im Frühjahr oder nur im Herbst auflaufen, also jahreszeitlich eine enge Amplitude aufweisen. Der Unterschied zwischen den jahreszeitlichen Kategorien ist signifikant. Die geringen Erklärungsfähigkeiten der getesteten Variablen zeigen an, dass außer der Keimungsfähigkeit im Jahresverlauf möglicherweise noch andere Faktoren existieren, die die Etablierungsfähigkeit auf Schweineweiden besser erklären.

In einem dritten Schritt wurde das räumliche und zeitliche Muster der Etablierung am Beispiel von *Peplis portula* im UG Lenzen untersucht. Dabei wurde eine enge räumliche Übereinstimmung zwischen dem Vorkommen in der Diasporenbank und der Etablierung gefunden, während an standortgleichen Dauerquadraten ohne oder mit nur geringem Diasporenvorkommen keine Etablierung beobachtet wurde. Die Etablierung erfolgt allerdings nicht im ersten Jahr, sondern erst im dritten, was als Folge unterschiedlicher hydrologischer Bedingungen (Qualmwasser) in den verschiedenen Jahren diskutiert wird.

6 Funktionelle Analyse der Vegetationsveränderungen auf Schweineweiden

6.1 Einleitung

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurden zunehmend Konzepte erarbeitet, wie die Lebensstrategien von einzelnen Pflanzenarten zu bestimmten Typen aggregiert werden können. Bereits früh entstand das Konzept der r- und K-Strategen (MacArthur & Wilson, 1967). Es umfasst zum einen die Strategie der schnellen Fortpflanzungsfähigkeit mit hoher Samenproduktion und großer Wachstumsrate r und zum anderen die Strategie der konstanten Ausnutzung der Umwelt-Kapazität K. Letztere Strategie umfasst meist langlebige Arten, die viel Biomasse aufbauen. Das Konzept wurde aus der logistischen Wachstumskurve abgeleitet und ist deswegen sehr stark populationsbiologisch-theoretisch orientiert. Deutlich pragmatischer ist das CSR-Konzept (Grime *et al.*, 1988) hinsichtlich der formulierten drei Strategien: wettbewerbsstarke Arten (C), stressertragende Arten (S) und störungsangepasste Arten (R). Trotz der hohen Praktikabilität und Plausibilität ist es schwierig, Arten in dieses Konzept einzuordnen, da die Quantifizierung der Strategien komplex ist. Viel Forschungsenergie wurde daher in die Suche nach leicht zu messenden Variablen investiert, die eine korrekte Einteilung nach einem standardisierten Verfahren ermöglichen (Hodgson *et al.*, 1999). Dies zeigt, dass die Zuordnung von Arten zu CSR-Typen keine triviale Frage ist und umfangreiche Messungen erfordert. Andere Konzepte meistern diese Schwierigkeit unter Verwendung von einfach zu messenden Größen, verlieren dabei allerdings die leichte ökologische Interpretierbarkeit, so zum Beispiel das LHS-Konzept (Westoby, 1998), bei dem die spezifische Blattfläche (SLA), die Wuchshöhe und das Samengewicht unabhängige Dimensionen darstellen, in die sich Arten eintragen und zu Strategien gruppieren lassen.

Ein Konzept, das den Spagat zwischen leichter Ermittellbarkeit und ökologischer Aussagekraft schafft, ist das Lebensformenkonzept von Raunkiaer. Es teilt Pflanzen nach Lage der Erneuerungsknospen ein (Raunkiaer, 1910). So überdauern die Therophyten als Samen, bei Geophyten liegen die Überdauerungsknospen im Boden, bei Hemikryptophyten auf Höhe der Erdoberfläche und bei den verholzten Phanerophyten liegen die Erneuerungsknospen weit über der Bodenoberfläche. Die Lage der Erneuerungsknospen ist dabei ein sogenanntes funktionelles Merkmal. Weiher *et al.* (1999) definieren allgemein: **Funktionelle Pflanzenmerkmale sind eindeutig zu messende und beschreibende Merkmale von Pflanzen, die zum Verständnis von ökologischen Prozessen herangezogen werden können.**

Es wird diskutiert, wie viele funktionelle Merkmale notwendig sind, um die wesentlichen Strategien von Pflanzen in ihrer Umwelt oder bezogen auf einen bestimmten Umweltfaktor hinreichend zu erfassen (Lavorel *et al.*, 1999a), da das Ergebnis wesentlich von der Vorauswahl der Merkmale abhängt. Diese ist wiederum durch die Verfügbarkeit in Datenbanken bestimmt (Grime *et al.*, 1988; Frank & Klotz, 1990; Ellenberg *et al.*, 1992; Thompson *et al.*, 1997; Dierschke & Briemle, 2002), sofern nicht die Möglichkeiten zu eigenen Messungen bestehen (Gesing, 2002). Weitere Datenbanken, wie zum Beispiel BIOPOP (Deutschland-

weite Datenbank), LEDA (Europäische Datenbank), CLOPLA (Klimeš *et al.*, 1997) oder DIASPORUS (Bonn *et al.*, 2000) befinden sich noch im Aufbau.

Fragestellungen und Prozesse, die mittels funktioneller Merkmale untersucht wurden, sind zum Beispiel die Auswirkung von Beweidungsregimen (Noy-Meir *et al.*, 1989; Díaz *et al.*, 2001), Veränderungen in der Agrarlandschaft im Zuge von Intensivierungen (Kleyer, 1999) oder der Auswirkung von Störung in verschiedenen Ökosystemen (McIntyre *et al.*, 1999). Außerdem wurde mit diesem Ansatz versucht, Vorhersagen im globalen Klimawandel zu treffen (Woodward & Cramer, 1996; Diaz *et al.*, 1999). Viele dieser Studien belegen, dass die funktionelle Analyse von Vegetationsdaten Möglichkeiten bietet, eine Generalisierung der Vegetationsentwicklung auf bestimmten Managementvarianten über die konkret untersuchten Arten hinaus vornehmen zu können, die Ergebnisse auf andere Ökosysteme zu übertragen und Prognoseinstrumente zu entwickeln, die vor allem für die Landwirtschaft große Bedeutung hätten. Auch Naturschutz und Landschaftspflege würden von Prognoseinstrumenten profitieren, die es ermöglichen, die Bestandsveränderung einzelner Zielarten oder gesamte Vegetationsbestände in Abhängigkeit bestimmter Managementvarianten zu bestimmen.

Um ein genaueres Verständnis der Mechanismen der Vegetationsveränderungen auf Schweineweiden zu erreichen und um die Basis für eine solches Prognosemodell für Schweinebeweidung zu entwickeln, wird in diesem Kapitel die Vegetationsveränderungen auf den Schweineweiden (Kapitel 3) mit Hilfe von funktionellen Merkmalen und ökologischen Indizies wie zum Beispiel den Nutzungs-Wertzahlen (Briemle *et al.*, 2002) ausgewertet.

In einem ersten Ansatz werden dazu folgende Fragen gestellt, um die Veränderungen auf den Untersuchungsflächen funktionell zu charakterisieren (Flächenbezug):

- Mit welchen funktionellen Merkmalen lassen sich die Vegetationsveränderungen beschreiben, die sich im Laufe der Beobachtungsperiode auf den Schweineweiden ergeben haben (zeitliche Dimension)?
- Mit welchen funktionellen Merkmalen lassen sich die Vegetationsunterschiede beschreiben, die sich zwischen den Behandlungsvarianten entwickelt haben (räumliche Dimension)?
- Nähert sich die Vegetation auf den neu geschaffenen Schweineweiden hinsichtlich der Ausprägung der funktionellen Merkmale den historisch-traditionellen Schweineweiden an der Save in Kroatien an (externes Bezugssystem)?

In einem zweiten Ansatz wird ermittelt, wie Arten, die unter Schweinebeweidung zunehmen, abnehmen oder sich indifferent verhalten, funktionell charakterisiert sind (Artbezug). Diese Auswertung ermöglicht es am besten, unbekannte Arten in ihrer Reaktion auf Schweineweide zu bewerten, wenn wichtige funktionelle Merkmale von ihnen bekannt sind.

In einem dritten Ansatz wird geprüft, ob sich die Arten einer Veränderungskategorie (zunehmend, abnehmend) hinsichtlich ihrer Merkmale gruppieren lassen, da

vermutlich die Strategien der Pflanzen auf den Schweineweiden nicht ausreichend durch ihre Mittelwerte der jeweiligen funktionellen Merkmale charakterisiert werden, sondern dass auf Schweineweiden wahrscheinlich mehrere, unterschiedliche Strategietypen vorkommen, mit denen die Arten Schweinebeweidung überleben können. Außerdem soll auch in diesem Ansatz verglichen werden, ob sich hinsichtlich der Gruppierung in Strategietypen Ähnlichkeiten mit den Saveauen ergeben.

Im Folgenden werden die untersuchten funktionellen Merkmale mit den jeweiligen Hypothesen zur Reaktion auf Schweinebeweidung dargestellt, die in diesem Kapitel im Rahmen der obigen Ansätze überprüft werden:

1. Merkmal **Lebensform**: Die Zahl der Therophyten nimmt auf Schweineweiden zu, da sie am besten an Bodenstörung angepasst sind. Die Zahl der Hydrophyten, Chamaephyten, Geophyten und Hemikryptophyten bleibt konstant. Dies hat eine Vorläuferstudie ergeben (Micklich, 1996).
2. **Nutzungs-Wertzahlen**:
 - a) **Mahdverträglichkeit**: Die Mahdverträglichkeit hat keinen Einfluss, da die Art und Weise, wie Schweine weiden, nicht mit dem Einfluss der Mahd zu vergleichen ist.
 - b) **Weideverträglichkeit**: Durch Schweinebeweidung gehen schlecht weideverträgliche Arten zurück und gut weideverträgliche Arten werden gefördert. Somit ergibt sich eine generelle Zunahme der Weideverträglichkeit.
 - c) **Trittverträglichkeit**: Trittverträgliche Arten werden gefördert und trittunverträgliche Arten werden zurückgedrängt. Somit ergibt sich eine Zunahme der Trittverträglichkeit.
 - d) **Futterwert**: Aufgrund der hohen Fraßselektivität von Schweinen werden Arten mit hohem Futterwert gerne gefressen und gehen deshalb zurück. Arten mit geringem Futterwert nehmen zu. Somit geht der Futterwert insgesamt unter Schweinebeweidung zurück.
3. **Fraßpräferenz der Schweine**: Arten, die oft von Schweinen gefressen werden (hohe Fraßpräferenz), nehmen in ihrem Bestand ab. Andere, die gemieden werden (geringe Fraßpräferenz), nehmen in ihrem Bestand zu. Damit ergibt sich eine Abnahme der mittleren Fraßpräferenz auf der Schweineweide.
4. Merkmal **spezifische Blattfläche**: Arten mit hoher spezifischer Blattfläche (Blattfläche pro Trockengewicht) nehmen auf der Weide zu, da dies eine Anpassung an schnelle Entwicklung auf störungsgeprägten Standorten ist, die geringem Stress ausgesetzt sind.
5. Merkmal **Wuchshöhe**: Niedrigwüchsige Arten nehmen zu, da hochwüchsige Arten eher gefressen werden. Somit nimmt die mittlere Wuchshöhe ab.
6. Merkmal **Lebensdauer**: Arten mit kurzer Lebensdauer (annuelle Arten) haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, vor der nächsten Störung zur Samenreife zu gelangen und damit ihren Entwicklungszyklus abzuschließen, und werden deshalb in den störungsgeprägten Schweineweiden gefördert (Zwar sind annuelle Arten konzeptionell mit den Therophyten gleichzuset-

zen, in der konkreten Einstufung aus den jeweiligen Quellen sind jedoch 10 der untersuchten Arten nicht gleichzeitig als „annuell“ und als „Therophyten“ eingestuft. Deshalb wird in dieser Analyse das Merkmal Lebensdauer zusätzlich zu den Lebensformen untersucht).

7. Merkmal **Blattausdauer**: Sommergrüne Arten nehmen zu, da wintergrüne Arten eher gefressen werden, wenn im Winter das Futter knapp ist.
8. Merkmal **vegetative Ausbreitung**: Arten mit starkem klonalen Wachstum nehmen auf der Weide zu, da sie Störungen vegetativ kompensieren und Offenstellen kolonialisieren können.
9. Merkmal **Lage der Ausläufer**: Sowohl Arten mit oberirdischen Ausläufern, als auch Arten mit unterirdischen Ausläufern nehmen zu, da beide Strategien zur erfolgreichen Besiedelung von Störstellen beitragen.
10. Merkmal **Wurzeltiefe**: Arten mit geringer Wurzeltiefe werden gefördert, da bei einem häufigen Störungsregime keine Zeit bleibt, ein umfangreiches Wurzelwerk aufzubauen. Arten mit umfangreichem Wurzelwerk werden beeinträchtigt.
11. Merkmal **Samengewicht**: Arten mit geringem Samengewicht nehmen zu, da ruderale Arten im Sinne von Grime (Grime, 2001) kleinere Samen besitzen, kleine Samen in großer Anzahl gebildet werden und meist besser ausbreitungsfähig sind.
12. Merkmal **Blühbeginn**: Frühblühende Arten nehmen zu, da sie ihren Entwicklungszyklus mit höherer Wahrscheinlichkeit vor der nächsten Störung abschließen können als spätblühende Arten.
13. Merkmal **Blühperiode**: Die mittlere Länge der Blühperiode der Arten nimmt zu, da so Arten, die früh im Jahresverlauf in ihrer Entwicklung gestört werden, ihren Entwicklungszyklus noch später im Jahr beenden können.
14. Merkmal **Langlebigkeit der Diasporenbank**: Arten mit persistenter Diasporenbank nehmen zu, da sie Störungen besser kompensieren können, indem sie Flächen generativ rekolonialisieren.

6.2 Methoden

6.2.1 Erhebung der Vegetationsdaten

In diesem Kapitel werden die Vegetationsdaten der fünf Schweineweiden verwendet, die auf den Methoden und Ergebnissen von Kapitel 3 beruhen. Die Vegetationskartierung auf den traditionellen Schweineweiden in den Saveauen, Kroatien wurde 1997 im Naturpark Lonjsko Polje durchgeführt (Tiekötter, 1998). Dort wurden an zwei Orten, die regelmäßig von Schweinen frequentiert sind, jeweils 20 Vegetationsaufnahmen der Größe 1 m² nach der Skala von Braun-Blanquet angefertigt (Braun-Blanquet, 1964). Das eine Gebiet wurde am 25.6. und 28.7. beprobt, das andere am 30.6. und 12.8.1997. Von den beiden Probeterminen wurde der jeweils höhere Deckungswert genommen und aus allen Aufnahmeflächen die durchschnittlichen Deckungen berechnet. Die Einteilung in Arten, die unter Schweinebeweidung zunehmen, abnehmen oder sich indifferent verhalten, erfolgte in Kapitel 3 (Tabelle 39, Tabelle 40, sowie Tabelle 68 bis Tabelle 72 im Anhang).

6.2.2 Erhebung, Herkunft und Bedeutung der funktionellen Merkmale

6.2.2.1 Lebensformen

Die Angaben zu den Lebensformen nach Raunkiaer (Raunkiaer, 1910) stammen aus der Datenbank der Ellenberg'schen Zeigerwerte (Ellenberg, 1992). Für die Untersuchungen an den Schweineweiden wurden Hydrophyten (Wasserpflanzen, deren Überwinterungsknospen normalerweise unter Wasser liegen), Chamaephyten (Knospen überwintern über der Erde und im Schneeschutz, nur selten über 0,5 m hoch), Geophyten (Überwinterungsknospen unter der Erdoberfläche, meist mit Speicherorganen), Hemikryptophyten (Überwinterungsknospen nahe der Erdoberfläche), Nanophanerophyten (Sträucher oder Kleinbäume, meist 0,5-5 m hoch) und Phanerophyten (Bäume mit mehr als 5 m) ausgewählt. Wenn manche Arten mehreren Typen zugeordnet waren, wurden diese als Mehrfachzählungen berücksichtigt.

6.2.2.2 Nutzungs-Wertzahlen

Zur Charakterisierung der Vegetation hinsichtlich verschiedener Grünlandnutzungsformen wurden auf der Basis langjähriger Beobachtung und verschiedener Pflanzenmerkmale vier Maßzahlen entwickelt. In der neuesten Fassung liegt bei allen eine 9teilige ordinale Skala zugrunde (Briemle *et al.*, 2002).

Die Mahdverträglichkeit ist eine Maßzahl für die Toleranz von Grünlandpflanzen gegen Mahd (Briemle & Ellenberg, 1994; Dierschke & Briemle, 2002). Die Hälfte der kategorisierten Arten ist als schnittempfindlich eingestuft (Stufe 2 bis 4). Sie stammen häufig aus wenig genutzten Grünlandbereichen, wie zum Beispiel Sümpfen und sehr feuchten Wiesen. Gut schnittverträglich (7 bis 9) sind dagegen nur 10 % der Arten. Sie finden sich vor allem auf Intensivwiesen und Parkrasen. Die Mahdverträglichkeit ist abhängig von verschiedenen Pflanzenmerkmalen, zum Beispiel dem Regenerationsvermögen und der Wachstumsgeschwindigkeit, guter vegetativer Vermehrung und gutem Bestockungsvermögen. Die Mahd fördert Arten, die vor dem Schnitt genügend Assimilate speichern und Rhizome

und Wurzeln besitzen. Arten, die häufigen und frühen Schnitt tolerieren, erhalten eine hohe Einstufung.

Die Weideverträglichkeit (Dierschke & Briemle, 2002) ist ein Parameter, der die Toleranz von Pflanzenarten gegenüber Beweidung klassifiziert. Es gehen die Regenerationsfähigkeit nach Verbiss, aber auch Fraßvermeidungsstrategien der Pflanzen, zum Beispiel niedriger Wuchs, zeitige Entwicklung und geringe Schmackhaftigkeit mit ein.

Die Trittverträglichkeit kennzeichnet die Resistenz von Pflanzen gegenüber der Trittbelastung durch Weidetiere (Dierschke & Briemle, 2002).

Der Futterwert ist ein langjähriger Erfahrungswert aus der Landwirtschaft. Bei seiner Quantifizierung gingen die Aspekte der Schmackhaftigkeit, Eiweiß- und Mineralstoffgehalt, Zeitdauer der Vollwertigkeit der Futterpflanze (d.h. wie schnell verholzt eine Pflanze und wird dadurch geringerwertiger) und die Giftigkeit mit ein (Dierschke & Briemle, 2002). Die letzten Parameter beziehen sich auf Rinder, sodass dieser Parameter nicht direkt auf Schweine übertragen werden, aber Hinweise auf funktionelle Beziehungen mit konventionellen Beweidungsformen geben kann.

6.2.2.3 Fraßpräferenz der Schweine

Die Fraßpräferenz der Schweine ist ein Parameter, der die Futterwahl der Schweine ethologisch quantifiziert (Fleger, persönliche Mitteilung). Diesem liegen die Verhaltensbeobachtungen zugrunde, ob die Schweine bestimmte Arten fressen. 0 erhielten Arten, die zwar häufig in den Untersuchungsgebieten vorhanden waren, aber ein Fraß niemals beobachtet wurde. 3 erhielten Arten, deren Fraß häufig beobachtet wurde (mehr als 20 Beobachtungen in standardisierten Beobachtungsperioden). 1 und 2 sind Abstufungen dazwischen. Die Beobachtungen wurden in vier Gebieten gemacht (UG Brucht, UG Lenzen, UG Tieringen, UG Eggelwiesen). Die Indizes aus den jeweiligen Gebieten wurden gemittelt, sodass der Gesamtindex wiederum zwischen 0 und 3 schwankt. Aussagen zu lokal seltenen Arten sind deshalb nicht möglich, da zu diesen Arten auch keine ethologischen Daten vorliegen.

6.2.2.4 Vegetative Merkmale

Die **spezifische Blattfläche** (specific leaf area, SLA) gibt das Verhältnis zwischen der photosynthetisch aktiven Blattfläche in Bezug zu der zu dem Zweck der Photosynthese aufgebauten Blatt-Trockenmasse an (Westoby, 1998). Die Daten wurden aus der Literatur entnommen (Cornelissen *et al.*, 1996; Hunt & Cornelissen, 1997) und durch eigene Messungen der Arbeitsgruppe ergänzt (Kahmen, Gesing, persönliche Mitteilung).

Die Daten zur artcharakteristischen mittleren **Wuchshöhe** wurden aus Rothmaler's Exkursionsflora entnommen (Schubert *et al.*, 1994). Dort ist die Spanne aus minimaler und maximaler Wuchshöhe angegeben. Der Mittelwert aus beiden wurde als mittlere Wuchshöhe der Arten herangezogen. Dieses Merkmal wurde als charakteristisch für die jeweilige Art angesehen.

Angaben über die **Lebensdauer** wurden ebenfalls aus Rothmaler's Exkursionsflora entnommen (Schubert *et al.*, 1994), wobei die Angaben in zwei Kategorien

zusammengefasst wurden: annuelle Arten und mehrjährige Arten. Unter den mehrjährigen Arten wurden zweijährige Arten, Stauden und Holzgewächse zusammengefasst.

Die Angabe zum **klonalen Wachstum und der vegetativen Ausbreitungsfähigkeit** wurden aus den Klassifikationen von Klimeš abgeleitet (Klimeš *et al.*, 1997). Nicht aufgeführte Angaben wurden nach eigener Einschätzung (Poschlod, Mitlacher, Willerding, persönliche Mitteilung) in dieses Schema ergänzt (Anhang, Tabelle 76). In der dreistufigen Einteilung erhielten Arten ohne klonales Wachstum die „1“, Arten mit klonalem Wachstum und einer Ausläuferlänge von < 10 cm pro Jahr „2“ und Arten mit klonalem Wachstum und einer Ausläuferlänge von ≥ 10 cm pro Jahr „3“. Arten mit **oberirdischen Ausläufern** und Arten mit **unterirdischen Ausläufern** wurden jeweils als binäre Variable erfasst.

Die **Wurzeltiefe** ist in zwei Klassen eingeteilt. Tiefwurzler sind solche Arten, die „häufig über 50 cm tief wurzeln“, Flachwurzler solche, die „meist weniger als 50 cm tief wurzeln“ (Dierschke & Briemle, 2002).

Die **Blattausdauer** teilt Arten in sommergrüne und wintergrüne Arten ein (Ellenberg, 1992).

6.2.2.5 Generative Merkmale

Das **Samengewicht** beruht hauptsächlich auf den Angaben der Comparative Plant Ecology Datenbank (Grime *et al.*, 1988). Dort nicht vorhandene Arten wurden aus der Samendatenbank von Kew Garden, London (Tweddle *et al.*, 2003) ergänzt. Grime *et al.* verwenden eine sechsteilige Einstufung 1: $< 0,2$ mg, 2: $0,21-0,5$ mg, 3: $0,51-1,0$ mg, 4: $1,01-2$ mg, 5: $2,01-10$ mg, 6: >10 mg, die hier übernommen wird.

Der **Blühbeginn** entstammt Rothmaler's Exkursionsflora (Schubert *et al.*, 1994) und gibt den Monat der ersten Blüte an. Zusammen mit dem Blühende wurde die Spanne der **Blühdauer** in Monaten berechnet.

Die **Langlebigkeit der Diasporenbank** wurde in zwei Klassen (langlebig/kurzlebig) auf der Datenbasis der bislang umfangreichsten Diasporenbank-Datenbank (Thompson *et al.*, 1997) eingeteilt. Als kurzlebig wurden Arten bezeichnet, die einen Logevity Index $< 0,3$ besitzen, langlebig sind solche, die eine Longevity Index $\geq 0,3$ besitzen oder wenn die Einstufung als „long term persistence“ häufiger als drei Mal gefunden wurde oder mehr als 20 % aller Datensätze ausmacht. Sofern keine Angaben vorlagen, wurde auf der Basis von eigenen Diasporenbankuntersuchungen und auf der Grundlage der Erfahrungen der Arbeitsgruppe (Poschlod, Willerding, Mitlacher, persönliche Mitteilung) eine Einschätzung getroffen (Anhang, Tabelle 76).

Die Zusammenstellung aller verwendeter Merkmale mit den jeweiligen Ausprägung für die einzelnen Arten befindet sich im Anhang, Tabelle 76.

6.2.3 Auswertungsprozeduren und Datenanalyse

Für die Nutzungs-Wertzahlen, Fraßpräferenzen, spezifische Blattfläche, mittlere Wuchshöhe, Samengewicht, Blühbeginn und Blühdauer wurden nach den durchschnittlichen Deckungen gewichtete Mittelwerte berechnet, um einen Wert zu erhalten, der die jeweiligen Flächen charakterisiert. Vorsichtig müssen gewichtete Werte aus den Saveauen beurteilt werden, da hier *Agrostis stolonifera* mit über 80 % (Anhang, Tabelle 73) einen sehr großen Einfluss auf den Mittelwert hat. In keinem anderen Gebiet war eine solche Monodominanz vorhanden. Um die Befunde statistisch absichern zu können, wurden bei der Generalisierung über alle Untersuchungsgebiete die Schweineweide mit der jeweils fortgeführten, bisherigen Nutzung verglichen und in Genstat 5 Release 4.1 (Lawes Agricultural Trust, IACR-Rothamsted 1998) mit der Anova für Randomized Block Designs auf signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen geprüft. Der Vergleich zu-, abnehmender und indifferenter Arten erfolgte in SPSS Version 10.0 mit Hilfe der Anova für metrische Daten und mit dem H-Test nach Kruskal-Wallis für ordinalskalierte Daten und mit dem χ^2 -Test für nominalskalierte Daten.

Zur Analyse der Merkmalsverteilung innerhalb der drei Gruppen „zunehmende Arten“, „abnehmende Arten“ und „etablierte Arten der Saveauen“ wurde das Nonmetric Multidimensional Scaling angewandt (Kruskal, 1964a, b; Mather, 1976), das in der Software PC-ORD, Version 4.21, MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA enthalten ist. Dabei wurden eine zufällige Startkonfiguration, das Distanzmaß nach Sørensen und 50 Durchläufe mit den Originaldaten verwendet. Die Stabilität der Lösung wurde in 400 Iterationen getestet. Dabei wurden die Merkmale Samengewicht, Lebensformen (Kategorien binärcodiert), Blattausdauer (Kategorien binärcodiert), Wuchshöhe, Blühbeginn, Blühdauer, Lebensdauer (Kategorien binärcodiert), Langlebigkeit der Diasporenbank (binärcodiert), vegetative Ausbreitungsfähigkeit und Lage der Ausbreitungsorgane einbezogen (Anhang, Tabelle 76).

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Lebensformen

Werden die Veränderung auf den Versuchsflächen hinsichtlich der Lebensformen ausgewertet (Daten zu 96 % der Arten), so ergibt sich als auffälligste Veränderung, dass die Therophyten sowohl in absoluter Artenzahl in allen Untersuchungsgebieten (Tabelle 60, Abbildung 26) als auch relativ im Verhältnis zu allen anderen Lebensformen (Abbildung 27) zunehmen. Der Unterschied zwischen der Anzahl der Therophyten auf den Schweineweiden zu der bisherigen Nutzung ergibt ab dem 1. Jahr nach Beginn der Schweineweide einen signifikanten Unterschied (Abbildung 26). Auffällig ist im Vergleich der Managementvarianten des UG Schmandberg, dass der Anstieg der Therophyten auf der Herbstweide deutlicher ist als auf der Frühjahrsweide (Tabelle 60).

Gemittelt über alle Untersuchungsgebiete steigt der Anteil der Therophyten im Laufe der Versuchsjahre immer weiter an und ist die wesentliche Veränderung der Lebensformen, erreicht aber noch nicht das Niveau der historisch-traditionellen Schweineweiden in Kroatien, wo Therophyten einen Anteil von 40 % haben (Abbildung 27).

In absoluten Artenzahlen steigen auch Hemikryptophyten auf den neu eingerichteten Schweineweiden an, wobei der Unterschied zur bisherigen Nutzung nur im zweiten Jahr nach Beginn der Schweineweide statistisch signifikant ausfällt. Dieser Anstieg wurde im UG Lenzen, UG Eggelwiesen und UG Tieringen gefunden, wo allerdings auch auf den Referenzflächen ein geringer Anstieg verzeichnet wurde. In den anderen Untersuchungsgebieten, UG Brucht und UG Schmandberg, ist die Anzahl der Hemikryptophyten auf allen Behandlungsvarianten rückläufig bis konstant (Tabelle 60). Im relativen Verhältnis der Hemikryptophyten zu den anderen Lebensformen ergibt sich jedoch gemittelt über alle Untersuchungsgebiete aufgrund des starken Anstieges der Therophyten ein sinkender Anteil, der noch immer über dem Niveau der Saveauen liegt (Abbildung 27).

Auch bei den Geophyten ist eine Zunahme in Bezug auf die Referenzflächen zu verzeichnen, der im ersten und dritten Jahr signifikant ausfällt (Abbildung 26), was vor allem durch UG Lenzen, UG Eggelwiesen und UG Tieringen bedingt ist (Tabelle 60). Im relativen Anteil haben sich Geophyten jedoch nicht verändert (Abbildung 27, Abbildung 28). In den Saveauen sind sie nicht vertreten (Abbildung 27).

Keine Veränderungen sind bei Hydrophyten, Chamaephyten, Nanophanerophyten und Phanerophyten festzustellen (Tabelle 60).

Tabelle 60. Lebensformen.

Angegeben sind jeweils die Artenzahlen einer Lebensformkategorie auf allen Dauerquadraten der jeweiligen Behandlungsvariante. Im UG Brucht sind alle Aufnahmen aus 1998 und 1999 vor Beginn der Schweineweide zu einer Nullaufnahme zusammengefasst. In den übrigen Untersuchungsgebieten entsprechen die 1999er Aufnahmen den Nullaufnahmen. Im UG Schmandberg entspricht die 2000er Aufnahme auf der Herbstweide einer zusätzlichen Nullaufnahme, die Frühjahrsbeweidung 2000 erfolgte nur kurz und mit wenigen Tieren, sodass sie ebenfalls als Nullaufnahme gewertet werden kann. HR: Saveauen in Kroatien.

Lebensform	Jahr	Brucht			Lenzen			Eggelwiesen		Schmandberg			Tieringen			HR
		Schwein	Brache	Konv. Nutzung	Schwein	Brache	Konv. Nutzung	Schwein	Brache	Frühjahrsweide	Herbstweide	Brache	Schwein	Brache	Rind	
Hydrophyten	1997															6
	1999/ Null	0	1	0	8	6	5	1	3	0	0	0	0	0	0	
	2000	0	1	0	9	8	9	3	3	0	0	0	0	0	0	
	2001	1	0	0	10	7	7	4	3	0	0	0	0	0	0	
	2002	2	0	0	10	8	7	3	3	0	0	0	0	0	0	
Chamaephyten	1997															2
	1999/ Null	6	5	5	4	1	4	4	4	7	6	6	5	5	5	
	2000	5	4	3	5	4	5	5	4	5	5	6	6	5	6	
	2001	6	3	3	5	4	4	4	3	6	6	6	5	5	6	
	2002	6	4	3	5	2	5	4	4	8	6	6	5	5	5	
Geophyten	1997															0
	1999/ Null	8	8	4	6	10	7	6	8	6	6	5	1	0	0	
	2000	6	6	4	10	10	8	12	10	4	4	5	6	2	2	
	2001	5	6	4	9	11	11	12	10	6	6	5	4	3	2	
	2002	6	7	4	11	11	10	11	10	6	6	5	5	3	1	
Hemikryptophyten	1997															13
	1999/ Null	52	39	21	39	37	43	37	29	50	48	52	40	34	38	
	2000	45	31	22	53	47	58	47	34	50	49	54	54	40	41	
	2001	45	28	20	53	47	44	49	30	46	46	50	48	36	39	
	2002	48	29	19	50	45	52	46	38	55	45	56	51	38	42	
Nanophyten	1997															0
	1999/ Null	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	0	
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	
	2001	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	
	2002	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	
Phanerophyten	1997															0
	1999/ Null	1	1	0	0	0	0	0	0	4	2	5	0	0	0	
	2000	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	
	2001	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	
	2002	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	1	0	
Therophyten	1997															14
	1999/ Null	13	8	3	4	1	6	5	5	21	16	16	3	3	2	
	2000	22	4	2	13	7	7	7	5	23	17	19	19	7	5	
	2001	26	5	5	11	8	7	7	4	22	27	15	20	5	5	
	2002	31	6	4	17	5	4	10	5	24	29	17	28	12	8	

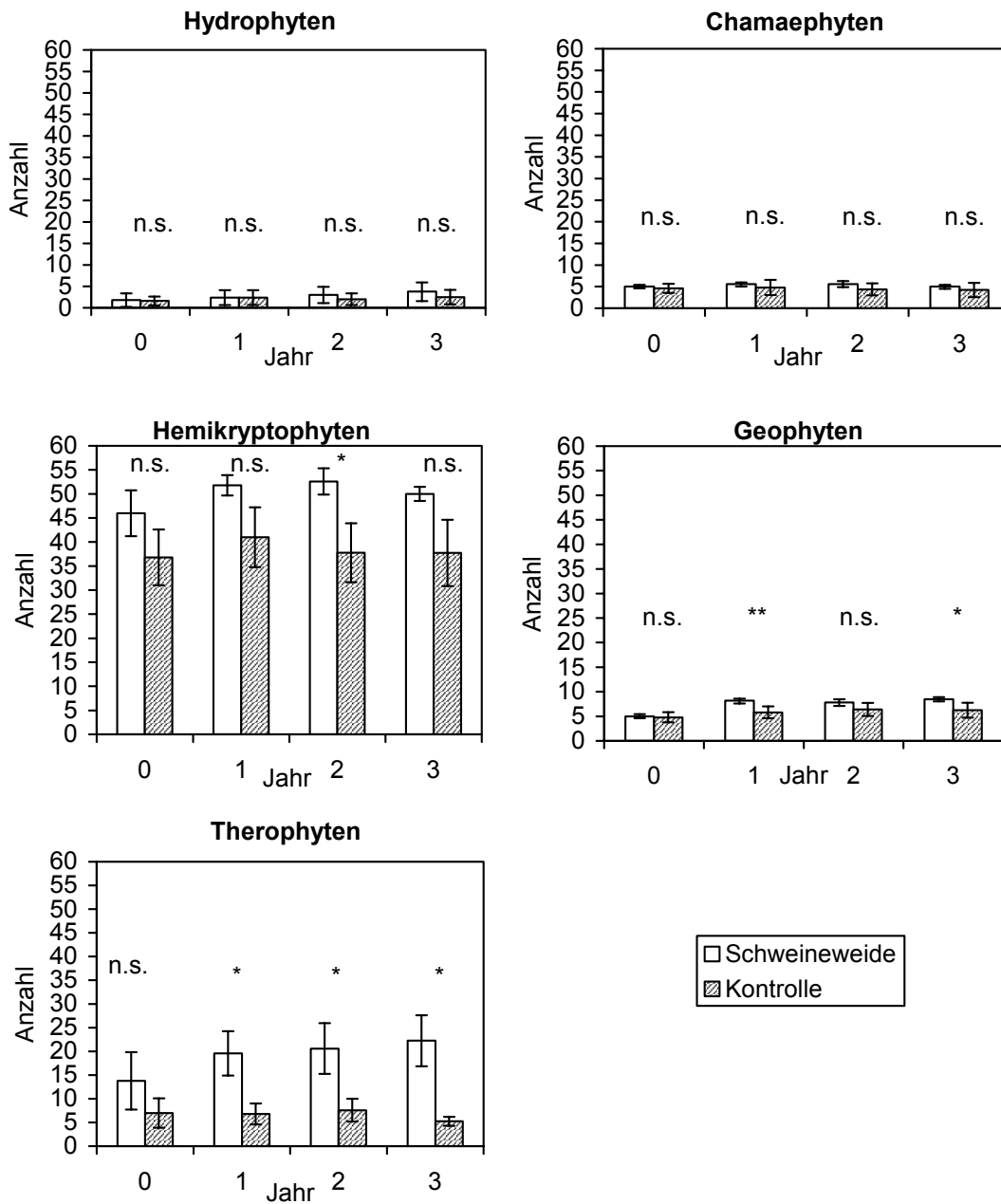


Abbildung 26. Veränderung der Lebensformen.

Angegeben sind Artenzahlen auf allen Dauerquadraten der jeweiligen Behandlungsvarianten \pm Standardfehler. In dieser Darstellung wurden die Mittelwerte aus allen fünf Untersuchungsgebieten dargestellt. Auf signifikante Unterschiede wurde mit der Anova im Randomized Block Design getestet, wobei Untersuchungsgebiete die Blocks darstellen: n.s.: nicht signifikant; *: $0,05 > P > 0,01$; **: $0,01 > P > 0,001$.

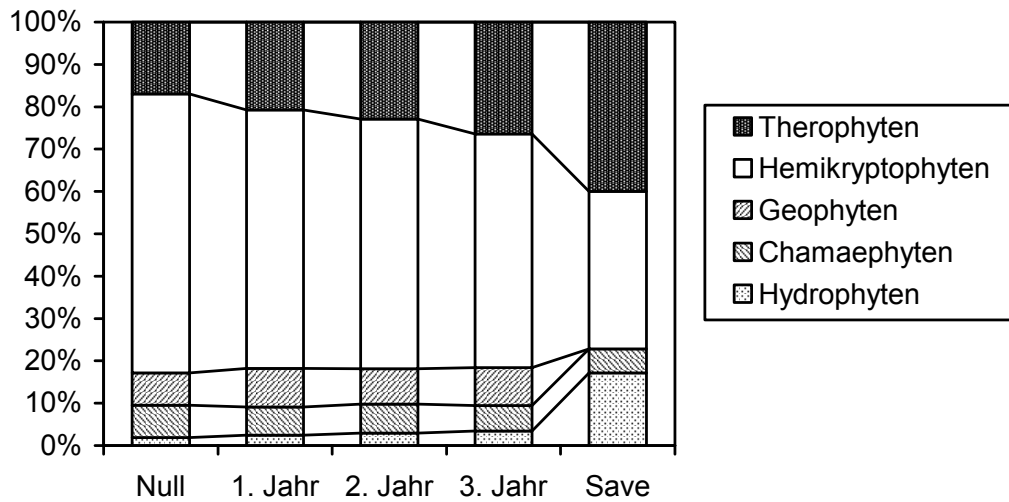


Abbildung 27. Relative Anteile der Lebensformen im Vergleich mit den Saveauen.

Dargestellt sind die relativen Anteile der Mittelwerte der jeweiligen Lebensformen aus allen Untersuchungsgebieten.

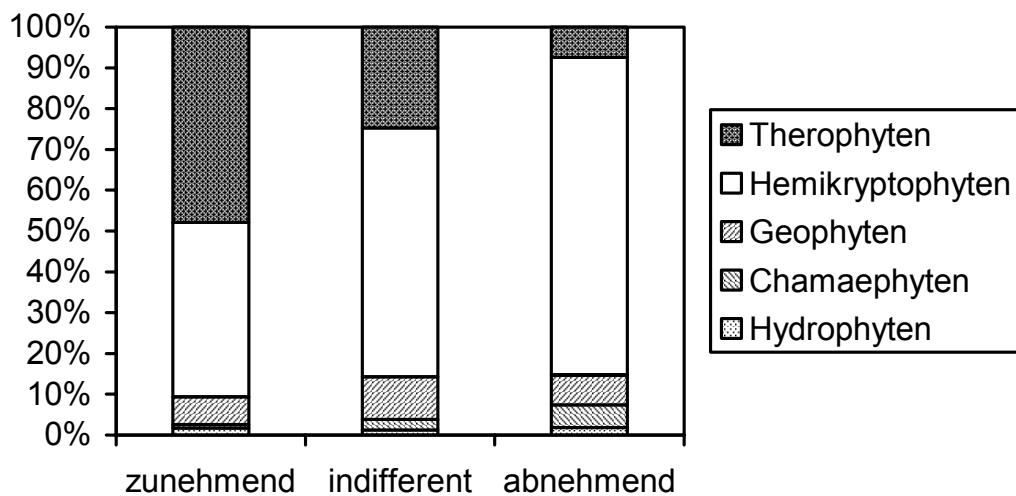


Abbildung 28. Lebensformen von zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten.

Datengrundlage bilden die Arten aus allen Untersuchungsgebieten, die entsprechend ihrer Entwicklungstendenz den drei Gruppen zugeordnet sind. Die Gruppen sind von der Lebensform abhängig ($\chi^2=33,6$; $P<0,001$, χ^2 -Test auf Unabhängigkeit).

6.3.2 Nutzungs-Wertzahlen für Wiesen- und Weidepflanzen

Bei der Auswertung der vier nutzungsbezogenen Wertzahlen, die zur Charakterisierung der Probestellen mit den jeweiligen Artdeckungen gewichtet wurden, haben sich folgende Resultate ergeben (Daten zu 52 % der Arten): Bei der Mahdverträglichkeit hat sich auf den beiden intensiv und ganzjährig beweideten Gebieten, UG Brucht und UG Tieringen, eine deutliche Abnahme ergeben. In den anderen Gebieten bleibt die Mahdverträglichkeit konstant (Tabelle 61). In der Gesamtentwicklung über alle Gebiete gemittelt ist die deutliche Abnahme ersichtlich, allerdings nicht statistisch signifikant (Abbildung 29). Die Mahdverträglichkeit in den Saveauen liegt sowohl bei der ungewichteten als auch der gewichteten Mittelwertberechnung höher als der Entwicklungstrend auf den neuen Schweineweiden (Tabelle 61). Hinsichtlich der Weideverträglichkeit haben sich in keinem Untersuchungsgebiet deutliche Änderungen ergeben, die die Schweineweide von den Referenzen differenzieren (Tabelle 61). Dies gilt ebenfalls für die Trittverträglichkeit. Beide Indizes liegen in den Saveauen in der ungewichteten Mittelwertberechnung höher (Tabelle 61). Der Futterwert nimmt in den Untersuchungsgebieten Brucht, Lenzen und Tieringen bei Schweinebeweidung deutlich ab. Im UG Eggelwiesen unterscheidet sich die Entwicklung nicht von der Bruchreferenz und im UG Schmandberg ist keine Veränderung festzustellen. Dieser abnehmende Trend verläuft in Richtung der historisch-traditionellen Schweineweiden der Saveaue, die einen durchschnittlichen Futterwert von 4,25 und 4,07 (gewichtete und ungewichtete Berechnung) besitzen (Tabelle 61, Abbildung 29).

Tabelle 61. Nutzungs-Wertzahlen.

Angegeben sind die Wertzahlen, die nach der mittleren Deckung der Arten gewichtet sind. Im UG Brucht sind alle Aufnahmen aus 1998 und 1999 vor Beginn der Schweineweide zu einer Nullaufnahme zusammengefasst. In den übrigen Untersuchungsgebieten entsprechen die 1999er Aufnahmen Nullaufnahmen. Im UG Schmandberg entspricht die 2000er Aufnahme auf der Herbstweide einer zusätzlichen Nullaufnahme, die Frühjahrsbeweidung 2000 erfolgte nur kurz und mit wenigen Tieren, sodass sie ebenfalls als Nullaufnahme gewertet werden kann.

Index	Jahr	Brucht				Lenzen				Eggelwiesen				Schmandberg				Tieringen				Save (gewicht*)
		Schweine- weide	Brache	Konventio- nelle Nutzung	Schweine- weide	Brache	Konventio- nelle Nutzung	Schweine- weide	Brache	Schweine- weide	Brache	Frühjahrs- weide	Herbst- weide	Brache	Schweine- weide	Brache	Schweine- weide	Brache	Schweine- weide	Brache	Rinderweide	
Mahdver- träglichkeit	1997	5,98	5,82	7,55	3,98	5,01	3,68	5,11	5,42	4,89	5,91	4,98	5,91	4,98	7,23	7,14	7,12					8,52 5,40
	1999/ Null																					
	2000	5,72	5,81	7,35	4,60	5,65	4,28	5,39	5,90	4,69	5,22	5,25	5,22	5,25	7,24	7,26	7,61					
	2001	5,87	5,58	7,38	4,30	5,73	4,83	5,22	5,34	5,09	5,58	5,64	5,09	5,58	5,39	6,80	7,47					
Weidever- träglichkeit	2002	5,37	5,71	7,34	4,01	5,82	4,31	5,48	5,27	4,98	5,43	5,51	4,98	5,43	4,40	6,62	7,38					8,70 5,60
	1997	6,08	6,42	6,42	3,47	4,93	4,67	5,07	4,72	4,94	4,67	4,53	4,67	4,53	5,55	5,16	5,10					
	1999/ Null																					
	2000	6,38	6,73	6,08	4,21	5,18	4,58	5,49	4,78	5,49	5,16	4,55	5,16	4,55	5,91	5,04	6,53					
Trittver- träglichkeit	2001	6,28	5,86	6,08	4,43	5,13	4,84	5,62	5,33	5,48	5,48	4,71	5,48	4,71	5,85	4,11	6,70					8,68 5,47
	2002	6,29	5,93	6,23	4,49	5,25	4,28	5,54	5,51	5,28	5,39	4,70	5,28	5,39	6,25	4,20	6,64					
	1997	5,83	5,00	6,42	3,64	5,25	4,51	3,57	3,62	5,52	5,62	5,36	5,62	5,36	5,49	5,18	5,17					
	1999/ Null																					
Futterwert	2000	5,88	4,71	6,15	4,19	5,52	4,49	3,38	3,69	5,92	5,90	5,45	5,90	5,45	6,03	5,17	6,62					4,25 4,07
	2001	5,93	4,90	6,10	4,11	5,48	5,11	3,41	3,35	5,68	5,90	5,23	5,90	5,23	5,96	4,28	6,77					
	2002	6,07	4,66	6,38	4,27	5,51	4,20	3,55	3,27	5,58	5,86	5,21	5,58	5,86	6,14	4,53	6,73					
	1997	5,18	4,72	6,34	5,95	5,17	4,92	5,48	5,70	6,74	6,85	6,67	6,85	6,67	7,13	6,49	6,68					
	1999/ Null																					
	2000	4,51	4,22	5,77	5,10	5,09	5,19	5,00	5,86	6,84	7,05	6,97	7,41	6,64	7,41	6,64	7,78					
	2001	4,47	4,85	5,90	4,98	5,12	5,01	4,73	4,87	6,79	6,88	6,71	6,09	5,97	6,09	5,97	7,78					
	2002	4,28	4,69	5,88	4,84	5,04	5,10	4,88	4,76	6,69	6,85	6,64	6,69	6,85	5,07	6,34	7,44					

*) sehr stark durch die hohe Deckung von *Agrostis stolonifera* beeinflusst

Bei der artbezogenen Auswertung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den zunehmenden, abnehmenden und indifferenten Arten festgestellt werden. Der abnehmende Trend bei der Mahdverträglichkeit und dem Futterwert in den Untersuchungsgebieten spiegelt sich in der Form wider, dass auf Schweineweiden abnehmende Arten eine höhere Mahdverträglichkeit und einen höheren Futterwert aufweisen als zunehmende und indifferente Arten (Abbildung 30).

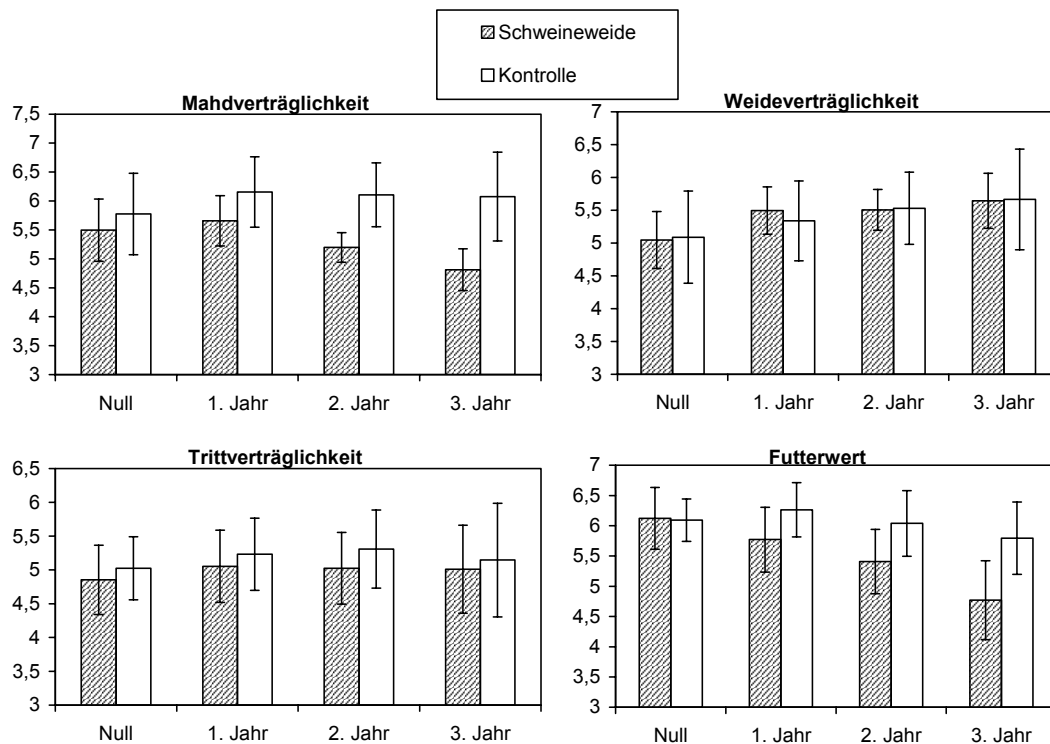


Abbildung 29. Entwicklung der Nutzungs-Wertzahlen auf Schweineweide und Referenzflächen.

In dieser Darstellung wurden die Mittelwerte aus allen fünf Untersuchungsgebieten dargestellt. Auf signifikante Unterschiede wurde mit der Anova im Randomized Block Design getestet, wobei Untersuchungsgebiete die Blocks darstellen. Im Vergleich zwischen Schweineweide und Referenzfläche konnten zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede nachgewiesen werden ($P > 0,05$).

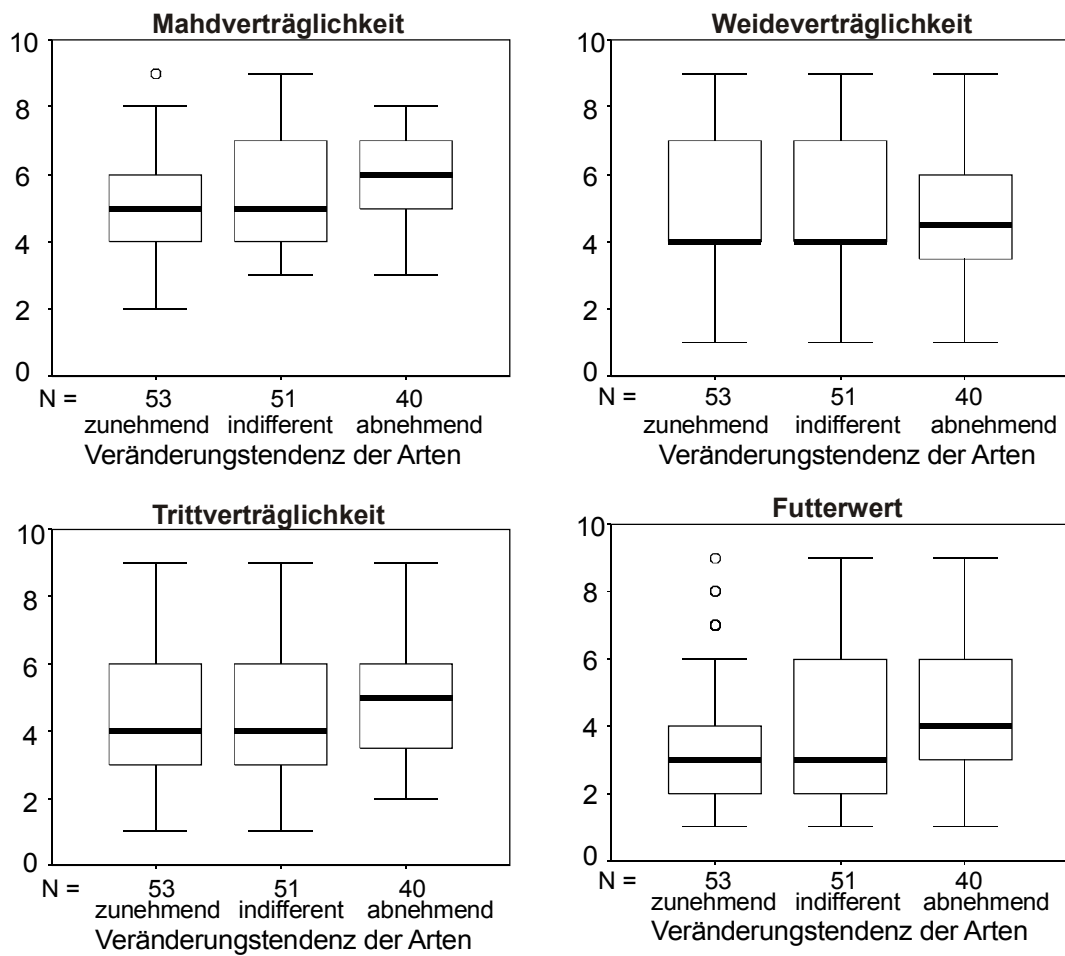


Abbildung 30. Nutzungs-Wertzahlen bei zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten.

Unter Schweinebeweidung zunehmende, indifferente und abnehmende Arten unterscheiden sich nicht signifikant hinsichtlich der vier Nutzungs-Wertzahlen. Die Unterschiede zwischen den Gruppen liegen jedoch hinsichtlich der Mahdverträglichkeit ($\chi^2=5,0$; $P=0,084$) und hinsichtlich Futterwertes ($\chi^2=5,2$; $P=0,072$) dicht am Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$. In der Gruppierung der Arten (zu-, abnehmend, sowie indifferent) wurden die Arten aller Untersuchungsgebiete berücksichtigt.

6.3.3 Fraßpräferenz der Schweine

Die Fraßpräferenz bestimmter Arten durch die Schweine hat folgende Auswirkungen auf die Vegetation, wobei der Wert der Fraßpräferenz umso höher ist, je häufiger die Art von Schweinen gefressen wird (Daten zu 30 % der Arten): In den Untersuchungsgebieten wurde ein Rückgang der mittleren Fraßpräferenzen im Laufe der drei Beobachtungsjahre festgestellt. Dieser Rückgang in der Deckung wurde auf allen Weideflächen gefunden, wobei das sehr extensiv beweidete UG Schmandberg keinen ausgeprägten Rückgang aufweist (Tabelle 62). Die Unterschiede zu den Referenzflächen reichen nicht aus, um diesen Trend auch statistisch zu untermauern, denn es wurde zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied ($P > 0,05$) zwischen Schweineweide und den jeweiligen Referenzflächen nachgewiesen (Abbildung 31). Bezogen auf die zu- und abnehmenden Arten liegt der Median der Fraßpräferenz bei den zunehmenden Arten deutlich niedriger als bei den indifferenten und bei den abnehmenden Arten. Dafür wurde ebenfalls kein signifikanter Unterschied gefunden (Abbildung 31).

Tabelle 62. Fraßpräferenzen der Schweine.

Die Angaben sind mittlere Fraßpräferenzen der Schweine, die nach der mittleren Deckung der Arten gewichtet sind. Die Skala reicht von 0 (nicht gefressen) bis 3 (oftmals gefressen). Im UG Brucht sind alle Aufnahmen aus 1998 und 1999 vor Beginn der Schweineweide zu einer Nullaufnahme zusammengefasst. In den übrigen Untersuchungsgebieten entsprechen die 1999er Aufnahmen Nullaufnahmen. Im UG Schmandberg entspricht die 2000er Aufnahme auf der Herbstweide einer zusätzlichen Nullaufnahme, die Frühjahrsbeweidung 2000 erfolgte nur kurz und mit wenigen Tieren, sodass sie ebenfalls als Nullaufnahme gewertet werden kann.

Jahr	Brucht			Lenzen			Eggelwiesen		Schmandberg			Tieringen		
	Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung	Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung	Schweineweide	Brache	Frühjahrsweide	Herbstweide	Brache	Schweineweide	Brache	Rinderweide
1999/														
Null	2,0	2,1	2,3	2,2	2,1	1,9	2,4	2,4	2,3	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2
2000	1,9	2,2	2,2	1,8	1,9	1,7	2,4	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5
2001	1,7	1,9	2,2	1,9	1,7	1,8	2,4	2,4	2,2	2,3	2,3	2,0	2,1	2,5
2002	1,7	2,0	2,2	1,8	1,7	1,7	2,4	2,4	2,2	2,3	2,3	2,0	2,0	2,4

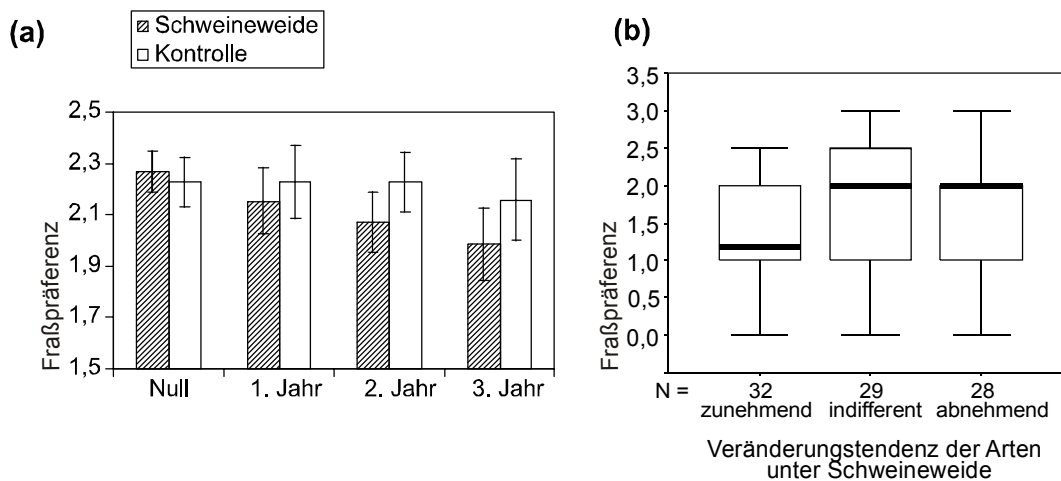


Abbildung 31. Fraßpräferenzen der Schweine, Entwicklung auf den Untersuchungsflächen und Aufteilung hinsichtlich zu-, abnehmender, sowie indifferenter Arten.

Dargestellt ist die Fraßpräferenz gemittelt über alle Untersuchungsgebiete. Die Skala reicht von 0 (nicht gefressen) bis 3 (oftmals gefressen). Im Vergleich der Schweineweide mit der jeweils fortgeführten bisherigen Nutzung (a) ergaben sich zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede (Anova für Randomized Block Design, $P > 0,05$). Hinsichtlich der Fraßpräferenz in den drei Gruppen wurde kein signifikanter Unterschied gefunden (b; Anova; $F=2,0$; $P > 0,05$).

6.3.4 Vegetative Merkmale

Hinsichtlich der spezifischen Blattfläche (Daten zu 61 % der Arten) gibt es keine einheitliche Entwicklung im Laufe der Jahre (Abbildung 32). Außer dem UG Schmandberg, wo die spezifische Blattfläche mit der Einführung der Schweineweide zunimmt (Tabelle 63), gibt es in den einzelnen Untersuchungsgebieten keine einheitlichen Trends der Entwicklung. Auch im Vergleich zu-, abnehmender und indifferenter Arten ergeben sich keine Unterschiede (Abbildung 33). Die Werte der Saveauen liegen im Bereich der neu eingerichteten Schweineweiden (Tabelle 63).

Bei der mittleren artspezifischen Wuchshöhe (Daten zu 99 % der Arten) ergibt sich in den Untersuchungsgebieten Brucht, Schmandberg und Tieringen eine Zunahme auf der Schweineweide, im UG Eggeleswiesen treten keine Veränderungen auf und im UG Lenzen befindet sich eine Zunahme auf allen Behandlungsvarianten (Tabelle 63). Die überwiegende Zunahme auf Schweineweiden führt im 2. Jahr nach Beginn der Beweidung zu einem signifikanten Unterschied zwischen Schweineweiden und der bisherigen Nutzung der jeweiligen Gebiete. Im Gegensatz dazu besitzen die Arten der Saveauen eine geringere Wuchshöhe (Abbildung 32). Im Vergleich der Arten wurden keine Unterschiede zwischen zunehmenden, abnehmenden und indifferenten Arten gefunden (Abbildung 33).

Tabelle 63. Vegetative Merkmale in metrischer Skala: Spezifische Blattfläche und Wuchshöhe.

Die Angaben der spezifischen Blattfläche und der Wuchshöhe sind die nach der mittleren Deckung der Arten gewichtet sind. Im UG Brucht sind alle Aufnahmen aus 1998 und 1999 vor Beginn der Schweineweide zu einer Nullaufnahme zusammengefasst. In den übrigen Untersuchungsgebieten entsprechen die 1999er Aufnahmen Nullaufnahmen. Im UG Schmandberg entspricht die 2000er Aufnahme auf der Herbstweide einer zusätzlichen Nullaufnahme, die Frühjahrsweidung 2000 erfolgte nur kurz und mit wenigen Tieren, sodass sie ebenfalls als Nullaufnahme gewertet werden kann.

Merkmal	Jahr	Brucht				Lenzen				Eggelwiesen				Schmandberg				Tieringen				Save
		Schweine- weide	Brache	Konventionelle Nutzung	Schweine- weide	Brache	Konventionelle Nutzung	Schweine- weide	Brache	Schweine- weide	Brache	Frühjahrs- weide	Herbstweide	Brache	Schweine- weide	Brache	Schweine- weide	Brache	Schweine- weide	Brache	Rinderweide	
Spezifische Blattfläche	1997																					23,0
	1999/ Null	23,3	24,5	21,7	18,9	21,3	19,0	22,1	22,2	23,2	22,9	22,3	22,9	22,3	23,0	22,7	22,9	22,7	22,9			
	2000	21,9	24,6	22,2	19,5	20,6	19,1	23,8	22,3	23,9	24,3	22,4	22,4	22,4	23,3	22,7	23,5	22,7	23,5			
	2001	22,0	23,2	21,9	18,8	20,4	19,5	23,9	22,2	25,0	25,1	23,0	23,0	23,0	22,2	22,6	23,1	22,6	23,1			
Mittlere Wuchshöhe	2002	22,3	23,1	22,0	18,5	19,8	19,1	23,7	23,7	25,0	25,1	22,9	22,9	22,9	22,9	23,6	22,8	23,6	22,8			
	1997																					0,51
	1999/ Null	0,58	0,73	0,48	0,75	0,58	0,59	0,84	0,77	0,81	0,77	0,67	0,77	0,67	0,52	0,57	0,58	0,57	0,58			
	2000	0,63	0,80	0,53	0,78	0,66	0,68	0,85	0,76	1,03	0,89	0,68	0,68	0,68	0,48	0,57	0,44	0,57	0,44			
Mittlere Wuchshöhe	2001	0,64	0,86	0,53	0,77	0,69	0,68	0,87	0,81	1,08	0,88	0,64	0,64	0,64	0,55	0,69	0,43	0,69	0,43			
	2002	0,76	0,90	0,52	0,79	0,78	0,73	0,83	0,86	1,10	0,90	0,65	0,65	0,65	0,61	0,66	0,45	0,66	0,45			

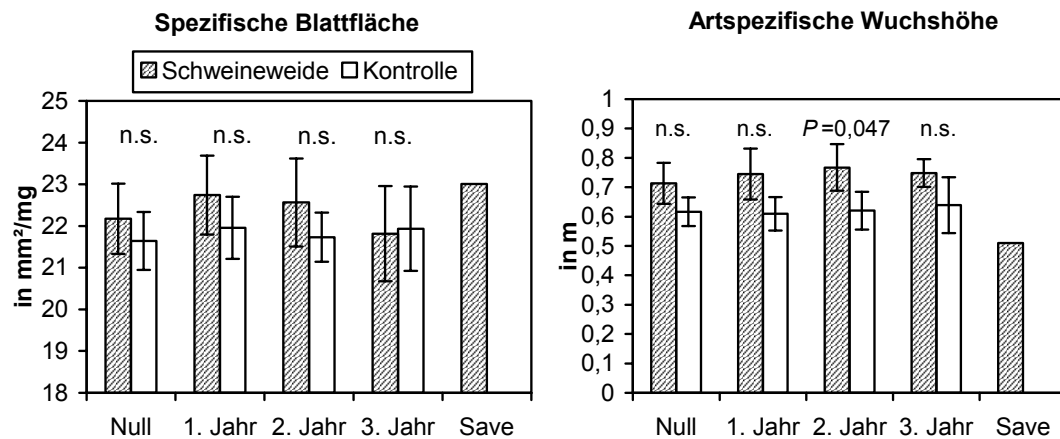


Abbildung 32. Entwicklung von spezifischer Blattfläche und artspezifischen Wuchshöhe der Arten im Vergleich mit den Saveauen.

Dargestellt sind Mittelwerte aller Untersuchungsgebiete \pm Standardfehler. Zum Vergleich zwischen Schweineweide und fortgeführter bisheriger Nutzung wurde die Anova für Randomized Block Design angewandt, wobei die Untersuchungsgebiete die Blöcke darstellen: n.s. nicht signifikant ($P > 0,05$).

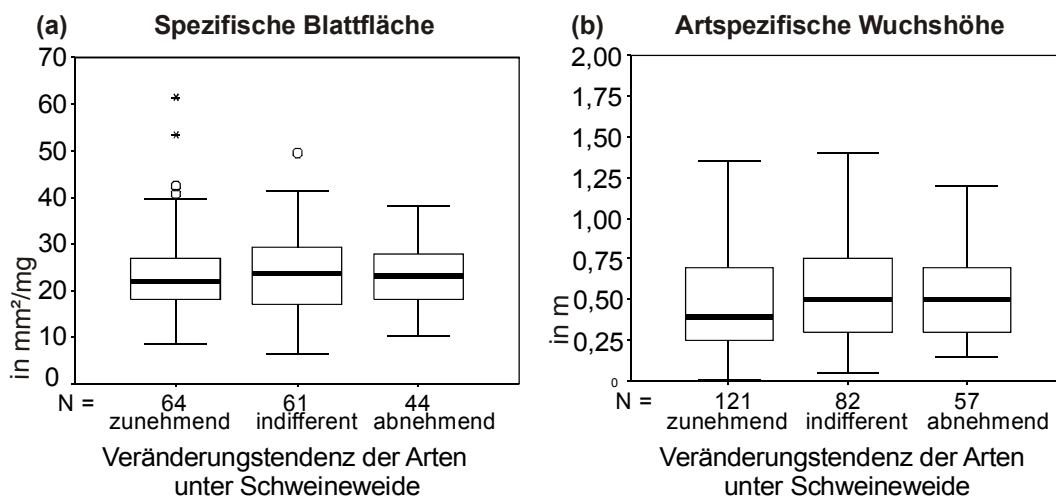


Abbildung 33. Unterschiede zwischen zu-, abnehmenden, sowie indifferenten Arten hinsichtlich der spezifischen Blattfläche (SLA) und der artspezifischen Wuchshöhe.

Signifikante Unterschiede werden weder hinsichtlich der (a) spezifischen Blattfläche (Anova, $F=0,07$; $P > 0,05$), noch hinsichtlich der (b) mittleren Wuchshöhe gefunden (Anova, $F=2,17$; $P > 0,05$). In der Gruppierung der Arten (zu- abnehmend, sowie indifferent) werden die Arten aller Untersuchungsgebiete berücksichtigt.

In Bezug auf die Lebensdauer (Daten zu 98 % der Arten) nehmen annuelle Arten in allen Untersuchungsgebieten zu, Mehrjährige weisen keinen einheitlichen Trend in den Behandlungsvarianten der einzelnen Untersuchungsgebiete auf (Tabelle 64). Damit ergibt sich auch in der relativen Betrachtung eine Verschiebung hin zu einem größeren Anteil der Annuellen. Die Saveauen liegen in diesem Entwicklungstrend, wo sich sogar 40 % annuelle Arten befinden (Abbildung 34). Diese deutliche Zunahme der Annuellen auf den Weiden drückt sich auch im Vergleich zwischen zu-, abnehmenden und indifferenten Arten aus, wobei eine signifikante Abhängigkeit zwischen Lebenszyklus und Entwicklungstendenz auf den Schweineweiden nachgewiesen werden kann (Abbildung 35).

Hinsichtlich der Blattausdauer (Daten zu 96 % der Arten) kann keine Veränderung zwischen sommergrünen und wintergrünen Arten festgestellt werden, weder im Vergleich der Untersuchungsgebiete, noch in der zeitlichen Entwicklung und im Bezug zu den Saveauen, noch im Vergleich von zu-, abnehmenden, sowie indifferenten Arten (Tabelle 64, Abbildung 34, Abbildung 35).

Hinsichtlich der vegetativen Ausbreitung (Daten zu 98 % der Arten) findet in allen Untersuchungsgebieten eine Zunahme von Arten ohne vegetative Ausbreitung statt. Die Gruppe der Arten mit vegetativer Ausbreitung über kurze Strecken (< 10 cm) verändert sich kaum. In der Gruppe der Arten mit vegetativer Ausbreitung über größere Strecken (> 10 cm) ergeben sich keine unterschiedlichen Trends im Vergleich der Behandlungsvarianten (Tabelle 64). Im Vergleich der relativen Anteile der drei Kategorien ergeben sich ebenso keine wesentlichen Veränderungen. In den Saveauen ist der Anteil von Arten mit großer vegetativer Ausbreitung generell höher als auf den neuen Schweineweiden (Abbildung 35). Unter den zunehmenden Arten sind jedoch Arten ohne vegetative Ausbreitungsfähigkeit überrepräsentiert. Dieser Zusammenhang zwischen vegetativer Ausbreitungsfähigkeit und Veränderungstendenz fällt auch statistisch signifikant aus (Abbildung 35).

In Bezug auf die Lage der Ausläufer (Daten zu 98 % der Arten) nehmen außer im UG Brucht Arten mit oberirdischen Ausläufern auf den Schweineweiden zu. Bei Arten mit unterirdischen Ausläufern ergeben sich keine klaren Entwicklungstrends auf den Schweineweiden (Tabelle 64). Daraus resultiert in der relativen Betrachtung der Anteile von unterirdischen und oberirdischen Ausläufern und gemittelt über alle untersuchten Schweineweiden eine Zunahme der oberirdischer Ausläufer. Diese Entwicklung nähert sich den Saveauen an, wo der Anteil an Arten mit oberirdischen Ausläufern bei 50 % liegt (Abbildung 34). Beim Vergleich von zu-, abnehmenden und indifferenten Arten ergeben sich keine Unterschiede (Abbildung 35).

Hinsichtlich der Wurzeltiefe (Daten zu 51 % der Arten) ergibt sich in allen Untersuchungsgebieten außer dem UG Brucht eine Zunahme der Flachwurzler. Die Zahl der Tiefwurzler bleibt weitgehend unverändert (Tabelle 64). Dies wird auch im relativen Anteil der Flachwurzler deutlich. Sie nehmen im Laufe der Beweidungsjahre zu und entwickeln sich in Richtung der Saveauen, wo Flachwurzler einen Anteil von 87 % haben (Abbildung 34). Eine signifikante Abhängigkeit der Entwicklungstendenz von der Wurzeltiefe wurde jedoch nicht gefunden (Abbildung 35).

Tabelle 64. Vegetative Merkmale in nominaler Skala: Lebensdauer, Blattausdauer, vegetative Ausbreitungsfähigkeit, Lage der Ausläufer und Wurzeltiefe.

Angegeben sind jeweils die Artenzahlen einer Kategorie auf allen Dauerquadraten der jeweiligen Behandlungsvariante. Im UG Brucht sind alle Aufnahmen aus 1998 und 1999 vor Beginn der Schweineweide zu einer Nullaufnahme zusammengefasst. In den übrigen Untersuchungsgebieten entsprechen die 1999er Aufnahmen Nullaufnahmen. Im UG Schmandberg entspricht die 2000er Aufnahme auf der Herbstweide einer zusätzlichen Nullaufnahme, die Frühjahrsbeweidung 2000 erfolgte nur kurz und mit wenigen Tieren, sodass sie ebenfalls als Nullaufnahme gewertet werden kann.

Merkmal	Ausprä- gung	Jahr	Brucht			Lenzen			Eggelwiesen		Schmandberg			Tieringen			Save
			Schweineweide	Brache	Konventionelle	Nutzung	Schweineweide	Brache	Konventionelle	Nutzung	Schweineweide	Brache	Herbstweide	Frühjahrsweide	Brache	Schweineweide	Rinderweide
Lebensdauer	Annuelle	1997	12	7	4	7	3	7	5	5	17	14	14	3	3	2	12
		1999/ Null	21	4	3	17	8	9	7	5	19	13	16	18	6	5	
		2000	26	5	6	14	9	8	7	4	18	25	15	18	4	5	
		2002	31	5	5	20	6	5	10	5	21	26	16	28	10	8	
	Mehrjährige	1997	55	41	23	43	42	47	40	37	54	50	55	39	34	38	20
		1999/ Null	46	34	23	58	52	60	55	43	49	50	53	55	41	44	
		2000	43	31	20	58	51	48	56	39	47	47	51	48	38	41	
		2002	49	33	19	58	49	57	54	47	57	47	58	51	41	42	
	sommergrün	1997	24	19	6	21	19	24	19	22	35	32	33	21	17	18	17
		1999/ Null	28	14	7	34	27	31	31	25	34	31	34	37	23	23	
		2000	27	15	7	35	31	28	35	27	30	32	30	30	21	19	
		2002	37	14	6	37	26	30	33	27	36	32	35	34	26	21	
	wintergrün	1997	39	26	18	28	25	27	25	19	34	31	33	20	18	21	14
		1999/ Null	34	21	16	39	33	36	30	22	32	31	33	34	21	25	
		2000	36	18	16	35	29	28	27	15	35	36	33	34	18	26	
		2002	35	20	15	36	29	31	29	24	42	37	36	41	22	28	

[illegible]

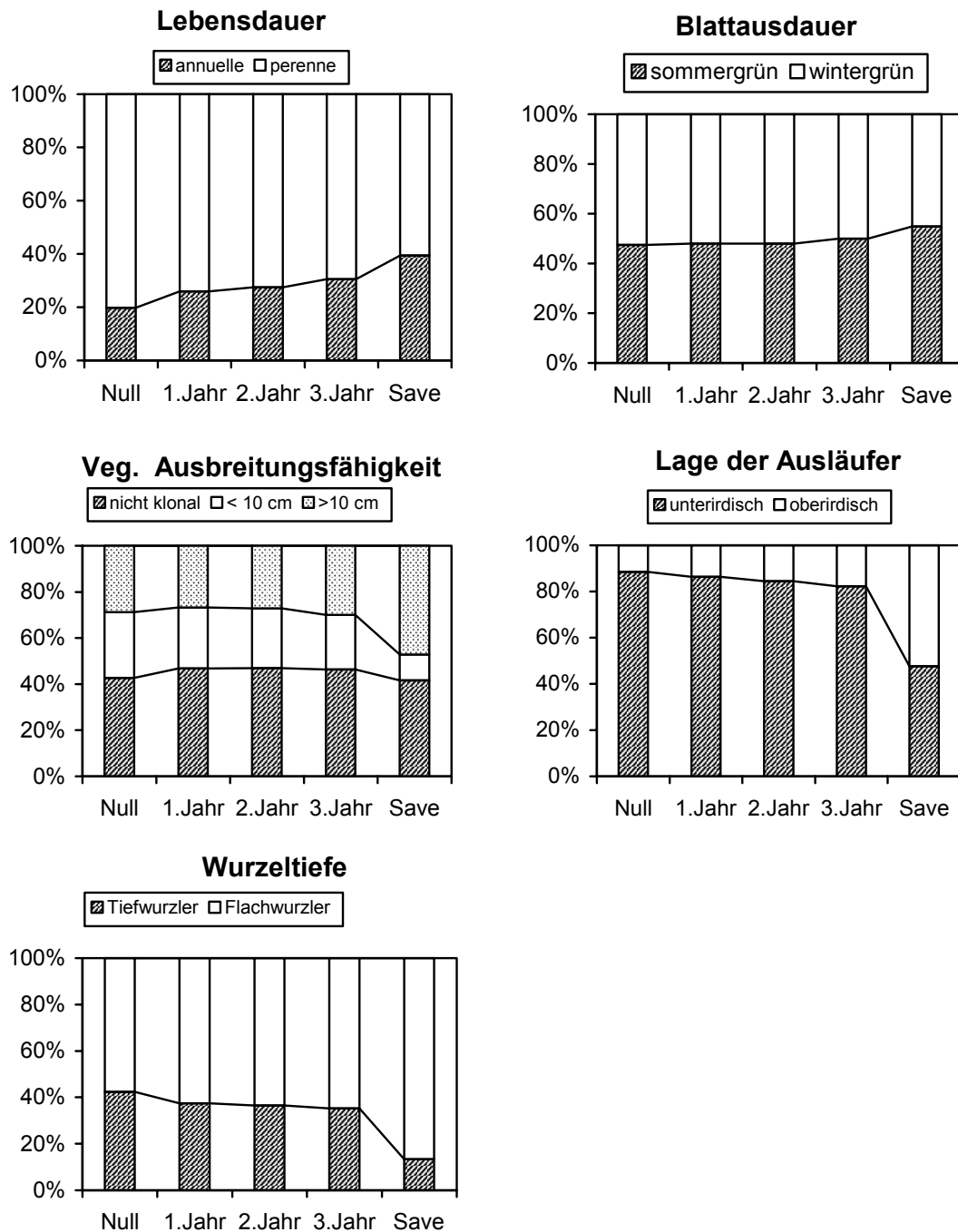


Abbildung 34. Entwicklung von Lebensdauer, vegetativer Ausbreitungsfähigkeit, Wurzeltiefe, Blattausdauer und Lage der Ausläufer im Vergleich mit den Saveauen.
Dargestellt sind jeweils die relativen Verhältnisse der einzelnen Kategorien im Mittel aller Untersuchungsgebiete.

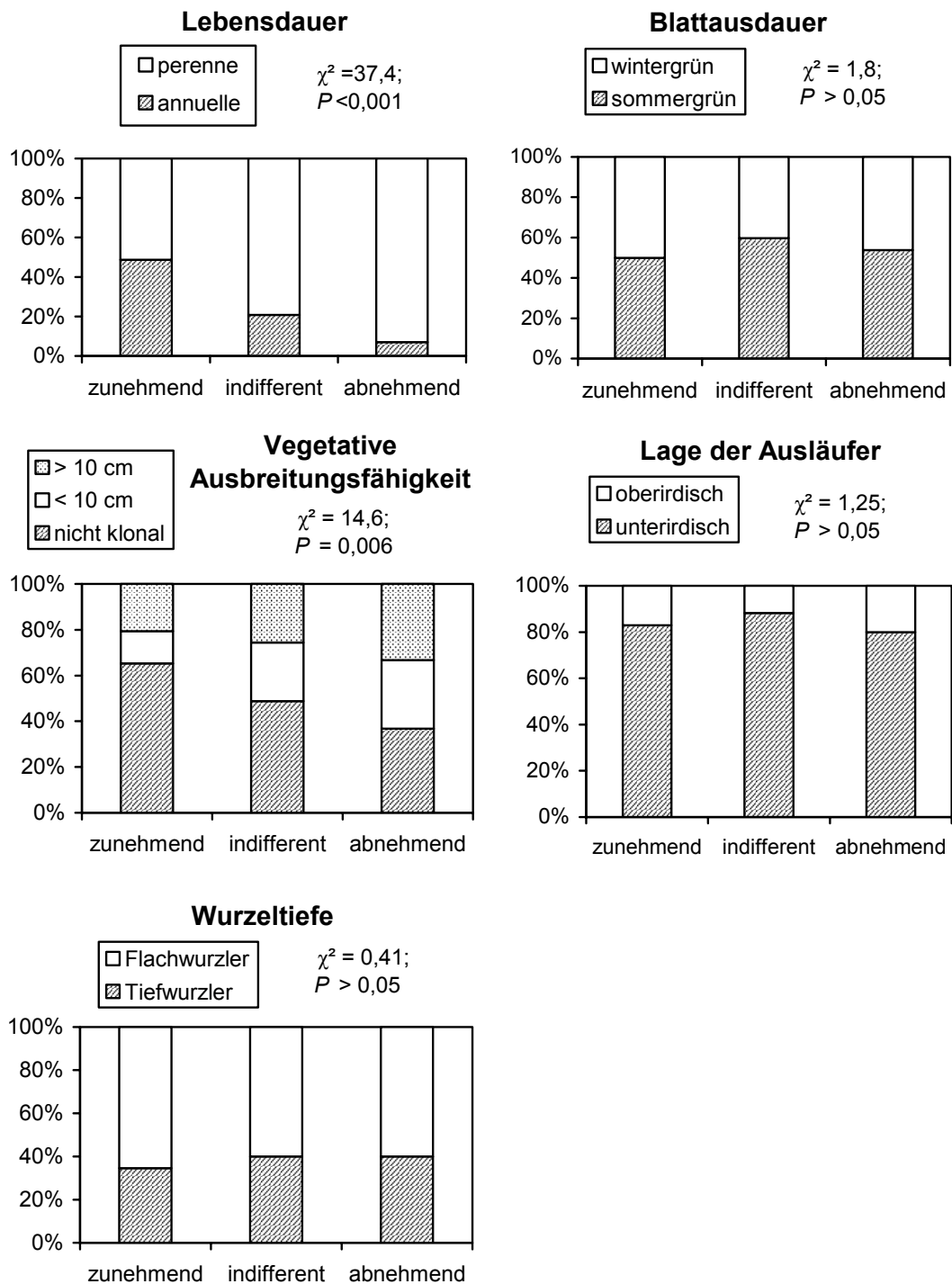


Abbildung 35. Unterschiede zwischen zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten hinsichtlich Lebensdauer, Blattausdauer, vegetativer Ausbreitungsfähigkeit, Lage der Ausläufer und Wurzeltiefe.

Dargestellt sind die Arten aller Untersuchungsgebiete. Zur Auswertung wurde der χ^2 -Test auf Unabhängigkeit herangezogen.

6.3.5 Generative Merkmale

In Bezug auf das Samengewicht (Daten zu 97 % der Arten) gibt es eine leichte Tendenz zum Rückgang in den Untersuchungsgebieten Brucht, Lenzen und Eggelwiesen. Bis auf das UG Brucht ist diese Entwicklung jedoch nicht von den jeweiligen Referenzflächen differenziert (Tabelle 65). Damit ergibt sich bei der Mittelung über alle Untersuchungsgebiete keine Veränderung. In den Saveauen liegen die ungewichteten Samengewichte in vergleichbarer Höhe, lediglich die gewichteten liegen deutlich niedriger (Abbildung 36). Zunehmende Arten weisen ein leichteres Samengewicht als indifferente und abnehmende Arten auf. Dieser Zusammenhang ist mit $P=0,089$ nicht weit vom Signifikanzniveau (0,05) entfernt (Abbildung 37).

Beim Blühbeginn (Daten zu 99 % der Arten) gibt es in den Untersuchungsgebieten kaum Veränderungen, die eindeutig dem Schweineeffekt zuzuordnen wären (Tabelle 65). Es wurde weder ein signifikanter Unterschied zwischen Schweineweiden und den Referenzflächen noch zwischen zu-, abnehmenden und indifferenten Arten gefunden (Abbildung 37). In den Saveauen liegt der mittlere Blühbeginn im Juni und damit später als auf den neuen Schweineweiden (Abbildung 36).

Eine Zunahme der Blühdauer der Arten (Daten zu 99 % der Arten) auf Schweineweiden lässt sich nur im UG Tieringen zeigen. In den anderen Untersuchungsgebieten gibt es entweder keine unterschiedlichen Trends oder diese verlaufen parallel zu den Referenzflächen (Tabelle 65). Im Gesamtbefund ergibt sich ebenfalls weder ein signifikanter Unterschied zwischen Schweineweide und Referenzflächen (Abbildung 36), noch zwischen zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten (Abbildung 37). Die Saveauen liegen im ungewichteten Mittelwert vergleichbar zu den neuen Schweineweiden (Abbildung 36).

Tabelle 65. Generative Merkmale in metrischer/ordinaler Skala: Samengewicht, Blühbeginn und Blühdauer.

Die Angaben von Samengewicht, Blühbeginn und Blühdauer wurden nach der mittleren Deckung der Arten gewichtet. Im UG Brucht sind alle Aufnahmen aus 1998 und 1999 vor Beginn der Schweineweide zu einer Nullaufnahme zusammengefasst. In den übrigen Untersuchungsgebieten entsprechen die 1999er Aufnahmen Nullaufnahmen. Im UG Schmandberg entspricht die 2000er Aufnahme auf der Herbstweide einer zusätzlichen Nullaufnahme, die Frühjahrsbeweidung 2000 erfolgte nur kurz und mit wenigen Tieren, sodass sie ebenfalls als Nullaufnahme gewertet werden kann.

Merkmal	Jahr	Brucht			Lenzen			Eggelwiesen			Schmandberg			Tieringen			Save
		Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung	Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung	Schweineweide	Brache	Frühjahrsweide	Herbstweide	Brache	Schweineweide	Brache	Schweineweide	Rinderweide	
Samengewicht	1997																1,64
	1999/ Null	2,73	2,23	2,78	3,05	2,51	2,90	2,51	2,70	2,60	2,77	2,77	3,20	3,22	3,23		
	2000	2,63	2,09	3,02	2,70	2,74	2,85	2,51	2,85	2,95	2,83	2,89	3,04	3,02	2,74		
	2001	2,81	2,78	2,97	2,98	2,92	2,84	2,36	2,85	2,81	2,70	2,68	3,18	3,49	2,82		
	2002	2,54	2,62	2,95	2,86	2,67	2,63	2,41	2,55	3,04	2,84	2,82	3,19	3,20	2,85		
Blühbeginn	1997																6,19
	1999/ Null	5,32	5,85	5,29	5,27	5,65	5,78	5,85	5,75	5,49	5,37	5,51	5,18	5,14	5,12		
	2000	5,61	6,03	5,30	5,66	5,62	5,61	6,04	5,81	5,14	5,17	5,42	5,20	5,36	5,19		
	2001	5,64	5,92	5,33	5,75	5,71	5,63	6,12	6,05	5,09	5,07	5,45	4,96	5,35	5,20		
	2002	5,74	6,05	5,30	5,48	5,65	5,59	6,04	6,05	5,17	5,13	5,44	5,31	5,33	5,16		
Blühdauer	1997																1,76
	1999/ Null	2,56	2,46	2,67	1,81	2,70	2,13	1,91	1,70	2,12	2,23	2,08	2,92	2,85	2,83		
	2000	2,51	2,30	2,31	1,68	2,21	1,85	1,94	1,62	2,23	2,15	2,00	3,06	2,58	3,11		
	2001	2,51	2,12	2,38	1,97	2,06	2,03	2,01	1,81	2,26	2,22	1,89	3,96	2,47	3,24		
	2002	2,40	2,19	2,76	1,94	1,66	1,66	1,97	1,87	2,38	2,28	1,94	3,95	2,08	3,34		

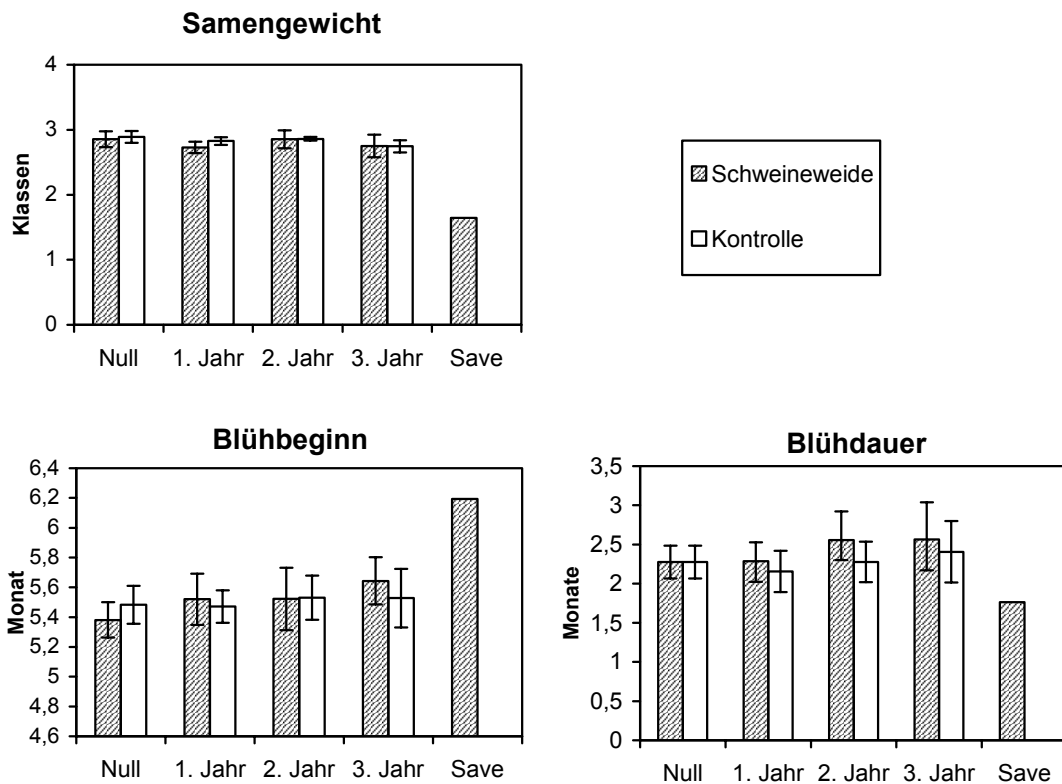


Abbildung 36. Entwicklung der generativen Merkmale mit metrischer/ordinaler Skala (Samengewicht, Blühbeginn, Blühdauer) im Vergleich mit den Saveauen.

Angegeben sind nach Deckung gewichtete Mittelwerte \pm Standardfehler. Bei der Gewichtung nach Deckung hat in den Saveauen *Agrostis stolonifera* einen sehr großen Einfluss (durchschnittliche Deckung 80 %). Beim ungewichteten Mittelwert würde in den Saveauen das Samengewicht 2,8, der Blühbeginn 6,0 und die Blühdauer 2,7 betragen. Zum Vergleich zwischen Schweineweide und fortgeführter bisheriger Nutzung wurde die Anova für Randomized Block Design angewandt, wobei die Untersuchungsgebiete die Blöcke darstellen. In keinem Fall wurde ein signifikanter Unterschied ($P > 0,05$) festgestellt.

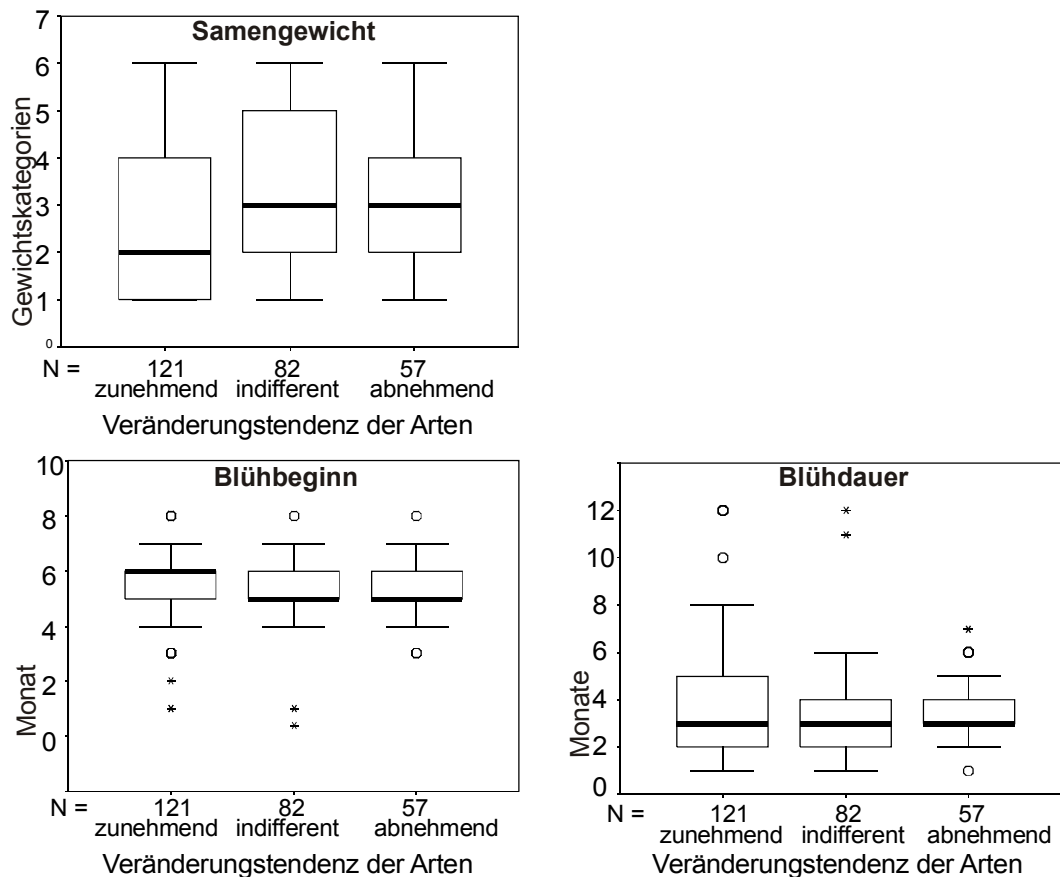


Abbildung 37. Unterschiede zwischen zu-, abnehmenden, sowie indifferenten Arten hinsichtlich Samengewicht, Blühzeitpunkt und Blühdauer.

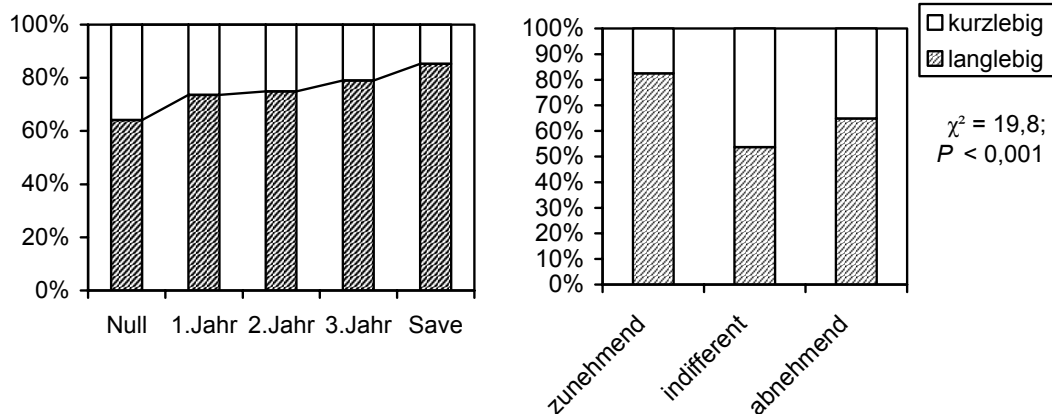
Unter Schweinebeweidung zunehmende, indifferente und abnehmende Arten unterscheiden sich weder signifikant hinsichtlich des Samengewichts ($\chi^2=4,8$; $P=0,089$, H-Test nach Kruskal-Wallis), noch signifikant hinsichtlich des Blühbeginns ($F=0,40$, $P>0,05$, Anova), noch signifikant hinsichtlich der Blühdauer ($F=1,40$; $P>0,05$, Anova). In der Gruppierung der Arten (zunehmend, sowie indifferent) wurden sämtliche Arten der Untersuchungsgebiete berücksichtigt.

Unter den generativen Merkmalen in nominaler Skala bleibt noch die Langlebigkeit der Diasporenbank, die für diese Analyse nur in kurz- oder langlebig eingeteilt wurde (Daten zu 65 % der Arten). Betrachtet man die Zahl der Arten der jeweiligen Kategorie, so ergibt sich eine deutliche Zunahme von Arten mit langlebiger Diasporenbank auf der Schweineweide, die sich deutlich von den jeweiligen Referenzflächen abhebt. Die Arten mit kurzlebiger Diasporenbank weisen hingegen keine klaren Entwicklungstendenzen auf (Tabelle 66). Das ergibt im relativen Verhältnis beider Kategorien eine stetige Zunahme des Anteils von Arten mit langlebiger Diasporenbank, der sich in Richtung der Saveauen fortsetzt, wo 85 % aller Arten eine langlebige Diasporenbank aufweisen. Der Test auf Abhängigkeit der Artengruppen von der Überdauerungsfähigkeit der Diasporenbank ergibt einen signifikanten Zusammenhang (Abbildung 38).

Tabelle 66. Generative Merkmale in nominaler Skala: Langlebigkeit der Diasporenbank.

Angegeben sind jeweils die Artenzahlen einer Kategorie auf allen Dauerquadraten der jeweiligen Behandlungsvariante. Im UG Brucht sind alle Aufnahmen aus 1998 und 1999 vor Beginn der Schweineweide zu einer Nullaufnahme zusammengefasst. In den übrigen Untersuchungsgebieten entsprechen die 1999er Aufnahmen Nullaufnahmen. Im UG Schmandberg entspricht die 2000er Aufnahme auf der Herbstweide einer zusätzlichen Nullaufnahme, die Frühjahrsbeweidung 2000 erfolgte nur kurz und mit wenigen Tieren, sodass sie ebenfalls als Nullaufnahme gewertet werden kann.

		Brucht			Lenzen			Eggelwiesen		Schmandberg			Tieringen			Save
Lebensdauer der Diasporenbank		Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung	Schweineweide	Brache	Konventionelle Nutzung	Schweineweide	Brache	Frühjahrsweide	Herbstweide	Brache	Schweineweide	Brache	Rinderweide	
Jahr																
kurzlebig	1997															5
	1999/															
	Null	18	8	5	18	12	15	12	15	31	24	30	15	12	14	
	2000	11	6	5	18	16	18	17	16	26	26	26	21	15	15	
	2001	8	5	4	17	15	14	17	14	22	21	25	19	15	16	
langlebig	2002	11	4	4	18	17	18	17	17	25	21	30	19	20	16	
	1997															29
	1999/															
	Null	49	40	22	32	33	39	33	27	41	41	39	27	25	26	
	2000	56	33	21	57	45	51	45	32	43	38	44	52	32	34	
	2001	62	31	22	56	46	43	45	28	44	52	41	49	27	30	
	2002	69	34	20	60	39	44	46	35	54	53	44	60	31	34	

**Abbildung 38. Langlebigkeit der Diasporenbank, Entwicklung in Bezug zur Saveau und Verteilung auf zu- und abnehmenden, sowie indifferenten Arten.**

Dargestellt sind die relativen Verhältnisse von Arten mit kurz- und langlebiger Diasporenbank im Mittel aller Untersuchungsgebiete (rechts). Links sind die relativen Verhältnisse von Arten mit kurz- und langlebiger Diasporenbank dargestellt. In der Gruppierung der Arten (zu- abnehmend, sowie indifferent) wurden sämtliche Arten der Untersuchungsgebiete berücksichtigt.

6.3.6 Strategien der Pflanzen auf Schweineweiden

Bei der Ordination der unter Schweinebeweidung zunehmenden, der unter Schweinebeweidung abnehmenden Arten und der etablierten Arten der Saveauen wurden folgende Ergebnisse erzielt.

Die Ordination der zunehmenden Arten hinsichtlich ihrer Merkmale mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 39a),

1. dass drei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 4. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $3,3 < 5$; die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stress zufällig verursacht ist, liegt in allen drei Dimensionen bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress (final stress) bei drei Achsen in 400 Iterationen bei 13,0 mit einer verbleibende Instabilität (final instability) von $1,5 \cdot 10^{-3}$ auspendelt,
3. dass die 1. Achse 70,6 % der Varianz und die 2. Achse 12,3 % der Varianz und die 3. Achse 7,1 % erklärt (Rotierter Zustand, sodass alle wesentlichen Entwicklung in den ersten beiden Achsen liegen),
4. **dass die Arten entlang der 1. Achse in zwei Gruppen aufgeteilt werden (Arten mit hohen Werten auf der 1. Achse sind vermehrt Hemikryptophyten, zu vegetativer Ausbreitung befähigt, besitzen unterirdische Ausläufer und haben zwei- oder mehrjährigen Lebenszyklus; Arten mit niedrigen Werten auf der 1. Achse sind hingegen hauptsächlich annuelle Arten, Therophyten mit langer Blühdauer und mit geringer vegetativer Ausbreitungsfähigkeit) und**
5. dass die Aufteilung entlang der 2. Achse kontinuierlich verläuft; sie wird durch das Samengewicht und die Blattausdauer aufgeteilt.

Die Ordination der Arten der Saveauen hinsichtlich ihrer Merkmale mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 39b),

1. dass drei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 4. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $3,4 < 5$; die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stress zufällig verursacht ist, liegt in allen drei Dimensionen bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress (final stress) bei drei Achsen in 400 Iterationen bei 10,4 mit einer verbleibende Instabilität (final instability) von $1 \cdot 10^{-5}$ auspendelt,
3. dass die 1. Achse 63,3 % der Varianz und die 2. Achse 17,3 % der Varianz und die 3. Achse 9,7 % erklärt (Rotierter Zustand, sodass alle wesentlichen Entwicklung in den ersten beiden Achsen liegen),
4. **dass die Arten entlang der 1. Achse in zwei Gruppen aufgeteilt werden (Arten mit hohen Werten auf der 1. Achse sind vermehrt Hemikryptophyten, wintergrüne Arten, zu vegetativer Ausbreitung befähigt, vor allem mit unterirdischen Ausläufern und zwei- und mehrjährigem Lebenszyklus; Arten mit niedrigen Werten auf der 1. Achse sind hin-**

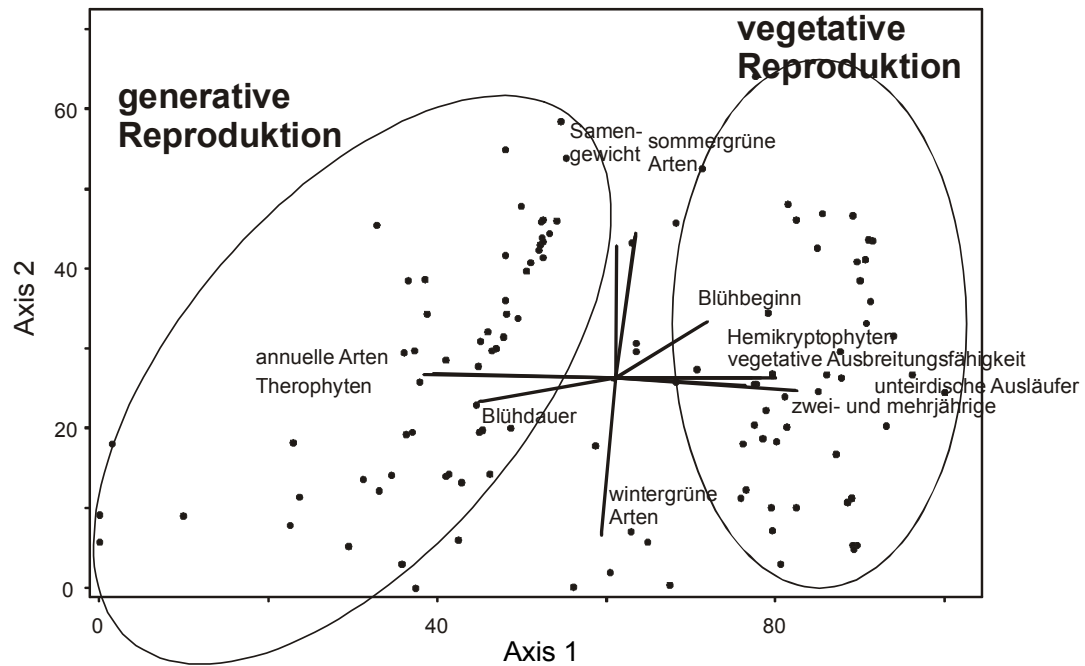
- gegen hauptsächlich annuelle Arten, Therophyten, vermehrt sommergrün und mit schlechter vegetativer Ausbreitung),**
5. **dass die Aufteilung entlang der 1. Achse deutlich den zunehmenden Arten auf den neu angelegten Schweineweiden entspricht (Abbildung 39a) und**
 6. dass die Aufteilung entlang der 2. Achse kontinuierlich verläuft, sie wird hauptsächlich durch Blühbeginn und Blühdauer markiert, ferner durch das Samengewicht.

Die Ordination der abnehmenden Arten hinsichtlich ihrer Merkmale mit Hilfe des Nonmetric Multidimensional Scaling hat ergeben (Abbildung 39c),

1. dass drei Achsen ausreichen, um die Variabilität des Datensatzes zu beschreiben (bei einer zusätzlichen 4. Achse verringert sich der verbleibende Stress nur um $3,9 < 5$; die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reduktion des Stress zufällig verursacht ist, liegt in allen drei Dimensionen bei $P=0,0196$, Monte Carlo Test bei 50 Durchläufen),
2. dass sich der verbleibende Stress (final stress) bei drei Achsen in 400 Iterationen bei 15,1 mit einer verbleibende Instabilität (final instability) von $3 \cdot 10^{-4}$ auspendelt,
3. dass die 1. Achse 38,9 % der Varianz und die 2. Achse 23,8 % der Varianz und die 3. Achse 21,2 % erklärt (Rotierter Zustand, sodass alle wesentlichen Entwicklungen in den ersten beiden Achsen konzentriert liegen),
4. **dass keine klare Aufteilung zu distinkten Strategietypen festzustellen ist und**
5. dass Arten abnehmen, die sowohl annuell, wie auch zwei- oder mehrjährig sind, winter- wie sommergrün sind, hohes wie auch niedriges Samengewicht besitzen, sowie gute und schlechte vegetative Ausbreiter sind.

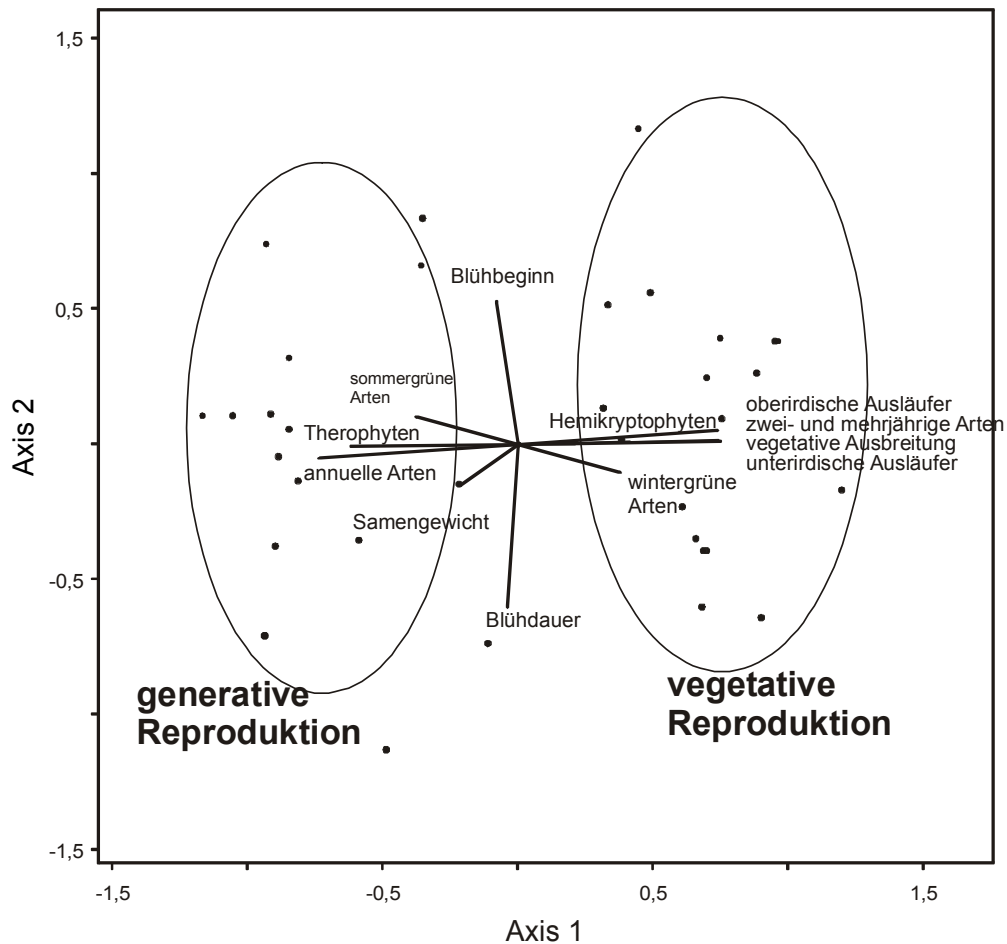
(a)

Auf Schweineweide zunehmende Arten



(b)

Pflanzenarten der Saveauen



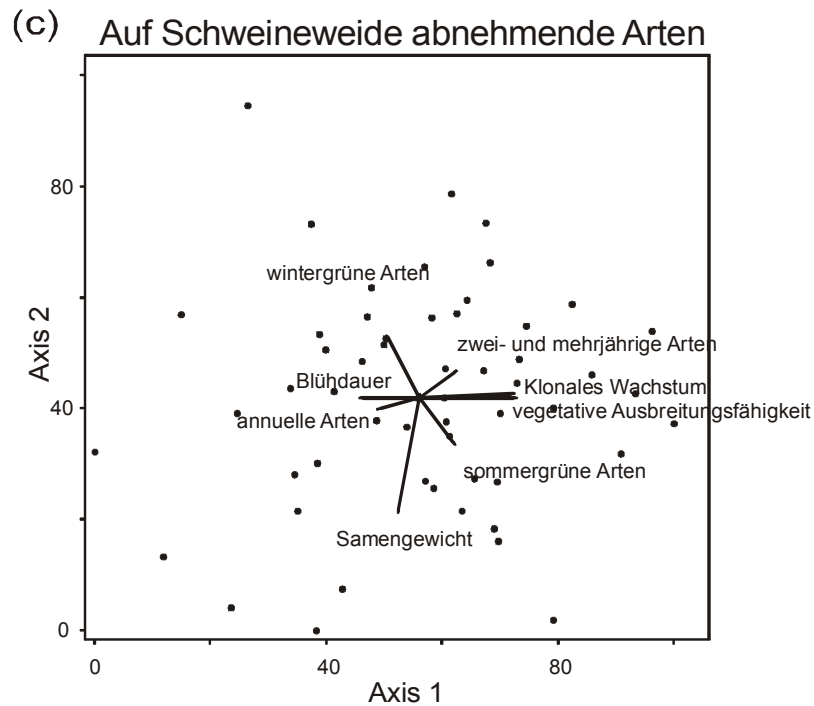


Abbildung 39. Ordination der auf Schweineweide zunehmenden (a) und abnehmenden (c) Arten, sowie der Arten der Saveauen (b) nach funktionellen Merkmalen.

Zur Ordination wurde das Nonmetric Multidimensional Scaling angewandt. Erläuterung siehe Text. Auf die Darstellung der 3. Achse wurde verzichtet, da sie kaum Varianz erklärt und keine zusätzlichen Gruppierungen erkennen lässt.

Tabelle 67. Zusammenfassung der univariaten Auswertung der funktionellen Merkmale.

Merkmal	Ausprägung	Entwicklung auf Untersuchungsgebieten	Vergleich zu- und abnehmender, sowie indifferenter Arten	Entwicklung in Bezug zu den Saveauen
Lebensform	Therophyten	Zunahme	zahlreicher bei zunehmenden Arten	Annäherung
	Hemikryptophyten	Absolute Zunahme, relativ v.a. zu Therophyten Abnahme		in relativer Betrachtung Annäherung
	Geophyten	Zunahme	± unverändert	-
	Hydro-, Chamae-, Nanophanero- und Phanerophyten	unverändert	unverändert	-
Mahdverträglichkeit		leicht abnehmend	bei abnehmenden Arten höher	-
Weideverträglichkeit		unverändert	gleich	-
Trittverträglichkeit		unverändert	gleich	-
Futterwert		leicht abnehmend	bei abnehmenden Arten höher	Annäherung
Schweine-Fraßpräferenz		abnehmender Trend	gleich	Datenlage unzureichend
Spezifische Blattfläche		unverändert	gleich	-
Wuchshöhe		unverändert	gleich	-
Lebensdauer	annuell	Zunahme	zur Hälfte bei zunehmenden und indifferenteren	Annäherung
	zwei- und mehrjährig	unverändert, relativ gesehen Abnahme zugunsten der Annuellen	überwiegend Abnahme	-

Klonale/ vegetative Ausbreitungsfähigkeit	Zunahme von Arten ohne vegetative Ausbreitungsfähigkeit; unverändert bei relati- ver Betrachtung	Zunahme der Arten ohne veg. Ausbrei- tungsfähigkeit	keine Annäherung Save: höherer Anteil gut veg. ausbreitungs- fähiger Arten
Lage der Ausläufer	Zunahme des relativen Anteils oberirdischer Ausläufer	gleich	Annäherung
Wurzeltiefe	Flachwurzler Tiefwurzler	gleich gleich	Annäherung -
Blattausdauer	unverändert	gleich	-
Samengewicht	unverändert	gleich	-
Blühbeginn	unverändert	gleich	-
Blühdauer	Zunahme im UG Tierin- gen, sonst unverän- dert	gleich	-
Persistenz der Diaspo- renbank	Zunahme absolut unverändert, relative Abnahme	überwiegend bei zunehmenden größerer Anteil bei indifferenten und abnehmenden	Annäherung -

6.4 Diskussion

In Kapitel 3.4.2.6 wurde bereits ermittelt, dass sich die Vegetationsveränderungen auf den trockenen Schweineweiden sehr gut durch die ruderale Lebensstrategie nach Grime (Grime, 2001) charakterisieren lassen. Die feuchten Lebensräume lassen jedoch keine einheitliche Zuordnung hinsichtlich der Lebensstrategie zu. Dies könnte daran liegen, dass die Strategien der Pflanzenarten auf den Schweineweiden nicht ausreichend durch die drei Strategietypen charakterisiert werden. Um dies näher zu untersuchen, wurden verschiedene funktionelle Merkmale herangezogen. Ihre Veränderung auf den Behandlungsvarianten wurde im Laufe der Versuchsjahre untersucht, diese Entwicklung in Bezug zu traditionellen Schweineweiden in Kroatien gesetzt und außerdem die Ausstattung von Arten hinsichtlich ihrer funktionellen Merkmale untersucht, die auf den Schweineweiden zunehmen, abnehmen oder sich indifferent verhalten (Tabelle 67).

6.4.1 Einzelne funktionelle Merkmale

6.4.1.1 Lebensformen

Die Hypothese der Förderung der Therophyten unter den verschiedenen Lebensformen nach Raunkiaer (Raunkiaer, 1910) kann auf den untersuchten Schweineweiden bestätigt werden. Hemikryptophyten und Geophyten weisen hingegen in den Untersuchungsgebieten ein heterogenes Bild auf. Das kann nicht als reiner Effekt der Schweineweide gewertet werden, da sich auf den Referenzflächen zum Teil gleichartige Entwicklungen abgezeichnet haben. Meistens fallen die Entwicklungen auf den Referenzflächen weniger deutlich aus als auf den Schweineweiden und deshalb liefert der Managementvergleich nur in manchen Jahren statistisch signifikante Ergebnisse. Im relativen Vergleich bestimmt die Zunahme der Therophyten das Bild, wobei anteilig gesehen die Hemikryptophyten zurückgehen. Diese Befunde entsprechen sehr genau dem Ergebnis einer Vorläuferstudie in Lenzen (Micklich, 1996).

Die Zunahme der Therophyten ist für Grünlandgesellschaften ungewöhnlich, da im Durchschnitt vieler untersuchter Grünlandgesellschaften Therophyten nur einen Anteil von 2 % haben, niemals wurde ein Anteil von mehr als 8 % gefunden (Dierschke & Briemle, 2002). Dagegen wird das Grünland eindeutig von Hemikryptophyten dominiert, die einen Anteil von 80-95 % aufweisen (Dierschke & Briemle, 2002). Die Dominanz der Therophyten ist dagegen typisch für die Ökosysteme der Äcker und Feldfluren. Dort wurde ein Anteil von 80 % gefunden, wobei der Anteil sehr schnell sinkt, sobald die ackerbauliche Nutzung zum Beispiel beim Brachfallen unterbleibt (Schmidt, 1993). In fünf Jahren sank in der Untersuchung der Göttinger Bracheversuche der Anteil der Therophyten auf 0 % (Schmidt, 1993). Dies wurde auch auf den Schweineweiden bei Lenzen gefunden, wo der Anteil der Therophyten nach einjähriger Aufgabe der Schweineweide sogar noch unter den Ausgangswert gefallen ist (Micklich, 1996). Demnach muss die regelmäßige Störung als wesentlicher Faktor für die Existenz von Therophyten erachtet werden.

Die Situation der Förderung der Therophyten muss nicht nur aufgrund der Micklich'schen Untersuchungen (Micklich, 1996) als charakteristisch für

Schweineweiden gewertet werden, auch an Wühlstellen von Wildschweinen werden diese Ergebnisse bestätigt (Milton *et al.*, 1997). Zudem konnte in diesen Untersuchungen gezeigt werden, dass die historisch-traditionellen Schweineweiden in den Saveauen einen hohen Anteil von Therophyten aufweisen. Therophyten entsprechen konzeptionell den annuellen Arten. Solche kurzlebige Arten haben eine größere Chance, ihren Entwicklungszyklus vor Einsetzen der nächsten Störung zu vollenden. Dies wurde in zahlreichen Studien für sehr verschiedene Störungsregime bestätigt (Grime, 1974; Collins, 1987; Noy-Meir *et al.*, 1989; Boutin & Keddy, 1993; Fernández-Alés *et al.*, 1993; Scherfose, 1993; Pettit *et al.*, 1995; Lavorel *et al.*, 1998; Hardar *et al.*, 1999; Kleyer, 1999; Lavorel *et al.*, 1999a; Díaz *et al.*, 2001).

Zur Entwicklung der anderen Lebensformen (Hemikryptophyten, Geophyten, Chamaephyten und Hydrophyten) wurde die Hypothese aufgestellt, dass sich keine Veränderungen ergeben. Dies muss in zwei Hinsichten widerlegt werden. Die Hemikryptophyten haben hinsichtlich der absoluten Artenzahl zugenommen. Bei den Geophyten ergab sich nur ein geringer Zuwachs, der in einzelnen Jahren trotzdem statistisch abgesichert werden konnte. Diese Förderung der Geophyten wurde in Waldökosystemen an Wildschweinwühlstellen bestätigt (Falinski, 1986). Allerdings fällt die Zunahme der Geophyten bei Falinski genauso wie in dieser Arbeit deutlich geringer aus als die Zunahme der Therophyten. Dies lässt vermuten, dass Schweine beim Fraß an unterirdischen Speicherorganen, genügend Stücke übrig lassen, um Geophyten die Regeneration zu ermöglichen.

6.4.1.2 Nutzungs-Wertzahlen

Die Hypothese vom fehlenden Einfluss der Mahdverträglichkeit muss eingeschränkt werden, da sich vor allem in den intensiv beweideten Gebieten eine Abnahme der Mahdverträglichkeit abzeichnet, ohne dass dieser Trend statistisch abgesichert werden kann. Das zeigt, dass Schweineweide in ihrem Effekt nicht mit einer Mahdbewirtschaftung zu vergleichen ist, sondern sich sogar in die entgegengesetzte Richtung entwickelt. Schnittempfindliche Arten können auf Schweineweiden überleben. Das entspricht den Beobachtungen an der Vegetationsstruktur, dass auf Schweineweiden Pflanzen entweder komplett entwurzelt werden oder vollständig aufwachsen können. Auf diese Weise entsteht auf den Schweineweiden ein Mosaik an durchwühlten Offenbodenstellen und hochgewachsener Vegetation. Im Gegensatz dazu reduziert die Mahd oberirdische Biomasse einheitlich auf großer Fläche.

Die Hypothese von einem Anstieg der Weideverträglichkeit kann ebenfalls nicht bestätigt werden. Dies gibt einen Hinweis, dass sich die Beweidung durch Schweine von der Beweidung anderer Weidetiere unterscheidet. Rinder, Schafe, Ziegen und Pferde verbeißen in mehr oder weniger selektiver Weise oberirdische Biomasse. Schweine hingegen fressen auch unterirdische Biomasse. Ihre Fraßselektivität ist zwar als sehr hoch einzuschätzen, aber insgesamt überwiegt eine unselektive Wirkung auf die Vegetation durch ungezielte Wühlaktivitäten.

Im Gegensatz zu der Hypothese, wonach trittverträgliche Arten zunehmen sollten, wurde keine Veränderung der Trittverträglichkeit gefunden. Dies kann

dahingehend interpretiert werden, dass Schweinebeweidung auf der Fläche keine besondere Trittbelastung für die Vegetation darstellt, obwohl kleinflächige Bodenverdichtungen auf Weidepfaden oder in der Umgebung von Futter- und Ruheplätzen auftreten können. Dieser Befund passt aber zu der Beobachtung, dass durch die Wühltätigkeit eher noch eine Auflockerung des Bodens als eine Verdichtung erreicht wird.

Die Hypothese vom rückläufigen Futterwert konnte im Trend bestätigt werden, aber nicht statistisch abgesichert werden. Der Futterwert bezieht sich auf Rinder. Unklar ist, inwieweit sich dies auch auf Schweineweide übertragen lässt. Für Schweine wäre zu einem großen Teil der Futterwert der unterirdischen Biomassen mit zu berücksichtigen. Der abnehmende Futterwert würde allerdings gegen eine langfristige Haltung von Schweinen auf ein und denselben Flächen über Jahre hinweg sprechen. Dagegen könnte ein Wechsel in der Bewirtschaftung, zu Beispiel eine Kombination mit anderen Weidetieren, Mahd oder auch Ackerbau geeignet sein, den landwirtschaftlichen Wert der Flächen zu erhalten.

Insgesamt ermöglichen die Nutzungs-Wertzahlen eine gute Charakterisierung der Auswirkung der Schweine auf die Vegetation. In den Veränderungen spiegeln sich deutlich bestimmte Verhaltenseigenschaften der Schweine wider. Keine eindeutigen Effekte sind hinsichtlich der Vornutzung der Flächen erkennbar. Es sind dies im UG Brucht und UG Tieringen eine Weidenutzung. Das UG Lenzen wurde gemäht und anschließend nachbeweidet, während das UG Eggelwiesen und UG Schmandberg vor Beginn der Schweineweide brach lagen (Tabelle 2).

6.4.1.3 Fraßpräferenz der Schweine

Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass Arten, die besonders gerne von Schweinen gefressen werden, im Laufe der Schweinebeweidung abnehmen. Dies wird flächenspezifisch unter Berücksichtigung der Deckung bestätigt, wobei sich der Zusammenhang statistisch nicht absichern lässt. Trotzdem kann von dem Rückgang gefressener Arten ausgegangen werden, da sich in allen Gebieten, besonders den intensiv beweideten, ein einheitlicher Trend ergeben hat. Allerdings verschwinden diese Unterschiede im Vergleich zu-, abnehmender, sowie indifferenter Arten, sodass kein Zusammenhang zwischen Fraß und Rückgang festgestellt werden kann. Dies unterstützt das Bild, dass Schweine die dominierende Vegetation dezimieren, aber der Fraß einzelner Pflanzenarten durch Schweine nicht der bestimmende Faktor für ihr Aussterben oder Überleben ist.

6.4.1.4 Vegetative Merkmale

Die Hypothese von der Zunahme der **spezifische Blattfläche (SLA)** kann weder statistisch noch tendenziell bestätigt werden. Weil die SLA positiv mit der relativen Wachstumsrate (relative growth rate) korreliert (Garnier *et al.*, 1997) und schnell wachsende Arten gut an ephemere Lebensräume mit hoher zeitlicher und räumlicher Dynamik der Ressourcen angepasst sind (Westoby, 1998; Weiher *et al.*, 1999), wäre zu erwarten, dass Arten, die Schweineweide tolerieren, auch eine hohe spezifische Blattfläche aufweisen. In einer anderen Studie haben sich Arten mit hoher SLA als beweidungstolerant erwiesen (Díaz *et al.*, 2001). Allerdings gibt auch Díaz an, dass die Beziehung mit der SLA weniger ausgeprägt

ist als beispielsweise die Wuchshöhe (Díaz *et al.*, 2001). Dies könnte dadurch bedingt sein, dass eine geringe SLA auch als Anpassung an Umweltstress angesehen werden kann, da solche Blätter vermehrt in morphologische Schutzanpassungen, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe oder sklerenchymatisches Gewebe investieren (Weiher *et al.*, 1999).

Ebenso kann die Hypothese von der Förderung niedrigwüchsiger Arten nicht bestätigt werden. Hohe Pflanzen können als wettbewerbsstark in der Konkurrenz um Licht gelten (Tilman 1988). Sie werden aber eher durch die Reduktion oberirdischer Biomasse geschädigt, wie zum Beispiel bei der Beweidung durch Rinder, Schafe, Ziegen und Pferde. Niedrige **Wuchshöhe** ist in vielen Beweidungsstudien als ein außerordentlich wichtiges Merkmal ermittelt worden (Sala *et al.*, 1986; Noy-Meir *et al.*, 1989; Fernández-Alés *et al.*, 1993; Scherfose, 1993; Hardar *et al.*, 1999; Landsberg *et al.*, 1999; Lavorel *et al.*, 1999a; Díaz *et al.*, 2001). Arten können diesem Fraßdruck entkommen, indem sie möglichst niedrig am Boden wachsen. Niedrige Wuchshöhe wird allgemein als eine Anpassung der Pflanzen an Störung gesehen (Westoby, 1998). Dies kann aber nach den Forschungsergebnissen für Schweineweiden auf keinen Fall gelten. Weil es sich bei Schweineweiden trotzdem um ein sehr störungsgeprägtes System handelt, muss die Interpretation der Wuchshöhe im LHS-Konzept dahingehend differenziert werden, dass geringe Wuchshöhen nicht generell ein Maß für die Anpassung an Störung darstellt. Störungen müssten deshalb in eine oberirdische (Beweidung durch Rinder, Schafe, Ziegen und Pferde) und eine unterirdische Komponente (Wühlaktivitäten der Schweine) zerlegt werden. Für oberirdische Störung ist die Wuchshöhe als bestimmendes Merkmal sicher zutreffend, für unterirdische Störung hat sie keinen Einfluss.

Im Gegensatz zu den vorherigen beiden vegetativen Merkmalen kann die Hypothese zur **Lebensdauer** bestätigt werden. Annuelle Arten nehmen auf den Schweineweiden klar zu, die Zahl der mehrjährigen Arten bleibt konstant, was relativ zueinander eine Abnahme zugunsten der annuellen bedeutet. Dieses Ergebnis entspricht der Förderung der Therophyten. Dies ist aufgrund der konzeptionellen Ähnlichkeit von annuellen Arten und Therophyten nicht überraschend, ist aber nicht selbstverständlich, da die konkrete Einstufung einzelner annueller Arten in den jeweiligen Quellen nicht immer mit Therophyten gleichzusetzen ist (Ellenberg, 1992; Schubert *et al.*, 1994).

Die Hypothese der Förderung von Arten mit **vegetativer Ausbreitung** auf Schweineweiden kann weder bei der Betrachtung der Anteile auf den Schweineweiden, noch beim Vergleich zu-, abnehmender, sowie indifferenter Arten bestätigt werden. Dagegen wurde eine Zunahme von Arten festgestellt, die kein klonales Wachstum aufweisen. Arten mit großer vegetativer Regenerationsfähigkeit haben sich nicht verändert, haben aber in den Saveauen einen großen Anteil an der Vegetation. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass die bestimmende Struktur die Förderung der generativen Regenerationsfähigkeit ist. Lediglich in den feuchten Gebieten (UG Lenzen, UG Brucht, UG Eggelwiesen) hat zusätzlich die vegetative Regenerationsstrategie eine Bedeutung, wie in der multivariaten

Analyse gezeigt wurde (Abbildung 39). Damit ist in den Saveauen der größere Anteil klonaler Arten mit langen Ausläufern erklärlich. Vermutlich ist eine gute Versorgung mit Nährstoffen und Wasser permanent erforderlich, um diese Strategie zu ermöglichen.

Die Hypothese von der Förderung von Arten mit geringer **Wurzeltiefe** auf Schweineweiden kann von der flächenbezogenen Tendenz bestätigt, aber nicht statistisch abgesichert werden. Eine große Wurzeltiefe wird als Anpassung an Trockenstress und Nährstoffknappheit gedeutet (Grace, 1986), sodass eine Förderung der Wurzeltiefe an trockenen Standorten zu erwarten wäre. Dies ist nicht eingetreten, was dahingehend gedeutet werden kann, dass der bestimmende Faktor auf Schweineweiden die Störung und nicht der Trockenstress ist. Zudem wurde die Trockenheit durch die Behandlung Schweineweide nicht verändert. Bei einem intensiven Störungsregime kann aber eine Pflanze, die möglichst schnell zur Reproduktion gelangen will, sich keine Investitionen in ein umfangreiches Wurzelwerk leisten. Sie verfolgt die Strategie, als Diaspore solange zu überdauern bis geeignete Bedingungen herrschen, um ihre Entwicklung zu beginnen.

6.4.1.5 Generative Merkmale

Die Hypothese der Förderung von Arten mit kleinen Samen kann auf Schweineweiden nicht bestätigt werden. Das **Samengewicht** wird als reziprokes Maß für die Anzahl produzierter Samen von Pflanzen herangezogen, da Arten, die große Investitionen auf die Produktion von großen Samen verwenden, nicht gleichzeitig viele Samen produzieren können (Westoby *et al.*, 1992; Westoby, 1998). Eine große Anzahl von Samen haben in der Summe eine höhere Wahrscheinlichkeit, ephemere Lebensräume zu erreichen. Zudem sind kleine Samen generell besser ausbreitungsfähig (Bonn & Poschlod, 1998) und streuen das Risiko des lokalen Aussterbens breiter. Große Samen kompensieren widrige Keimbedingungen und fördern den jungen Keimling mit reichhaltigem Endosperm (Westoby *et al.*, 1992; Leishman & Westoby, 1994). Beide Strategien können auch gleichzeitig in einem Ökosystem realisiert werden (Landsberg *et al.*, 1999; Lavorel *et al.*, 1999a; Lavorel *et al.*, 1999b).

Pflanzenarten können einer Störung eher ausweichen, indem sie ihren Lebenszyklus möglichst früh abschließen. Ein Indikator dafür ist der **Blühbeginn**, der bei Störungen in anderen Studien nach vorn verlagert wird (Díaz *et al.*, 1994; Hardar *et al.*, 1999). Auf den Schweineweiden wurde eine Verschiebung der Artenzusammensetzung hinsichtlich des spezifischen Blühzeitpunktes jedoch nicht festgestellt. Dies könnte damit zusammenhängen, dass die Störung im Frühjahr und Frühsommer vergleichsweise gering ist, weil die Schweine zu diesem Zeitpunkt mehr weiden als wühlen, sodass in allen Untersuchungsgebieten die meisten Pflanzenarten zu Frucht kommen können, ehe die Bodenstörung im Herbst und Winter verstärkt zunimmt.

Dagegen würde eine Verlängerung der **Blühdauer** auf einen flexibleren Lebenszyklus schließen lassen, sodass eine Pflanze auch dann noch fruchten kann, wenn sie zu Beginn ihrer Entwicklung gestört wurde, oder ihre Entwicklung erst

später im Jahresverlauf beginnen konnte. Eine Verlängerung der Blühdauer wurde jedoch auf den Schweineweiden außer im UG Tieringen nicht beobachtet.

Die Hypothese von der Förderung von Arten mit **langlebiger Diasporenbank** kann auf Schweineweiden bestätigt werden. Dies kann als weiterer Beleg (Kapitel 5.4.2) für den Mechanismus der Aktivierung der Diasporenbank durch Schweineweide gewertet werden, der zu vergrößerter Deckung der Arten mit langlebiger Diasporenbank führt.

Diasporenbanken sind Puffer, die im Boden hohe Dichten erreichen und zur Überbrückung von Zeiten dienen, in denen keine geeigneten Wachstumsbedingungen herrschen. Dieser Puffer ermöglicht eine schnelle Regeneration im Vergleich zu den Besiedelungsvorgängen aus der Umgebung (Poschlod, 1991, 1993). Zudem ist diese Regenerationsstrategie unabhängig von der Größe der Wühl- und Störstelle. Bei der klonalen Regeneration wird die Störstellen sukzessive vom ungestörten Rand aus wiederbesiedelt. Damit wird der innere Bereich großer Störstellen erst später wieder besiedelt und große Störstellen benötigen für die Regeneration länger als kleine (Bullock *et al.*, 1995). Dies könnte erklären, warum die Diasporenbank auf Schweineweiden eine größere Bedeutung hat als bei der Rekolonialisierung kleinerer Störung wie zum Beispiel Trittschäden durch einzelne Hufabdrücke (Kühn & Kiehl, 2002). Interessant ist auch, dass die Regeneration aus der Diasporenbank die eindeutig bestimmende Lebensstrategie auch auf den trockenen Untersuchungsgebieten ist. Die Diasporen können solange in einer Wühlstelle überdauern, bis eine feuchte Wetterperiode eine gesicherte Etablierung ermöglicht.

6.4.2 Regenerationsstrategien

Die Ergebnisse belegen, dass generative Regenerationsstrategien für die Arten der Schweineweide von großer Bedeutung sind. Für die generative Regeneration spielt die Diasporenbank eine große Rolle. Die Ergebnisse haben eine klare Förderung von Arten mit langlebiger Diasporenbank ergeben (Abbildung 38, Tabelle 66). Dieser Befund unterstützt das Bild, dass diese Arten durch die Wühltätigkeit der Schweine aus der Diasporenbank aktiviert wurden, sich etablieren konnten, und dann auf den Dauerquadraten nachgewiesen wurden. Im Laufe ihres Lebenszyklus sind sie in der Lage, die Diasporenbank weiter aufzufüllen und sich in den Folgejahren auf der Schweineweide weiter zu vermehren.

Generative Regenerationsstrategien bestimmen auch über die Diasporenbank hinaus das Ergebnis bei den univariaten Auswertungen. Im Einzelnen wurde gefunden, dass Therophyten (oder annuelle Arten), Flachwurzler, Arten mit langer Blühdauer, mit langlebiger Diasporenbank, aber fehlender vegetative Ausbreitungsfähigkeit gefördert werden. Diese Merkmale der Arten passen in die generelle Vorstellung störungsangepasster Arten, die Grime in der ruderalen Strategie subsumierte (Grime, 2001).

Dabei sind viele dieser Eigenschaften miteinander korreliert. Dies kommt im Ordinationsergebnis der zunehmenden Arten im Eigenschaftsraum darin zum Ausdruck, dass die Vektoren der Eigenschaften in gleiche oder genau entgegenge-

setzte Richtung verlaufen. Eigenschaften, die voneinander unabhängig sind, bilden rechte Winkel zueinander. Therophyten (gleichbedeutend mit annuellen Arten), lange Blühdauer, geringe vegetative Ausbreitungsfähigkeit und die Abwesenheit von unterirdischen Ausläufern kennzeichnen die Gruppe „der generativen Regenerationsstrategie“. Dagegen sind die Blattausdauer und das Samengewicht als unabhängige Variablen im Datensatz zu betrachten, die in einem weiten Bereich variieren ohne dass eine Gruppierung und damit eine Differenzierung der Strategien durch sie erkennbar ist (Abbildung 39a).

Alle diese Eigenschaften können in der Strategie der kurzlebigen Arten, die sich über Samen regenerieren, zusammengefasst werden. Solche Arten reagieren plastisch und haben eine lange Blühdauer im Jahresverlauf. Die hohen Investitionen in die schnelle Produktion von vielen Samen bringt mit sich, dass nicht zugleich ein großes Wurzelwerk und zahlreiche lange vegetative Ausläufer gebildet werden. Eine langlebige Diasporenbank ist hingegen zu dieser Strategie eine wesentliche Komponente, da die Samen längere Zeit die Konkurrenz anderer Arten und ungünstige Witterungs- und Standortbedingungen überdauern müssen, ehe geeignete Bedingungen herrschen, bei denen sie keimen, sich etablieren und ihren Reproduktionskreislauf abschließen können.

Wie aus der Formulierung der Hypothesen ersichtlich (Kapitel 6.1), wurde außerdem die Veränderung der spezifischen Blattfläche, der arttypischen Wuchshöhe, des Blühbeginns und des Samengewichtes in der Vegetationsentwicklung der Schweineweiden postuliert. Diese Veränderungen sind, wie bereits bei den einzelnen Merkmalen diskutiert, typisch für ruderale Arten im Sinne von Grime (Grime, 2001). Die Tatsache, dass keine Veränderungen festgestellt wurden, deutet besonders bei der Wuchshöhe auf spezifische Eigenschaften der Schweineweide hin.

Neben den generativen Regenerationsstrategien spielen auf Schweineweiden auch vegetative Regenerationsstrategien eine Rolle. Dies wird jedoch nicht bei der Betrachtung der Gesamtveränderung der Eigenschaften auf den Weiden, sondern erst bei dem multivariaten Ansatz deutlich. Mit dessen Hilfe werden Strategien aufgelöst, die gleichzeitig in den Untersuchungsgebieten eine Rolle spielen (Abbildung 39 a,b). Die klare Gruppierung in vegetativer und generativer Regeneration kommt vermutlich daher, dass eine Pflanze sich nicht gleichzeitig optimal generativ wie optimal vegetativ regenerieren kann (Kleyer, 1997; Bellingham & Sparrow, 2000).

In der Gruppe der vegetativen Regenerierer befinden sich hauptsächlich Arten der Feuchtgebiete. Deren Bedeutung besonders in feuchten Lebensräumen wurde auch in einer anderen Studie erkannt (Combroux *et al.*, 2002). Das heißt, in trockenen Gebieten überwiegt die generative Regeneration, während in feuchten Gebieten beide Strategien nebeneinander stehen. Dies erklärt auch, warum in den feuchten Untersuchungsgebieten keine klare Korrelation der Grime'schen R-Achse in Richtung der Entwicklung der Schweineweide verläuft (Abbildung 5, Abbildung 9, Abbildung 12). Im Sinne von Grime ist die vegetative Regeneration eine klare C-Strategie (Grime, 2001). Die große Bedeutung der vegetativen Regeneration kann auch durch die Vegetation der Saveauen bestätigt werden, die einen hohen Anteil von Arten aufweist, die lange Ausläufer besitzen (Abbildung 34).

Außerdem wurde in den Savenauen eine ähnliche Auftrennung von Arten in generative und vegetative Strategien in der Ordination der Merkmale gefunden, wie bei den zunehmenden Arten auf den neu eingerichteten Schweineweiden (Abbildung 39).

6.4.3 Vergleich mit Saveauen

Mit Hilfe des funktionellen Ansatzes kann der Einfluss der unterschiedlichen floristischen Ausstattungen der Untersuchungsgebiete in der Auswertung bereinigt werden. Die Saveauen unterscheiden sich vor allem durch submediterrane und pontische Florenelemente von den mitteleuropäischen Untersuchungsgebieten. Der Vergleich der Entwicklungsrichtung der mitteleuropäischen Gebiete mit den Saveauen hat eine Annäherung der Untersuchungsflächen an die historisch-traditionellen Schweineweiden der Saveauen hinsichtlich folgender Parameter ergeben:

- Lebensformen (Zunahme der Therophyten, relative Abnahme der Hemikryptophyten) bzw. Lebensdauer (Zunahme annueller Arten),
- Futterwert (sinkend),
- Lage der Ausläufer (vermehrt oberirdisch),
- Wurzeltiefe (abnehmend) und
- Langlebigkeit der Diasporenbank (zunehmend).

Es gibt lediglich ein Parameter, der sich nicht der Ausprägung der Merkmale der Saveauen annähert: Auf den neuen Schweineweiden nehmen Arten ohne klonale Ausbreitungsstrategien zu, während in den Saveauen Arten mit langen Ausläufern vorherrschen. Dieses Ergebnis wird aber in der multivariaten Analyse dahingehend differenziert, dass Arten mit langen Ausläufern auch auf den neu eingerichteten Untersuchungsgebieten existieren und dort auch zunehmen, aber gegenüber den generativen Ausbreitungsstrategien eine untergeordnete Rolle spielen.

Abgesehen davon gibt es weitere Unterschiede zwischen den neuen Schweineweiden und den Saveauen bei bestimmten Parametern. Bei diesen wurde jedoch keine eindeutige Entwicklungstendenz festgestellt (z. B. Weideverträglichkeit, Trittverträglichkeit, spezifische Blattfläche, Wuchshöhe, Blattausdauer, Samengewicht, Blühbeginn und Blühdauer), sodass die Unterschiede in anderen Faktoren als der schweinebedingten Störung liegen dürften.

Als weitere Absicherung der funktionellen Ähnlichkeiten von Saveauen und Entwicklungsrichtung der neuen Schweineweiden kann gewertet werden, dass die sich annähernden Entwicklungen auch gleichzeitig die wesentlichen Veränderungen auf den neuen Schweineweiden sind, die sich bei der Beurteilung der Mittelwerte ergeben haben. Zusätzlich gleicht die Gruppierung der Arten der Saveauen im Ordinationsdiagramme ihrer funktionellen Merkmale sehr gut den zunehmenden Arten der neuen Schweineweiden (Abbildung 39).

Bei dem funktionellen Vergleich muss aber kritisch hinterfragt werden, ob nicht mögliche standörtliche Unterschiede Einfluss auf die funktionellen Beziehungen haben. Aufgrund der Zuflüsse der Save aus den Südalpen sind die Hochwasserereignisse vor allem auch während der Vegetationsperiode sehr variabel (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Wattendorf, 2001). Dabei reicht die Spanne von längerfristig

überstaut bis extrem trocken und macht deutlich, dass die Lebensräume dort nicht nur aufgrund der Störung der Schweine, sondern auch aufgrund des hydrologischen Regimes einen sehr ephemeren Charakter haben. Diese hydrologische Variabilität gleicht am ehesten den Elbauen bei Lenzen, wobei sich aber die Hochwässer in der Regel eher im Frühjahr konzentrieren und die Flächen nach Ablaufen der Hochwässer im Mai qualmwasserfrei sind (Pester, persönliche Mitteilung).

Feuchtigkeitseffekte konnten dadurch abgeschätzt werden, dass bei den neu eingerichteten Schweineweiden Flächen eine weiten Spanne unterschiedlicher Feuchtigkeitsgrade beprobt wurden. Alle besitzen eine sehr ähnliche funktionelle Struktur hinsichtlich der generativen Regeneration und in den feuchteren (UG Lenzen, UG Brucht) werden ähnliche vegetative Regenerationsstrategien wie in den Saveauen nachgewiesen. Gemeinsam ist allen Untersuchungsgebieten die erhöhten Nährstoffgehalte und das Störungsregime durch Schweine.

Das heißt, dass die Saveauen ein Modell darstellen, in dessen Richtung sich auch in Mitteleuropa Schweineweiden wieder entwickeln würden. Gefährdete Arten, die in den Saveauen noch vorkommen (z. B. *Marsilea quadrifolia*, *Gratiola officinalis* und *Mentha pulegium*), hätten auch auf mitteleuropäischen Schweineweiden eine Überlebenschance, wobei natürlich die standörtlichen Bedingungen den Bedürfnissen der gefährdeten Arten entsprechen müssen.

6.4.4 Generalisierung der Befunde

Um Vorhersagen zur Vegetationsentwicklung auf zukünftigen Schweineweiden zu treffen, müssen die ermittelten funktionellen Veränderungen auf den jeweiligen Artenpool angewandt werden. Zu diesem gehört der Bestand etablierter alter Arten, da sie wesentlich die Quantitäten an generativen und vegetativen Diasporen (austriebfähige Wurzel-, Rhizom- und Sprossstücke) bestimmen (Lavorel *et al.*, 1998). Zusätzlich sind dem Artenpool Arten der Diasporenbank zuzurechnen, die nicht mehr auf den Weiden rezent vorkommen. Die Vegetation der Umgebung hat im Rahmen der dreijährigen Beobachtungsperiode einen geringen Einfluss (Kapitel 5).

Nach dem momentanen Kenntnisstand des vegetationskundlichen Monitoring auf fünf Schweineweiden und einem Vergleichsgebiet in den Saveauen ist eine Förderung von Arten zu erwarten, wenn sie durch folgende Merkmale charakterisiert sind oder folgende Gruppenzugehörigkeiten aufweisen:

1. Ruderale Arten im Sinne des Grime'schen CSR-Konzeptes (Grime, 2001),
2. Therophyten (oder annuelle Arten),
3. Arten mit langlebiger Diasporenbank und
4. Arten, die ein flaches Wurzelwerk ausbilden.
5. In feuchten Lebensräumen kommen zusätzlich noch mehrjährige Hemikryptophyten hinzu, die eine starke vegetative Ausbreitungsfähigkeit, vorzugsweise über oberirdische Ausläufer besitzen. Diese Arten entsprechen im Grime'schen Konzept wettbewerbsstarken Arten, oder graduellen Übergangstrategien zwischen ruderalen und wettbewerbsstarken Arten.
6. In Kapitel 3 wurde bereits gezeigt, dass die soziologische Zuordnung von Arten zur Segetalflora ebenfalls ein sehr gutes Kriterium ist, um eine För-

derung auf Schweineweiden vorherzusagen. Diese Förderung der Segetalarten hat sich als generelles Muster erwiesen, das über ein weites standörtliches Spektrum hinweg gilt, während die Förderung der Arten der Zwergbinsengesellschaften sehr stark standörtlich beeinflusst ist.

Das heißt, wenn im lokalen Artenpool (etablierte Vegetation und Diasporenbank) Arten obiger Typisierung vorhanden sind, ist mit ihrer Zunahme unter Schweinebeweidung zu rechnen. Der Grad der Zunahme in Abhängigkeit zum Beispiel der Besatzleistung muss noch entwickelt werden, um die Aussageschärfe solcher Vorhersagen zu präzisieren.

Funktionelle Merkmale, die den Rückgang von Arten unter Schweinebeweidung indizieren oder bedingen, können noch nicht sicher angegeben werden. Die Fraßpräferenz kann den Rückgang eines Teils der dominanten Vegetation erklären. Sie reicht aber nicht aus, ein klares Bild vom Rückgang von Arten zu erzeugen. Vermutlich spielt im Umkehrschluss die Abwesenheit von leistungsfähigen Regenerationsstrategien eine große Rolle. Die mangelnde Gruppierung der abnehmenden Arten im Ordinationsdiagramm (Abbildung 39c) kann als ein Indiz für die fehlende klare Strategiebildung interpretiert werden. Dies kann durch verschiedene Gründe bedingt sein: Einerseits wurden möglicherweise die relevanten Faktoren und funktionellen Merkmale nicht erfasst und die beurteilten Faktoren sind irrelevant. Andererseits sind längerfristige Monitoringprogramme nötig, die nicht nur die Abnahme der Deckung und Frequenz bestimmter Arten beinhalten, sondern auch lokale Aussterbevorgänge berücksichtigen, die auf den experimentellen Flächen noch nicht in nennenswertem Umfang aufgetreten sind (Kapitel 3). Es bleibt demnach die Frage, wie sich extensive Schweineweiden langfristig entwickeln, ob das Arteninventar erhalten bleibt, oder ob nach einer gewissen Zeit vermehrt Aussterbevorgänge auftreten.

6.5 Zusammenfassung

Um den Einfluss der Schweinefreilandhaltung nicht nur auf die untersuchten Arten ausdrücken zu können, sondern auch über das Artenset hinaus zu generalisieren, werden die Ergebnisse des Vegetationsmonitoring funktionell untersucht. Dazu dienen die Nutzungs-Wertzahlen nach Briemle und eine Reihe weiterer funktioneller Merkmale.

Bei der Analyse der Merkmale, die über alle Arten eines Standortes gemittelt werden, ergibt sich ein abnehmender Trend der Mahdverträglichkeit und des Futterwertes. Allerdings lässt sich dieser Trend nicht statistisch absichern. Kein Einfluss der Schweine wird auf die Weide- und Trittverträglichkeit gefunden. Außerdem treten folgende Veränderungen von funktionellen Merkmalen auf:

- Zunahme der Therophyten (gleichbedeutend mit der Zunahme der annuellen Arten),
- Zunahme von Flachwurzlern,
- Zunahme der Blühdauer im UG Tieringen,
- Zunahme von Arten mit langlebiger Diasporenbank und
- Zunahme von Arten ohne vegetative Ausbreitungsfähigkeit.

Dagegen kann keine Veränderung von folgenden Merkmalen nachgewiesen werden:

- spezifische Blattfläche,
- Wuchshöhe,
- Blühbeginn,
- Blühdauer (außer im UG Tieringen) und
- Samengewicht.

Bei der Betrachtung aller Arten der Schweineweide wird eine Zunahme der Arten ohne vegetative Ausbreitungsmöglichkeiten festgestellt, dagegen zeigt die multivariate Analyse der zunehmenden Arten, dass neben den generativen sehr wohl noch vegetative Regenerationsstrategien auf den Weiden realisiert werden, allerdings seltener und hauptsächlich in Feuchtgebieten. Die abnehmenden Arten lassen hingegen keine distinkte Untergliederung hinsichtlich ihrer Merkmale zu.

Der Vergleich der obigen weidespezifischen Veränderungen mit den artspezifischen Veränderungen (Unterschiede zwischen zunehmenden, abnehmenden und indifferenten Arten) ergibt überwiegend dieselben Muster. Abweichungen treten in zwei Parametern auf: Sowohl bei der Fraßpräferenz, als auch bei der Wurzeltiefe nehmen die Werte auf den Weideflächen trendmäßig ab, während sich im direkten Vergleich zwischen zunehmenden und abnehmenden Arten keine Unterschiede zeigen.

Eine Annäherung der neu angelegten Schweineweiden an die historisch-traditionellen Schweineweiden der Saveauen kann hinsichtlich folgender Merkmale belegt werden:

- Lebensformen (Zunahme der Therophyten) und Lebensdauer (Zunahme annueller Arten im Gegensatz zu Zwei- oder Mehrjährigen),
- sinkender Futterwert,
- Förderung oberirdischer Ausläufer im Verhältnis zu unterirdischen,
- Abnahme der Wurzeltiefe und
- Zunahme der Langlebigkeit der Diasporenbank.

Dies sind auch die wesentlichen Entwicklungen auf den neu eingerichteten Schweineweiden. Zusätzlich werden mit multivariaten Methoden die vegetative Regenerationsstrategie in den Saveauen genauso wie an feuchten Schweineweiden Mitteleuropas belegt. Trotz der standörtlichen Unterschiede zwischen den Saveauen und den mitteleuropäischen Untersuchungsflächen können diese Entwicklungsrichtungen als gemeinsame und bestimmende Strukturen auf störungsgeprägten Schweineweiden aufgefasst werden.

Somit können die oben ermittelten Veränderungen der funktionellen Merkmale und ihrer Anwendung auf den jeweiligen lokalen Artenpool eine Grundlage für die Vorhersage von Vegetationsveränderungen auf unbekannten Untersuchungsgebieten liefern.

7 Gesamtdiskussion

7.1 Schweinebeweidung als Störung in Grünlandökosystemen

Wie bereits in der Einleitung (Kapitel 3.1) aufgrund des Verhaltens der Schweine vermutet, kann ihre Wirkung auf die Vegetation als Störung in Grünlandökosystemen betrachtet werden. Der Begriff Störung wird mehrheitlich im Sinne von White & Pickett (1985) gebraucht. Sie definieren, dass Störung ein zeitlich begrenztes Ereignis ist, das Ökosysteme, Gesellschaften oder die Populationsstruktur stört und zu veränderter Ressourcen- und Substratverfügbarkeit und veränderter physikalischer Umwelt führt. Pickett *et al.* (1989) verallgemeinern später in einer abstrakteren Definition, dass eine Störung eine Änderung der minimalen Struktur eines Objektes ist, die durch einen externen Faktor verursacht wird: „Disturbance is a change in the minimal structure caused by a factor external to the level of interest“. Eine minimale Struktur ist in dieser Definition eine Interaktionen zwischen verschiedenen Untereinheiten, die die Struktur zusammen mit ihren Wechselbeziehungen ausmachen. Damit wird der Störungsbegriff noch stärker über verschiedene hierarchische Ebenen der betrachteten Systeme verallgemeinert.

In Bezug auf das System Schweineweide bedeutet das, dass ein kleiner Teilbereich der Weide an einem Tag durch die Schweine (externer Faktor in Bezug auf das Teilstück Grünland) beeinflusst wird. Dort werden verschiedene Arten gefressen, entwurzelt oder mit Boden überdeckt, also zurückgedrängt und gestört. Es konnte gezeigt werden (Kapitel 3), dass die Reduktion der Biomasse alle dominierenden Arten betrifft. Dies ist eine typische Eigenschaft vieler Störungen (Walker *et al.*, 1999). Diese dominierenden Arten standen vorher in Konkurrenzwechselwirkung mit anderen Arten und haben konkurrenzschwächere Arten zurückgedrängt oder ganz eliminiert. Da die Schweine an immer anderen Orten wühlen, kann ein Wühlereignis als hinreichend diskret angenommen werden. Zurück bleibt offener Boden mit Bruchstücken und Samen der ursprünglichen Vegetation, also Diasporen, die sich daraus regenerieren können. Damit wird offener Boden und somit neues Keimsubstrat geschaffen, das eine neue Ressource darstellt, die vorher unter der geschlossenen Grasnarbe sehr stark limitiert war. Dies führt zum zeitweisen lokalen Verlust etablierter Arten (den Untereinheiten im Sinne von Pickett *et al.*) und veränderten Interaktionen (reduzierte Konkurrenz, stattdessen Abhängigkeit von der Regenerationsfähigkeit der Arten). Die Schweineweide kann somit als ein Modell für einen störungsgeprägten Lebensraum aufgefasst werden.

Störung ist im Sinn der obigen Definition ein neutraler Begriff, der keine negative Wertung darstellt. Störung ist sogar ein fester Bestandteil natürlicher Ökosysteme (Jax, 1998/99). Sie wird zum Beispiel an Fließgewässern durch Hochwässer verursacht (Dister, 1998; Plachter, 1998) oder im Wald und Offenland durch große Herbivoren (Beutler, 1992). Auch kleinere Tiere wie zum Beispiel Kleinsäuger (Milton *et al.*, 1997) oder Ameisen (Jentsch *et al.*, 2002) können Störungen hervorrufen, die Einfluss auf die Vegetation haben. Wie diese Beispiele zeigen, kann Störung im großen wie im kleinen Maßstab erfolgen, unterschiedlich häufig sein und sich in der Intensität des Eingriffs, wie zum Beispiel der Menge

des Biomasseverlustes, unterscheiden (White & Jentsch, 2001). Störung geschieht nicht überall gleichzeitig auf der Schweineweide. Stattdessen entsteht ein Mosaik an unterschiedlichen Sukzessionsstadien (frische Wühlstellen, unbeeinflusste Stellen, Initialstadien und sekundär wiederverbrachte Stadien). Damit verbunden ist auch eine hohe zeitliche Dynamik und räumliche Heterogenität, die nicht nur auf Ebene der Vegetationseinheiten (Poschlod, 2003), sondern auch sehr deutlich auf Artebene (Kapitel 3.4.2.3) vorgefunden wurde.

Auch in der Kulturlandschaft sind Störungsprozesse, die zu einer Durchwühlung des Bodens führen, typischer Bestandteil der Lebensgemeinschaften. Ackerflächen sind zum Beispiel durch das Ernten und Pflügen sehr störungsgeprägt. Beim Pflügen ist die Tiefenwirkung in der Form mit Schweinebeweidung vergleichbar, dass Boden aus tieferen Horizonten nach oben geholt wird. Schweine unterscheiden sich aber dadurch, dass sie beim Wühlen unterirdische Biomasse fressen. Weiterhin ist die Wühlaktivität der Schweine lokal begrenzt, während das Pflügen im Regelfall das ganze Feld betrifft. Beweidung durch verschiedene Herbivoren kann generell als Störung aufgefasst werden, auch wenn sie nur zur Reduktion oberirdischer Biomasse und kleinflächigeren Offenbodenstellen durch Tritt führt (Kühn & Kiehl, 2002). Der Ort der Störung durch Wühlaktivitäten auf Schweineweiden ist kein Resultat von Zufällen, sondern Ergebnis von Standortfaktoren (Bevorzugung feuchter Bereiche), Weidemanagement (Zaunnähe, Futterplätze), Futterpräferenzen (Mäusenester im Boden), Gewohnheiten und Traditionsbildung.

Störung ist außerdem ein wesentlicher Prozess, um die Biodiversität von Ökosystemen aufrechtzuerhalten. Ein wichtiges Konzept ist in diesem Zusammenhang die Intermediate Disturbance-Hypothese (Connell, 1978). Sie besagt, dass Biodiversität nicht allein aufgrund von Gleichgewichtsbeziehungen erklärt werden kann, sondern auch durch einen mittleren Grad an Störung. Bei Abwesenheit von Störung nehmen Konkurrenzeffekte in dem Maße zu, dass es zum Ausschluss von Arten kommt und die Diversität abnimmt. Dieser Effekt ist deutlich in der Brachebehandlung des UG Brucht (Tabelle 9) und UG Tieringen (Tabelle 33) aufgetreten, wo Störung, insbesondere durch Schweine, ausgeschlossen war und daraufhin die Artenzahl zurückgegangen sind. Andererseits findet ausgehend von einem konventionell genutzten Nullzustand (hauptsächlich Pferdebeweidung im UG Brucht und Rinderbeweidung im UG Tieringen, Tabelle 9, Tabelle 33) eine Intensivierung der Störung in Form von Wühlaktivitäten statt, die belegt, dass bei einer gewissen Störung die Artenzahlen zunehmen. Bei sehr intensiver Störung und daraus resultierendem vollkommen offenen Boden kann die Artenzahl zu einem Zeitpunkt bis gegen Null zurückgehen. Die dann einsetzende Regeneration führt wieder zu einem Anstieg der Artenzahlen, ehe sie wieder durch konkurrenzbedingte Verdrängungseffekte abnimmt. Diese Sukzession auf Schweinewühlstellen wurde auch von anderen Autoren beschrieben (Micklich, 1996; Treiber, 1997) und kann als zeitlicher Beleg für die Intermediate Disturbance-Hypothese gelten (Connell, 1978).

Nach Grime (1974; 2001) sind Pflanzen mit ruderaler Strategie besonders gut an Störungen angepasst. In Kapitel 3.3 wurde gezeigt, dass dies für die Störung

durch Schweine in trockenen Gebieten auch zutrifft, da die Entwicklung der Schweineflächen mit ihrem Grad an Grime'scher Ruderalität korreliert. In feuchten Gebieten ist dieses Bild komplizierter, da neben den typischen ruderalen Arten (annuelle Lebensdauer, flache Wurzeln, langlebiger Diasporenbank, fehlender vegetativer Ausbreitung und therophytischer Lebensform) Arten mit vegetativer Regenerationsfähigkeit hinzutreten. Letztere werden aber der Grime'schen C-Strategie (wettbewerbsstarke Arten) mit großer lateraler Ausbreitungsfähigkeit zugeordnet.

Dieser scheinbare Widerspruch zu dem Grime'schen Konzept, dass nicht nur ruderale Arten positiv auf Störung reagieren, sondern auch wettbewerbsstarke Arten, kann jedoch unter Zuhilfenahme einer zeitlichen Dimension geklärt werden. Nach Grime werden in gestörten Gebieten Sukzessionsreihen verfolgt, die in produktiven Gebieten nach einer Störung zunächst ruderale Arten fördern, dann wettbewerbsstarke und zum Schluss eher stresstolerante Arten (Grime, 2001). Möglicherweise läuft diese Sukzessionsreihe auf den beobachteten Schweineweiden (z. B. UG Lenzen, UG Brucht) sehr komprimiert ab, sodass die Veränderungen der vor allem ruderalen und wettbewerbsstarken Strategietypen sehr schnell aufeinander folgen und damit scheinbar gleichzeitig passieren. Es wurde in der Tat auch eine solche Sukzession beobachtet, die von artenarmen Initialstadien über Regenerationsstadien wieder zu Brachezuständen zurückläuft, wenn die Besatzleistung wie im Falle des UG Eggelwiesen gering ist oder die Produktivität der Fläche wie im Falle des UG Brucht sehr hoch ist.

In erster Näherung wird vor allem in trockenen Gebieten der Störungseffekt durch Schweine von den Pflanzen mit ruderaler Strategie (Grime, 2001) besonders gut kompensiert. Dies sind kurzlebige (annuelle) Arten, die als Samen überdauern, geringe Wurzeltiefe besitzen, und eine langlebige Diasporenbank aufbauen. Eine Förderung dieser Eigenschaften wurde bei der Analyse funktioneller Merkmale bestätigt. In feuchten Gebieten können Pflanzen die Störung durch Schweine bewältigen, indem sie als Hemikryptophyten eine gute vegetative Ausbreitung, vorzugsweise über oberirdische Ausläufer, aber auch mit unterirdischen Ausläufern aufweisen. Auf Schweineweiden weisen Pflanzen aber auch Merkmale auf, die nicht unbedingt in das gebräuchliche Bild von störungsgeprägten Lebensräumen passen, wie zum Beispiel die unveränderte spezifische Blattfläche, die unveränderte typische Wuchshöhe der Arten, der unveränderte Blühbeginn und das unveränderte Samengewicht. In Anbetracht der Verschiedenartigkeit von Störungsereignissen (White & Jentsch, 2001) ist es nicht verwunderlich, dass bestimmte funktionelle Merkmale auf unterschiedliche Störungen verschieden reagieren.

7.2 Schweinebeweidung im Vergleich zu herkömmlicher Landschaftspflege und Landnutzung

Wie sich bei der Diskussion der Störungswirkung gezeigt hat, besitzt die Schweinebeweidung eine spezifische Qualität, die auch im Vergleich zu anderen Formen der Landnutzung und der Landschaftspflege charakterisiert werden kann. Allgemein wird behauptet, dass sich die Weidewirkung von Herbivoren durch Fraß und Tritt charakterisieren lässt (Briemle, 2002). Bei Schweinen ist die Wühltätigkeit noch hinzuzufügen (Klapp, 1956).

Die auffälligste Auswirkung der Schweinebeweidung ist in der Tat das Wühlverhalten, das zu einem beträchtlichen **Offenbodenanteil** führt. Die Wühltätigkeit findet verstärkt ab dem Sommer statt, wenn die oberirdischen Pflanzenteile cellulosehaltiger und schlechter verdaulich werden. Besonders intensiv ist die Wühltätigkeit im Herbst und Winter, wenn oberirdische Biomasse nur noch spärlich vorhanden ist (Beinlich, Fleger, von Rehmen, persönliche Mitteilung). Im Winter, wenn die Regenerationsleistung von Pflanzen gering ist, kann der Offenbodenanteil fast 100 % erreichen, wie zum Beispiel im UG Brucht mehrfach beobachtet wurde (eigene Beobachtungen). Die Wühltätigkeit ist auch durch das Nahrungsangebot und standörtliche Faktoren bedingt. So werden feuchtere Bereiche gerade im Sommer bevorzugt, wie sich im UG Eggelwiesen und im UG Lenzen gezeigt hat. Die Erhaltung einer geschlossenen Grasnarbe, wie sie zum Beispiel vom Gewässerschutz gefordert wird, kann mit Schweinefreilandhaltung nicht gewährleistet werden, zumindest wenn die Tiere keine Nasenringe tragen. Offenbodenstellen bieten aber vielen Arten die Chance, zu keimen und sich unter günstigen Bedingungen neu zu etablieren (vgl. Kapitel 5). Damit könnten Schweineweiden einen wesentlichen Beitrag zur Verjüngung der Grünlandvegetation liefern, da gerade geschlossene Grasnarben sehr resistent gegen Keimlinge sind (Briemle, 1987). Am ehesten ist das Vorherrschen von Offenbodenstandorten mit ackerbaulicher Nutzung zu vergleichen, die eine hohe mechanische Belastung durch Bodenbearbeitung, wie zum Beispiel das Pflügen, aufweist. Bestätigt wird dies durch die Förderung der Segetalarten (Kapitel 3). Im Gegensatz zu der ackerbaulichen Nutzung tritt die Störung auf Schweineweiden weniger einheitlich, sondern über das Jahr hinweg und auf räumlich versetzten Teilstücken auf. Diese Schaffung von Offenboden wird in diesem Maße von keiner anderen Grünlandnutzung erreicht.

Beweidung von Schafen, Rindern oder Pferden schafft eher kleinräumige Bodenverletzungen durch **Tritt**, die aber andere Habitatqualitäten aufweisen, als locker umgeworfener Boden oder Grassoden auf Schweineweiden (persönliche Beobachtung, Abbildung 29). Schafe gelten allgemein als trittschonend, während Rinder und besonders Pferde als durch Tritt schädigend eingestuft werden (Korn, 1987). Bei Rinder- und Schafbeweidung werden nicht gefressene Pflanzen meist zertreten. Die Auswirkung von Tritt wurde in Form der Trittverträglichkeit quantifiziert (Briemle *et al.*, 2002). Bei Schweinen hat Tritt untergeordnete Bedeutung und dementsprechend wurde kein Einfluss der Trittverträglichkeit auf die Veränderungstendenzen der Arten gefunden (Abbildung 29). Höchstens auf Weidepfaden und anderen intensiv genutzten Stellen kann der Tritt eine Rolle

spielen und führt zum Beispiel im UG Tieringen zu einer leichten Zunahme von Arten der Trittgemeinschaften (Plantaginetea).

Ein anderer wesentlicher Faktor der verschiedenen Nutzungsformen ist die **Selektivität** in ihrer Auswirkung auf bestimmte Pflanzenarten. Mahd ist nicht selektiv, da alle Arten gleichmäßig vom Schneidwerk erfasst werden. Bei der Beweidung mit verschiedenen Herbivoren nimmt die Selektivität von Rindern über Pferde zu Schafen und Ziegen zu (Korn, 1987). Selektion bei Rindern erfolgt nach Pflanzenbeständen, bei Schafen stärker nach Einzelpflanzen, da sie ein schmaleres Maul besitzen. Der Verbiss bei Schafen und Ziegen erfolgt tiefer als bei Pferden und Rindern. Schweine müssen ebenfalls als sehr selektiv in ihrer Nahrungswahl gelten, was neben den ethologischen Beobachtungen (Flegler, persönliche Mitteilung) dadurch belegt werden konnte, dass Arten mit hohem Futterwert stärker abnehmen als Arten mit geringem Futterwert. Allerdings werden auch viele nicht gezielt gefressene Pflanzen durch das Wühlen beeinflusst. Deshalb muss die Gesamtwirkung der Schweine auf die Vegetation trotz selektiven Fraßverhaltens insgesamt als unselektiver als bei anderen Weidetieren eingestuft werden.

Hinsichtlich der **Nährstoffverhältnisse** wurden zumindest auf den Schweineweiden mit höheren Besatzleistungen leichte Eutrophierungserscheinungen auf der Fläche mit Förderung nährstoffliebender Pflanzen festgestellt. Dies kann durch die Zufütterung verursacht sein und steht im Gegensatz zu Rinder- und Schafbeweidung, die in der Regel ohne Zufütterung auskommt. Mahd bewirkt ebenfalls einen Entzug von Nährstoffen, sofern das Mahdgut abgefahren wird. Die Nährstoffzunahme hat nach den Ellenberg'schen Zeigerwerten dieselbe Größenordnung wie die Auteutrophierung benachbarter Brachereferenzflächen (Kapitel 3). Brachen können im Nährstoffgehalt zunehmen, indem Stickstoff über die Atmosphäre eingetragen oder durch Leguminosen gebunden wird.

Als Reaktion auf diese verschiedenen Wirkungen von Landnutzung und Landschaftspflege haben Pflanzenarten bestimmte **Überlebensstrategien** entwickelt. Auf Brachestadien herrschen konkurrenzstarke Arten vor, die sich in der Konkurrenz um Licht und Wurzelraum behaupten können. Es werden hochwüchsige Obergräser gefördert (Nitsche & Nitsche, 1994). Durch Mahd werden hingegen Arten gefördert, die ihre Erneuerungsknospen unter Schnitthöhe liegen haben und deren Fruchtzeitpunkt sich vor dem Mahdtermin befindet. Generell werden Hemikryptophyten durch Mahd gefördert. Bei Beweidung in nicht zu großer Dichte spielen Verbißschutz und Schmackhaftigkeit eine größere Rolle. Die Auswirkungen wurden in Form der Weideverträglichkeit quantifiziert (Briemle *et al.*, 2002), die aber keine Erklärung für die Veränderungen auf Schweineweiden liefert (Bock 4). Stacheln und Dornen halten Schweine nicht davon ab, Arten wie zum Beispiel *Cirsium arvense* oder *Sonchus asper* zu fressen. Wichtiger scheinen bei vereinzelter Arten, wie zum Beispiel *Rumex obtusifolius*, schlecht schmeckende Pflanzeninhaltsstoffe zu sein oder ein allgemein hoher Celluloseanteil. Die ackerbauliche Nutzung hat bei Pflanzen ebenfalls zu spezifischen Anpassungen an den Bewirtschaftungsrythmus geführt. Ruderale Arten mit schnellem Entwicklungszyklus und kleinen, aber zahlreichen Samen werden gefördert. Klonale Pflanzen sind unterrepräsentiert, da sie von der mechanischen Bodenbearbeitung geschädigt werden (Schneider *et al.*, 1994).

Ein wichtiger Unterschied zu anderen Nutzungsformen ist, dass es auf Schweineweiden zu keiner generellen Reduktion der tatsächlichen Wuchshöhe kommt und Arten daher zu ihrer typischen Wuchshöhe aufwachsen können. Wenn es zu einer lokalen Aktivität der Schweine kommt, sterben meist die gesamten Pflanzen einschließlich Teile ihrer unterirdischen Biomasse ab. Deshalb sind Regenerationsstrategien für die daran angepassten Arten von entscheidender Bedeutung. Es muss festgestellt werden, dass Schweinebeweidung eine eigene Qualität der Grünlandbewirtschaftung darstellt, die wesentlich durch das Wühlen bei der Nahrungssuche gekennzeichnet ist. Sie führt zu artenreicheren Beständen als andere Beweidungsformen und benachbarten Brachestadien. Lediglich im Sonderfall des UG Lenzen wurde kein wesentlicher Unterschied zur Mahdbehandlung gefunden, was aber stark durch das örtliche Weidemanagement und den feuchten Standort bedingt ist.

Es kann also festgehalten werden, dass der Effekt von Schweinebeweidung auf die Vegetation eine Mittelstellung zwischen Grünlandweidenutzung und ackerbaulicher Nutzung einnimmt. Dies ist historisch vergleichbar mit der Feldgrasnutzung, die ein Wechsel zwischen Grünland- und Ackernutzung darstellt (Andreae, 1955). Die Wiedereinführung der Feldgrasnutzung über mechanisches Grubbern wird als Landschaftspflegemaßnahme diskutiert (Kleyer, 2000). In der Summe muss der Schweinebeweidung jedoch eine eigenständige Qualität zugesprochen werden, was nicht nur die Ergebnisse dieser Studie, sondern auch die Charakterarten der historischen Schweineweiden anzeigen (Philippi, 1969).

7.3 Schweinebeweidung als Instrument des Naturschutzes

7.3.1 Renaturierung dynamischer Prozesse

Ein großes Naturschutzproblem in der heutigen Kulturlandschaft ist die fehlende Dynamik in vielen Lebensräumen. Fließgewässer wurden begradigt und die Auen hochwasserfrei gelegt. Landwirtschaftlich genutzte Flächen sind entweder von zunehmender Intensivierung mit Pestiziden, schweren Maschinen und hohen Düngungsgaben betroffen (Schneider *et al.*, 1994) oder von vollkommener Nutzungsaufgabe bei Grenzertragslagen (Buckwell, 1992; Losch & Dosch, 1997). Großherbivoren, die früher ein wesentlicher Störungsfaktor im Wald und Offenland waren, sind schon lange ausgestorben (Bunzel-Drüke, 1997). Damit fehlt vielen Ökosystemen ein Störungsregime, das für Offenbodenstellen, Keimlingsrekrutierung und Verjüngung der Bestände gesorgt hat. Gerade bei vielen gefährdeten Arten ist fehlende Verjüngung der Populationen ein Grund für lokales Aussterben (Neugebauer, 2001). Dieses Problem ist in nährstoffreichen, produktiven Lebensräumen besonders gravierend (Tilman, 1993), da dort wettbewerbsstarke Arten konkurrenzbedingt leicht die Überhand gewinnen.

Für solche Probleme könnten Schweineweiden eine Lösung bieten, da sie zu der fehlenden Offenbodendynamik führen. Schweineweide wäre zum Beispiel eine Methode, die Verjüngung von Grünlandökosystemen zu fördern, indem sie neue Keimstellen zur Regeneration von Arten schafft. Besonders effektiv könnten Schweine eingesetzt werden, wenn Kenntnisse zu lokalem Diasporenvorkommen

gefährdeter Arten vorliegen (Bakker *et al.*, 2000), die bei einem gezielten Weidemanagement durch Schweine aktiviert werden können (Kapitel 5).

Die Störung durch Schweine könnte zum Beispiel die natürliche Störung von Auelebensräumen durch Uferanrisse und Schlammablagerungen ersetzen. Schweine könnten auch für die Dynamik im Wald sorgen. Solange die Beweidung extensiv genug geschieht, dürfte die Naturverjüngung von Bäumen nach den Untersuchungsergebnissen eher gefördert werden. Ausbleiben der Naturverjüngung ist eher ein Problem der Überweidung, die historisch gesehen durch einen hohen Nahrungsmittelbedarf der Bevölkerung verursacht wurde (Ten Cate, 1972). Besonders erfolgsversprechend ist die Kombination von Schweineweiden mit standörtlichen Renaturierungsmaßnahmen, da sich herkömmliches Grünland sehr konservativ verhält. Mit der Störung durch Schweine treten Veränderungen wesentlich schneller auf als ohne Schweinebeweidung, so wie dies im UG Eggelwiesen gezeigt wurde. Dort siedelten sich nach einer Wiedervernässungsmaßnahme mehr feuchtigkeitsliebende Arten auf der Schweineweide an als auf einer Brachereferenz, die genauso wiedervernässt wurde (siehe 3.4.1.3).

Schweine könnten gezielt eingesetzt werden, um dominante krautige Vegetation zu entfernen, wie zum Beispiel Brennnessel- oder Hochstaudenbestände. Bei solchen Renaturierungsmaßnahmen mit Schweinen könnte auch ihr zoochores Potenzial ausgenutzt werden (Kapitel 4), indem die Tiere vorher in einem naturschutzfachlich hochwertigen Gebiet gehalten werden, Diasporen der gewünschten Zielvegetation aufnehmen und diese später im Renaturierungsgebiet absetzen.

7.3.2 Zielarten und Zielartengruppen

Historisch gesehen wurden Schweine im Wald oder in Feuchtgebieten gehalten. Deshalb finden sich in historischen Quellen hauptsächlich feuchtigkeitsliebende Arten als typisch für Schweineweiden (Tabelle 5). Von diesen konnte die Förderung von *Peplis portula* und *Oenanthe fistulosa* im UG Lenzen bestätigt werden (Kapitel 3.3.2.1, Tabelle 18). Bei *Inula britannica* und *Pulicaria vulgaris* (außerhalb der Dauerquadrate) wurde weder eine Zu-, noch eine Abnahme beobachtet. Kneucker (1924) beschreibt eine größere Zahl von Schweineweidearten, die auch schon früher weiter verbreitet waren, wie zum Beispiel *Alisma* spp., *Ranunculus aquatilis* agg., *Bidens tripartita* und *Ranunculus flammula*. Ihre Förderung wurde im UG Lenzen belegt (Kapitel 3.3.2.1). Für andere Arten, von denen historische Berichte von Schweineweiden vorliegen (z. B. *Elatine* spp., *Juncus tenageia*, *Lindernia porcumbens*, *Pilularia pilulifera*), kann aufgrund der funktionellen Analysen ebenfalls eine Förderung durch Schweine abgeleitet werden (Kapitel 6), da sie alle überdauerungsfähige Diasporen besitzen und viele sich auch vegetativ bei geeigneten Bedingungen rasch ausbreiten können (Sebald *et al.*, 1993, 1996; Thompson *et al.*, 1997; Sebald *et al.*, 1998). Eine Chance wäre, die Beweidung staunasser Bereiche mit Schweinen vorzunehmen, die sonst von keinen anderen Weidetieren mehr genutzt werden können, da gerade an diesen Stellen günstige Bedingungen für gefährdete Arten der Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea) herrschen.

Zwar konnte im Rahmen dieser Arbeit nur die Etablierung und Zunahme von drei Arten der Zwergbinsengesellschaften beobachtet werden (Kapitel 3.3.6.4). Dennoch gibt es Hinweise, dass Arten der Zwergbinsen durch Schweineweide gefördert werden, wenn sie als Diasporen vorhanden sind. Ein Grund, warum nicht mehr Zwergbinsenarten aufgekommen sind, könnte sein, dass diese Artengruppe sehr spezifische Standortansprüche hinsichtlich Temperatur, Boden und vor allem Feuchtigkeit hat (Täuber, 2000) und diese nicht erfüllt wurden. Eine Förderung der Zwergbinsenarten ist auch deswegen anzunehmen, weil in den Saveauen noch Arten, wie zum Beispiel *Cyperus fuscus* und *Ludwigia palustris* vorkommen (Wattendorf, 2001) und Kapitel 6 gezeigt hat, dass die neuen Schweineweiden funktionell mit denen der Saveaue vergleichbar sind. Sofern also Standort und Diasporenangebot auf einer neuen Schweineweide geeignet sind, müssten sich diese Arten auch einstellen.

Auf frischeren bis trockenen Standorten könnte Schweineweide eine Chance für gefährdete Segetalarten darstellen, da sie im modernen Ackerbau durch Pestizide, intensiven Maschineneinsatz und moderner Saatgutreinigung bedroht sind (Schneider *et al.*, 1994), diese Faktoren aber nicht auf Schweineweiden wirken. Eine Förderung der Segetalarten konnte in dieser Arbeit in allen Untersuchungsgebieten gezeigt werden, die einen segetalen Artenpool aufweisen. Darüber hinaus könnten auf Schweineweiden Arten der dörflichen Ruderalfluren, wie zum Beispiel der Gute Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*), erhalten werden. Diese Art konnte sich auf der Schweineweide im UG Tieringen außerhalb der Dauerquadrate etablieren und leicht zunehmen (eigene Beobachtungen). Arten der dörflichen Ruderalfluren kommen generell auf nährstoffreicheren Standorten vor, die ebenfalls störungsgeprägt sind (Otte & Ludwig, 1990a, b). An ihren typischen Standorten werden diese Elemente entweder durch Nutzungsaufgabe oder durch Uniformierung und Betonierung von Hofflächen zurückgedrängt.

7.3.3 Unerwünschte Arten

Aus landwirtschaftlicher Sicht können durch Schweineweide aber auch Problemunkräuter so gefördert werden, dass sie nicht nur den Futterwert der Schweineweide selbst mindern, sondern auch eine Gefährdung der Äcker der Umgebung darstellen.

Als solche Problemarten sind im UG Brucht *Cirsium arvense* und *Rumex obtusifolius* aufgetreten, die durch die Schweinebeweidung gefördert wurden (Kapitel 3). Allerdings waren beide Arten bereits vor Beginn der Schweineweide im Gebiet vorhanden (*Cirsium arvense* mit 1,5 % und *Rumex obtusifolius* mit 3,9 % durchschnittlicher Deckung). Beide Arten wurden zudem in der Diasporenbank nachgewiesen. In anderen Schweineweiden waren die Ausgangsdeckungen hingegen nicht so hoch: *Cirsium arvense* kommt im UG Lenzen mit 0,5 %, im UG Eggelwiesen mit 0,8 %, im UG Schmandberg mit 0,6 % vor. *Rumex obtusifolius* wurde in der Diasporenbank vom UG Lenzen und dem UG Eggelwiesen nachgewiesen. Im UG Schmandberg hat sich der Bestand nicht verändert, im UG Eggelwiesen war die Zunahme auf der Brache größer als auf der Schweineweide und im UG Lenzen trat eine Zunahme von *Cirsium arvense* auf allen Behandlungsvarianten auf, sodass dort kein Schweineeffekt abgeleitet werden kann.

Deshalb muss bei einer Beweidungsdauer von bis zu drei Jahren mit großem Einfluss der Ausgangsbedingungen gerechnet werden. Sind die Problemarten bereits zu Beginn vorhanden und entsprechen sie den ermittelten Strategietypen, so ist mit ihrer Zunahme zu rechnen. Andererseits besteht keine große Gefahr, wenn diese Arten vor Beginn einer Schweineweide abwesend sind oder nur vereinzelt vorkommen.

Eine Möglichkeit wäre daher, die Schweineweide mit anderen Nutzungen zu koppeln, um so das Überhandnehmen von Problemarten zu vermeiden. Auch lokale Verbrachungserscheinungen könnten mit der Kombination anderer Nutzungen behoben werden. Das Leitbild der Saveauen würde für eine solche Lösung sprechen. Dort werden Rinder, Pferde und Schweine auf einer gemeinsamen Weide gehalten (Poschlod *et al.*, 2002). Der Besatz muss aber nicht zeitgleich erfolgen, für die Vegetation würden keine wesentlichen Unterschiede zu erwarten sein, wenn verschiedene Weidetiere zeitlich versetzt Zugang zu den Flächen hätten.

7.3.4 Eutrophierung

Ein naturschutzfachliches Problem ist die Eutrophierung einer Schweineweide mit höheren Besatzleistungen. Dies wurde bodenanalytisch und mit Hilfe der Ellenberg'schen Zeigerwerte ermittelt. Dabei sind die Steigerungen über die drei Beobachtungsjahre in Bezug auf Landwirtschaft in „guter fachlicher Praxis“ als gering einzustufen (siehe 3.4.2.5). Langzeiteffekte sind jedoch schwer abzuschätzen. Allerdings waren unter den ausgewählten Versuchsflächen keine ausgesprochenen Magerstandorte. Diese ebenfalls unter Schweinebeweidung zu stellen, wäre eine naturschutzfachlich interessante Variante, da sich gerade in der Gruppe „krautige Vegetation oft gestörter Plätze“ bei nährstoffarmen Bedingungen überproportional viele gefährdete Arten im Vergleich zu nährstoffreicheren Standorten befinden (Nährstoffzahl ≥ 5) (Ellenberg, 1992). Es gibt jedoch auch Hinweise, dass Indikatorarten geringer Nährstoffniveaus unter Schweineweide zurückgehen. Diese Befunde aus Schweineweiden des Schweizer Jura werden jedoch nur mit wenigen Arten belegt und sind in ihrem funktionellen Zusammenhang nicht näher untersucht (Vittoz & Hainard, 2002). Außerdem müssten bei einer Beweidung magerer Standorte Vorkehrungen gegen die Eutrophierung getroffen werden. Die Zufütterung könnte zum Beispiel während der Weideperiode auf mageren Standorten reduziert werden. Dem sind allerdings durch ökonomische Anforderung, Tierschutz- und Managementanforderungen enge Grenzen gesetzt (Poschlod, 2003). Denkbar wäre es auch, eine spezielle Naturschutzbeweidung durchzuführen, um ein Gebiet in vergleichsweise kurzer Zeit (einige Monate) in hoher Dichte und mit sehr geringer oder gar keiner Zufütterung zu pflegen. Dabei sollten Fress- und Ruheplätze mehrfach umgesetzt werden, um Konzentrierungserscheinungen zu vermeiden. Außerdem sollten sie außerhalb sensibler Bereiche und Naturschutz-Zielflächen angelegt werden. Dies würde nach ethologischen und bodenkundlichen Untersuchungen einen erheblichen Teil der Eutrophierung der Pflegebereiche verhindern (Poschlod, 2003).

7.4 Prognose der Vegetationsentwicklung

Die gewonnenen Ergebnisse können dazu benutzt werden, die Vegetationsentwicklung auf neu eingerichteten Schweineweiden vorherzusagen. Dazu sind die etablierte Vegetation und die Diasporenbank eine wichtige Datengrundlage. Es zeigte sich in der dreijährigen Laufzeit, dass die Flora der Umgebung eine geringe Rolle spielt und deswegen nicht erhoben werden muss (Kapitel 5). Für Arten, die in dieser Studie erfasst wurden, können Bestandsentwicklungen analog zu den Ergebnissen von Kapitel 3 prognostiziert werden. Für Arten, deren Verhalten unter Schweinebeweidung unbekannt ist, sollte geprüft werden, ob sie funktionell nach den Merkmalen von Kapitel 6 eingeordnet werden können, oder ob sie soziologisch-ökologischen Gruppen wie der Segetalflora oder den Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea) zuzurechnen sind. Auf dieser Basis kann dann eine qualitative Abschätzung ihrer Entwicklung vorgenommen werden. Die genauen Funktionen, mit denen ermittelt werden kann, wie hoch die prognostizierten Zu- oder Abnahmen ausfallen, müssen erst noch entwickelt werden. Es gibt aber gute Aussichten, die floristische Entwicklungen zu prognostizieren, da Schweineweiden Systeme sind, die sehr stark durch einen einzigen Faktor, nämlich die Wühlaktivität der Schweine geprägt sind. Andere Faktoren wie Tritt oder Fraß spielen auf Schweineweiden deutlich geringere Rollen. Die Anzahl der Arten, die auf den verschiedenen Schweineweiden unterschiedlich reagieren (Tabelle 39, Tabelle 40) ist auch verglichen mit Studien an anderen rein weidenden Herbivoren gering (Vesk & Westoby, 2001).

8 Zusammenfassung / Abstract

Die Freilandhaltung von Schweinen stellt eine alte Form der Landnutzung dar, die früher eine charakteristische Flora aufwies. Diese Haltungsform ist in Mitteleuropa fast vollständig in Vergessenheit geraten. In den Saveauen von Kroatien existiert hingegen noch eine traditionelle Form der Freilandhaltung. Stattdessen hat eine intensive Form der Schweinefreilandhaltung unter Mastbedingungen in Ländern wie zum Beispiel Großbritannien oder Dänemark in den letzten Jahrzehnten zugenommen. Auch von diesen Haltungsformen gibt es bislang kaum Untersuchungen, die die Wirkung von Schweinen auf die Vegetation dokumentieren.

Um die Auswirkung der Schweinefreilandhaltung auf Grünlandvegetation zu untersuchen, wurden fünf Standorte von jeweils ungefähr 2 ha Größe in Mitteleuropa ausgewählt und mit den jeweils regionaltypischen Rassen in geringer Besatzdichte von 0,2 bis 5 GV/ha und einer Besatzleistung von 0,1 bis 1,2 GV*a/ha bestückt. In Lenzen (Brandenburg) wurde das Angler Sattelschwein auf einer Weide hinter dem Elbdeich mit Qualmwassereinfluss gehalten. An drei Standorten im Weserbergland (Brucht, Eggelwiesen und Schmandberg) wurde das Döppler Weideschwein gehalten. Es wurden eine Bachaue, die sich in trockenere, frühere Acker- und Wiesenbereiche ausdehnt, ein verbrachtes Niedermoor und ein seit fünf Jahren aufgelassener Kalkscherbenacker als Weideflächen ausgewählt. In Tübingen (Schwäbische Alb) wurde das Schwäbisch Hällische Schwein auf einer aufgedüngten Bergweide mit flachgründigen, kalkreichen Böden gehalten.

Zunächst wurden die Vegetationsveränderungen auf den neu angelegten Schweineweiden dokumentiert (Kapitel 3). Auf diesen Versuchsweiden und auf benachbarten Referenzflächen (weitergeführte bisherige Nutzung und einem Brachestadium) wurden dazu Dauerquadrate vor Beginn der Schweinebeweidung angelegt, die Vegetation im Laufe von drei Jahren kartiert und die Ergebnisse mit einem multivariaten Verfahren, dem Nonmetric Multidimensional Scaling, ausgewertet. Zu ausgewählten Dauerflächen wurden Bodenproben entnommen und auf ihren Nährstoffgehalt hin untersucht.

Im Laufe von drei Beobachtungsjahren haben sich folgende Veränderungen ergeben:

1. Der Besatz von Schweinen führt zu einem erheblichen Offenbodenanteil von bis zu 62 %, da Schweine weite Teile der dominierenden Vegetation fressen, durch ihre unspezifischen Wühlaktivitäten entwurzeln und somit abräumen. Auf den so geschaffenen Störstellen können viele annuelle Kräuter auflaufen. Vorher bestandsbildende Gräser werden zurückgedrängt, sodass sich das Gräser-Kräuter-Verhältnis zugunsten der Kräuter verschiebt.
2. Dadurch steigt auf Schweineweiden sowohl die räumliche als auch die zeitliche Dynamik. Die höhere Dynamik hatte im UG Eggelwiesen nach einer Wiedervernässungsmaßnahme zur Folge, dass sich im Vergleich zu einer Referenzbrache die Vegetation auf der Schweineweide schneller den neuen standörtlichen Bedingungen angepasst hat und feuchtigkeitsliebende Arten stärker zugenommen haben.

3. Die meisten der vorherigen Arten können auf der Schweineweide über die drei Beobachtungsjahre überleben (d. h. die lokale Aussterberate ist in Anbetracht der massiven Störung überraschend gering). Mit zahlreichen neu etablierten Arten ergibt sich eine Nettozunahme der Artenvielfalt auf Schweineweiden.
4. Im UG Tieringen ergibt sich eine eindeutige Trennung der Behandlungsvarianten und die Herausbildung eines eigenen Vegetationstyps auf Schweineweiden. Im UG Schmandberg-Herbstweide, UG Eggelwiesen und UG Brucht (Auebereich) haben Teile der Schweineweide Brachecharakter angenommen. Als Grund wird dafür die heterogene Raumnutzung durch die Schweine, die geringe Besatzdichte und die sehr hohe Produktivität des Standortes Brucht-Aue diskutiert. Im UG Lenzen (Elbaue) konnte eine Förderung zahlreicher feuchtigkeitsliebender Arten nachgewiesen werden, die auch aus historischen Aufzeichnungen alter Schweineweiden bekannt sind. Es sind zum Beispiel *Achillea ptarmica*, *Alisma*-Arten, *Bidens*-Arten, *Glyceria fluitans*, *Gnaphalium uliginosum*, verschiedene *Juncus*-Arten, *Peplis portula*, *Ranunculus flammula* und Arten der Wasser-Hahnenfuß-Gruppe.
5. Eine signifikante Zunahme der Segetalarten konnte in allen Gebieten nachgewiesen werden, die in ihrer Nutzungsgeschichte eine ackerbauliche Nutzung aufweisen. In den anderen Gebieten steht kein ausreichender segetaler Artenpool zur Verfügung. Die Förderung von Arten der Zwergbinsengesellschaften kann an Einzelarten belegt werden: *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum* und *Peplis portula*.
6. In Bezug auf die Grime'schen Lebensstrategien der Pflanzen (konkurrenzstarke Arten, ruderale Arten und Stress ertragende Arten) ergibt sich bei den trockenen Untersuchungsgebieten erwartungsgemäß eine klare Korrelation der Entwicklung der Schweineweiden zur ruderalen Strategie. Bei den feuchten Untersuchungsgebieten liefert die ruderale Strategie jedoch keinen klaren Entwicklungstrend.
7. In den meisten Weidegebieten ergibt sich nach den Analysen der Transsektproben eine leichte Eutrophierungstendenz, vor allem durch Kalium, örtlich auch durch Phosphor und Stickstoff. Bei zwei Untersuchungsgebieten, die das ganze Jahr über beweidet werden, hat die Nährstoffzunahme eine Förderung der stickstoffliebenden Arten zur Folge, was in der Summe eine Zunahme der mittleren Ellenberg'schen Nährstoffzeigerwerte ergibt. Im UG Lenzen, das ebenfalls eine hohe Besatzleistung aufweist, aber im Winter/Frühjahr nicht mit Schweinen bestellt wurde, konnte dies nicht nachgewiesen werden. Im UG Schmandberg-Herbstweide wurde keine bodenchemische Eutrophierung, aber ein Anstieg der Nährstoffzeigerwerte festgestellt.

Im 4. Kapitel wird das Ausbreitungspotenzial von Pflanzenarten durch Schweine abgeschätzt. Dazu wurde Schweinekot im Laufe einer Vegetationsperiode in den Saveauen in Kroatien und in den Untersuchungsgebieten Brucht und Lenzen gesammelt. Die Proben wurden kultiviert und der Samengehalt als endozoochores Ausbreitungspotenzial analysiert. Zusätzlich wurde Schlamm gesammelt, den die Tiere auf der Körperoberfläche verschleppt haben, ebenfalls kultiviert und als epizoochores Potenzial analysiert.

Die epizoochor transportierten Arten spiegeln sehr klar die Diasporenbank der Suhlstellen auf der Weide wider. Die endozoochor transportierten Arten korrelieren sowohl mit der Diasporenbank des Bodens als auch mit der fruchtenden Vegetation. Im Mittel beträgt das Verhältnis zwischen Diasporenbank und fruchtender Vegetation 1:2. Bei dem Vergleich des lokalen Diasporenpools mit den endozoochohren Arten wurden auf dem Hintergrund hoher stochastischer Schwankungen nur wenige Über- und Unterrepräsentierungen gefunden. Sie können mit Fraßpräferenzen erklärt werden. Aus der Präsenz/Absenz-Analyse wird geschlossen, dass alle Diasporen grundsätzlich das Potenzial besitzen, von Schweinen ausgebreitet zu werden. Die Ergebnisse verdeutlichen die historische Bedeutung von Freilandschweinen als Vektor zur Ausbreitung von Arten in der Kulturlandschaft. Schweine sind die einzigen großen Herbivoren, die erhebliche Mengen der Diasporenbank im Boden ausbreiten.

Im 5. Kapitel wird untersucht, woher neue Arten gekommen sind, die vor der Schweinebeweidung nicht vorhanden waren, und über welche Ausbreitungsvektoren und Mechanismen diese eingetragen sein könnten.

In einem ersten Schritt wird am Beispiel des UG Schmandberg Neuankömmlinge auf der Gesamtheit der Weidefläche untersucht. Mit einem korrelativen Ansatz wurden Artbeispiele gefunden, die eine erhebliche Aktivierung der Diasporenbank, eine Einwanderung aus anderen Teilen der Weide, eine Ausbreitung aus der Umgebung durch Wind und in geringem Umfang einen zoochohren Transport beim Umsetzen der Schweine aus einem anderen Weidegebiet nahe legen. Aufgrund funktioneller Überlegungen, der Langlebigkeit der Diasporenbank und dem Windausbreitungspotenzial, wird die Bedeutung der Diasporenbank zumindest während der dreijährigen Projektlaufzeit (auf der Herbstweide nur zwei Jahre Schweinebeweidung) als Hauptfaktor für die Vegetationsveränderungen auf Schweineweiden ermittelt, während die Fernausbreitung über den Wind eine untergeordnete Rolle spielt.

In einem zweiten Schritt wurde in allen Untersuchungsgebieten die Neubesiedelung auf der Ebene einzelner Dauerquadrate untersucht und gefunden, dass die lokale Diasporenbank die Neuankömmlinge zu durchschnittlich 28 % erklären kann. Der gesamte lokale Artenpool der Weide erklärt 81 %, sodass jeweils bezogen auf die Dauerquadrate 19 % der Arten verbleiben, die möglicherweise durch Einwanderung aus der Umgebung erklärt werden können. Bezogen auf einzelne Arten wurde herausgefunden, dass sich bestimmte Arten sehr gut etablieren, aber andere trotz zahlreichen Vorkommens in der Diasporenbank nur sehr spärlich etablieren. Mit Hilfe funktioneller Merkmale wurde untersucht, welche Faktoren die Etablierungsfähigkeiten der Arten aus der lokalen

Diasporenbank bestimmen. Es wurde kein Einfluss des Samengewichtes, der Amplitude der Keimtemperatur und der spezifischen Blattfläche auf die Etablierungsfähigkeiten festgestellt. Der hoher Grad an Ruderalität (gemäß CSR-Konzept von Grime) fördert im trockenen UG Tieringen die Etablierung, hemmt sie aber im UG Lenzen in der Elbaue. Annuelle Arten tendieren im UG Brucht, UG Tieringen und UG Schmandberg zur besseren Etablierung aus der Diasporenbank, wobei der Zusammenhang in keinem Untersuchungsgebiet signifikant ist. Arten, die hinsichtlich der Jahreszeit in der Keimung flexibel reagieren, können sich oftmals aus der Diasporenbank etablieren, während solche, die entweder nur im Frühjahr oder nur im Herbst auflaufen, also jahreszeitlich eine enge Amplitude aufweisen, sich signifikant schlechter etablieren.

In einem dritten Schritt wurde das räumliche und zeitliche Muster der Etablierung am Beispiel von *Peplis portula* im UG Lenzen untersucht. Dabei wurde eine enge räumliche Übereinstimmung zwischen dem Vorkommen in der Diasporenbank und der Etablierung gefunden, während an standortgleichen Dauerquadraten ohne oder mit nur geringerem Diasporenvorkommen keine Etablierung beobachtet wurde.

Um den Einfluss der Schweinefreilandhaltung nicht nur auf die untersuchten Arten ausdrücken zu können, sondern auch über den Artenset hinaus zu generalisieren, wurden die Ergebnisse des Vegetationsmonitoring in Kapitel 6 funktionell untersucht.

Folgende Veränderungen von funktionellen Merkmalen wurden auf Schweineweiden festgestellt:

- die Zunahme der Therophyten, die weitgehend gleichbedeutend ist mit der Zunahme der annuellen Arten,
- Zunahme der Flachwurzler,
- Zunahme der Blühdauer im UG Tieringen,
- Zunahme von Arten mit langlebiger Diasporenbank,
- Zunahme von Arten ohne vegetative Ausbreitungsfähigkeit und
- Abnahme der Mahdverträglichkeit und des Futterwertes (statistisch nicht signifikant)

Dagegen konnte keine Veränderung von folgenden Merkmalen nachgewiesen werden:

- spezifische Blattfläche,
- Wuchshöhe,
- Blühbeginn und
- Samengewicht.

Zusätzlich wurde mit einer multivariaten Analyse (Nonmetric Multidimensional Scaling) der zunehmenden Arten gezeigt, dass neben den generativen auch vegetative Regenerationsstrategien auf den Weiden realisiert werden. Die abnehmenden Arten lassen hingegen keine distinkte Untergliederung hinsichtlich ihrer Merkmale zu.

Eine Annäherung der neu angelegten Schweineweiden an die historisch-traditionellen Schweineweiden der Saveauen konnte hinsichtlich der Entwicklungstrends folgender Merkmale belegt werden:

- Lebensformen (Zunahme der Therophyten) und Lebensdauer (Zunahme der annuellen Arten),
- sinkender Futterwert,
- Abnahme der Wurzeltiefe und
- Zunahme der Arten mit langlebiger Diasporenbank.

Dies sind auch die wesentlichen Entwicklungen auf den neu eingerichteten Schweineweiden. Zusätzlich wurde mit multivariaten Methoden in den Saveauen genauso wie auf feuchten Schweineweiden Mitteleuropas neben den generativen Regenerationsstrategien auch vegetative Regenerationsstrategien nachgewiesen.

Trotz der standörtlichen Unterschiede zwischen den Saveauen mit historischer Schweineweide und den neu eingerichteten Schweineweiden können die ermittelten Entwicklungsrichtungen der funktionellen Merkmale als gemeinsame Struktur störungsgeprägter Schweineweiden angesehen werden, die die Basis für die Vorhersage der Vegetationsentwicklung auf neu errichteten Schweineweiden bilden.

In der Diskussion wurden die spezifischen Charakteristika der Schweinebeweidung als Störung in Grünlandökosystemen erörtert. Dieses Störungsregime, das zu einer Reduktion etablierter, dominanter und konkurrenzkräftiger Arten führt und konkurrenzschwachen Arten die Etablierung ermöglicht, kann nach dem Modell der Intermediate Disturbance-Hypothesis die generelle Zunahme der Biodiversität erklären. Es bietet zudem vielen Arten die Chance zur Verjüngung, dessen Ausbleiben in der heutigen Kulturlandschaft ein wesentlicher Faktor für das Aussterben vieler Arten darstellt. Schweinebeweidung unterscheidet sich durch die vergleichsweise geringe Verminderung oberirdischer Biomasse von anderen Beweidungsformen. Stattdessen ist die Reduktion unterirdischer Biomasse ein wesentlicher Faktor, mit dem die unspezifische Durchwühlung des Oberbodens einhergeht und viele Arten unspezifisch zerstört werden. Damit bildet sich ein eigener Vegetationstypus heraus, der eine Kombination aus Grünland, Ackerland und feuchten Bereichen der Schlammbänke und Uferbereiche mit Offenboden darstellt. Schweinebeweidung kann als Naturschutzmaßnahme zur Förderung gefährdeter Segetalarten, Zwergbinsenarten und historischer Schweineweidearten oder zur Wiederherstellung dynamischer Prozesse empfohlen werden. Zudem wurde am Beispiel einer Wiedervernässung (UG Eggelwiesen) gezeigt, dass Schweineweide die Vegetationsdynamik in Kombination mit anderen Renaturierungsmaßnahmen beschleunigt, da viele etablierte Grünlandbestände sehr konservativ in ihrer Artenausstattung reagieren.

Für die Vorhersage der Vegetationsentwicklung auf neuen Schweineweiden ist die Bestimmung der Diasporenbank neben der etablierten Vegetation eine wesentliche Grundlage. Für den so ermittelten lokalen Artenpool wird die Anwendung der bisher dokumentierten Monitoringergebnisse zu untersuchten Arten in Kombination mit den Vorhersagen über funktionelle Merkmale empfohlen.

Abstract

Pig pasturing was a traditional way of land use which is almost forgotten in Central Europe. In the Sava floodplains of Croatia, a traditional farming with pig pasturing is still practised. A more intensive farming, the outdoor pig production, became increasingly popular in Great Britain and Denmark during the last decades. However, hardly any investigation is done on the effect of free-ranging pigs on vegetation.

In order to investigate the effect of pig keeping on the vegetation and to evaluate the suitability of pigs for conservation management, five sites of about 2 ha size were selected in three landscapes within Germany. In each of them the local breeds were kept in low densities of 0,2 to 5 AU/ha at 0,1 to 1,2 AU*a/ha. In Lenzen (Brandenburg) the Angeln Saddleback was kept on a pasture behind the Elbe dyke. On three sites in the Weserbergland (Nordrhein-Westfalen) the Düppeler Pasture Pig was selected. In this area, a riverine wetland plus dryer slopes (Brucht), a drained and degraded mire (Eggelwiesen) and a former arable field, which was set aside five years ago, were selected for pastures (Schmandberg). In the Swabian Alb the Swabian Häller Pig was kept on a fertilised mountain meadow with shallow soil on calcareous ground (Tieringen).

In chapter 3, the changes in vegetation during three years of pig keeping were monitored by means of permanent plots. On each site the pig pasture was compared with a set aside part and the continued way of land use which was practised before the establishment of the pig pasture. The vegetation records were analysed by Nonmetric Multidimensional Scaling, a multivariate analysis. Soil samples were collected perpendicular to selected permanent plots and analysed for their nutrient content. The following results were obtained during three years of observation:

1. Due to feeding and rooting behaviour the pigs removed large parts of the established vegetation and generated up to 62 % bare soil (2001 in Tieringen). Previously dominating grasses were reduced and annual herbs developed on these sites. The grasses-herbs-ratio shifted toward herbs.
2. Therefore, the spatial heterogeneity and temporal dynamics increased. In the Eggelwiesen, the higher species dynamics caused a more rapid adjustment of vegetation to the risen ground water table, which was achieved for restoration purposes in the Eggelwiesen. On this site, more species established which favour wet conditions than on a fallow reference area which was affected by the risen water table in the same way.
3. Although not expected, most of the species survived pig pasturing during three years in spite of heavy disturbance. Due to many newly established species a net increase of phytodiversity resulted on the pig pastures.
4. The management treatments in Tieringen were clearly separated from each other and a new vegetation type was created on the pig pasture. In three other study sites (Schmandberg-autumn-pasture, Eggelwiesen and Brucht), parts of the area developed towards a type of fallow land. It is discussed that the heterogeneous use of space by the pigs, the low pig density or the extremely high productivity of the Brucht site caused this result. On the

Lenzen site (Elbe floodplains), moisture favouring species increased which were reported from old pig pastures in the Rhine valley: e.g. *Achillea ptarmica*, *Alisma*-species, *Bidens*-species, *Glyceria fluitans*, *Gnaphalium uliginosum*, various *Juncus*-species, *Peplis portula*, *Ranunculus flammula* and species of the *Ranunculus aquatilis*-group.

5. A significant increase of arable species was found in all sites which were used as arable land in the past. In the other study sites without arable history the arable species pool is rather limited. A fostering of species of the Isoëto-Nanojuncetea was found in three single species (*Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum* and *Peplis portula*), but could not be statistically proven.
6. Concerning Grime's plant strategies (competitors, stress-tolerators and ruderals), a clear correlation of the pig pastures with the ruderals was found on all dry sites. However, the wet site had no clear structure of correlating plant strategies.
7. In most of the pastures, the soil samples reveal a slight nutrient enrichment, mainly in terms of potassium, locally also of Phosphorus and Nitrogen. On two pastures, which were grazed during all seasons, the increase in nutrients caused an increase in species which favour more nutrient rich site conditions (Ellenberg's indicator value). Whereas in Lenzen, which was also more intensively grazed apart from winter and spring, an increase of nutrients was not detected. In the Schmandberg autumn-pasture no increase of the nutrient concentration, but an increase in Ellenberg's indicator values was found.

In chapter 4, the dispersal potential of plants via pigs is investigated.

Therefore, pig dung was collected over the course of a vegetation period on one site in Croatia and on two sites in Germany where pigs are kept free-ranging in low densities. Samples were cultivated and the content of viable seeds was taken as the potential for endozoochorous dispersal. Additionally, adhesive material stemming from the pig's body surface was collected, cultivated and taken as potential for epizoochorous dispersal. The epizoochorous dispersed species closely resemble the soil diaspore bank of the wallowing places on the pasture. The endozoochorous dispersed species correlate with both the soil diaspore bank and the established fruit setting vegetation. On average, the optimised ratio is 1:2 for diaspore bank to fruit setting vegetation, ranging from 1: 1.3 to 1: 2.7. Few over-representations or under-representations are found when compared with the total local diaspore pool of the pasture. They can be explained by feeding preferences or avoidance. The results are subject to high stochasticity across the sites. From a presence/absence analysis it is concluded that all diaspores from the local species pool have the potential to be dispersed via pigs. The results clarify the historical importance of free ranging pigs for the dispersal of plant species in cultural landscapes. Pigs are the only large herbivores that disperse considerable quantities of the soil diaspore bank. Therefore, pigs link dispersal in time with dispersal in space.

In chapter 5, the colonisation sources where newly established plants on the pasture may have come from, are investigated.

First, the focus is on the total pasture. For this approach the Schmandberg site was selected. Correlations of species with all potential colonisation sources were found. The majority suggests an activation of the soil diaspore bank, some may have come from other parts of the pasture and colonised the permanent plots, others may be long-distance wind dispersed from sources in the surroundings of the pasture. One species, *Agrostis stolonifera* may have come from another pasture where pigs were kept before they were brought to the target pasture Schmandberg. Functional considerations even suggest a higher proportion of species stemming from local sources (mainly diaspore bank) than from sources outside the pasture.

Second, in all study sites local colonisation of single permanent plots was analysed. The local diaspore bank can account for 28 % of all newcomers. The total local species pool of the pasture can account for 81 % of the newcomers, leaving 19 % of the newcomers which may have come from outside the pasture. Concerning single species, the ability for establishment from a local diaspore bank varies considerably. Using functional traits some hypotheses were tested in order to explain the differences in establishment. No effect was found for the diaspore weight, the span of germination temperature and the specific leaf area (SLA). A high score for ruderality (CSR-concept of Grime) enhances seedling establishments in Tieringen, but decreases establishment in Lenzen (Elbe). Annual species tend to establish better than perennial species in the study sites of Brucht, Tieringen and Schmandberg, but the relation was not significant. Species whose germination is flexible in the time of the year establish more often than species whose germination is restricted to either spring or autumn.

Third, the spatial and temporal pattern of establishment from the diaspore bank was investigated for *Peplis portula* on the site of Lenzen. The establishment concentrated on places where *Peplis portula* occurred in the soil diaspore bank, while on other places with similar site qualities but without diaspore potential in the soil, almost no establishment was observed. This is another example for the outstanding importance of the diaspore bank in the vegetation dynamics of the highly disturbed pig pastures.

In order to investigate the mechanisms and to generalise the effect of pig grazing from particular species towards strategies, functional traits were analysed in chapter 6. The following traits were found on the examined pig pastures, which fit to the general understanding of disturbance tolerating species.

- Increase of therophyts or increase of annual species,
- increase of species with shallow roots,
- increase of flowering duration in the UG Tieringen,
- increase of diaspore longevity and
- increase of species without clonal growth.

Whereas changes in other traits were expected due to the general understanding of ruderality, but not found on pig pastures.

- No change in the specific leaf area,
- no change in plant height,
- no change in the time of first flowering and
- no change in seed mass.

Additionally, multivariate analysis revealed a combination of strategies which are realised on pig pastures. One group of species has the typical ruderal traits, which are equivalent with sexual reproduction via seeds. The other group regenerates by resprouting and clonal growth. The separation into the two groups was not found in the decreasing species.

Most of these features develop towards the traditional pig pastures of the Sava floodplains:

- life form (increase of therophyts),
- lower fodder value,
- increase of annuals,
- decrease of root depth and
- increase of diaspore longevity.

Additionally, the multivariate analysis of the increasing species closely resembles the increasing species in terms of separation between ruderals with sexual generation and resprouters with extensive clonal growth. It is concluded that in spite of different site conditions all pig pastures exhibit common features on a functional base, that offers prospects to use them for the prediction of future development in newly established pig pastures.

The specific feature of pig pastures as disturbance on grassland ecosystems is discussed. This disturbance regime, which causes a reduction in the established dominant vegetation of competitive species and an establishment of competitively inferior species, can explain the increase in phytodiversity which is also predicted by the intermediate disturbance hypothesis. Additionally, it provides a chance for seedling recruitment, which is rather limited in modern cultural ecosystems and probably one of the main reasons for the extinction of endangered species. Pig pastures are characterised by a lower reduction of above ground biomass and a more severe reduction of below ground biomass, which is combined with a disturbance of soil. This in turn damages many plant species in an unselective way. Therefore, a vegetation type is created which is a combination of grassland, arable land and riverine mud banks. Pig pastures can be recommended as a conservation tool for the fostering of endangered arable species, *Isoëto-Nanojuncetea* species and historically reported character species for pig pastures. Furthermore, in an example of restoration by rewetting, the vegetation on pig pastures changed quicker than on adjacent fallow land, which remains floristically conservative.

For a prediction of vegetation development on new pig pastures the application of monitoring results is recommended in combination with predictions on functional traits. Therefore, the local species pool must be determined, which includes both the diaspore bank and the established vegetation. On this basis, a reestablishment

of species of old pig pastures can be assumed if the site conditions fit to the species requirements and if diaspores are present.

9 Literatur

- Abbott, H.G. & Quink, T.F. (1970) Ecology of eastern white pine caches made by small forest mammals. *Ecology*, **51**, 271-278.
- Abbott, T.A., Hunter, E.J. & Guise, H.J. (1996) 1. Survey of management and welfare in outdoor pig production systems. *Applied Animal Behaviour Science*, **49**, 96-97.
- Andreae, B. (1955) Die Feldgraswirtschaft in Westeuropa. *Berichte über Landwirtschaft N.F.*, **163**, 1-138.
- Bakker, J.P., Bekker, R.M. & Thompson, K. (2000) From a seed bank database towards a seed database. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, **9**, 61-72.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (2001) *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego.
- Baur, W. (1886) Beiträge zur Flora Badens. *Mitteilungen Botanischer Verein für den Kreis Freiburg und das Land Baden*, **31/32**, 271-277.
- Bellingham, P.J. & Sparrow, A.D. (2000) Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. *Oikos*, **89**, 409-416.
- Bergner, H. & Ketz, H.-A. (1969) *Verdauung, Resorption, Intermediärstoffwechsel bei landwirtschaftlichen Nutztieren*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Beutler, A. (1992) Die Großtierfauna Mitteleuropas und ihr Einfluß auf die Landschaft. *Landschaftsökologie Weihenstephan*, **6**, 49-69.
- Bonn, S. & Poschlod, P. (1998) *Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Grundlagen und kulturhistorische Aspekte*. Quelle und Meyer, Wiesbaden.
- Bonn, S., Poschlod, P. & Tackenberg, O. (2000) "Diasporus" - a database for diaspore dispersal - concept and applications in case studies for risk assessment. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, **9**, 85-97.
- Boutin, C. & Keddy, P.A. (1993) A functional classification of wetland plants. *Journal of Vegetation Science*, **4**, 591-600.
- Bratton, S.P. (1974) The effect of the European wild boar (*Sus scrofa*) on the high-elevation vernal flora in Great Smoky Mountains National Park. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, **101**, 198-206.
- Bratton, S.P. (1975) The effect of the European Wild Boar, *Sus scrofa*, on gray beech forest in the Great Smoky Mountains. *Ecology*, **56**, 1356-1366.
- Bratton, S.P., Harmon, M.E. & White, P.S. (1982) Patterns of European Wild Boar Rooting in the Western Great Smoky Mountains. *Castanea*, **47**, 230-242.
- Braun-Blanquet, J. (1964) *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*, 3 edn. Springer, Berlin.
- Brenchley, W.E. (1926) *Die Rothamsteder Wiesendüngungsversuche von 1856 bis 1919*. Verlag August Reher, Berlin.
- Briedermann, L. (1976) Ergebnisse einer Inhaltsanalyse von 665 Wildschweinemagen. *Zoologischer Garten NF*, **46**, 157-185.
- Briedermann, L. (1986a) Ernährung. *Schwarzwild* (ed L. Briedermann), pp. 167-224. Neumann-Neudamm, Melsungen.
- Briedermann, L. (1986b) *Schwarzwild*. Neumann-Neudamm, Melsungen.

- Briemle, G. (1987) 17 Jahre ungedüngt - gleicher Ertrag. *Schwäbischer Bauer*, **16**, 32-35.
- Briemle, G., Eckert, G. & Nußbaum, H. (1999) Biotoptypen. Wiesen und Weiden. *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege* (eds W. Konold, R. Böcker & U. Hampicke), Vol. XI-2.8, pp. 1-57. ecomed, Landsberg.
- Briemle, G., Eckert, G. & Nußbaum, H. (2000) Landschaftspflege in verschiedenen Lebensräumen. Wiesen und Weiden. *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege* (eds W. Konold, R. Böcker & U. Hampicke), Vol. XIII-7.8, pp. 1-51. ecomed, Landsberg.
- Briemle, G. & Ellenberg, H. (1994) Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. *Natur und Landschaft*, **69**, 139-147.
- Briemle, G., Nitsche, S. & Nitsche, L. (2002) Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, **38**, in press.
- Bubenik, A.B. (1984) *Ernährung, Verhalten und Umwelt des Schalenwildes*. BLV Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich.
- Buckwell, A.E. (1992) Should we set aside set-aside? *Set-aside* (ed J. Clarke), Vol. 50, pp. 275-283. The British Crop Protection Council, Farnham.
- Bullock, J.M., Hill, B.C., Silvertown, J. & Sutton, M. (1995) Gap colonization as source of grassland community change: effects of gap size and grazing on the rate and mode of colonization by different species. *Oikos*, **72**, 273-282.
- Bunzel-Drüke, M. (1997) Großherbivoren und Naturlandschaft. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, **54**, 109-128.
- Burke, M.J.W. & Grime, J.P. (1996) An experimental study of plant community invasibility. *Ecology*, **77**, 776-790.
- Cain, M.L., Dammann, H. & Muir, A. (1998) Seed dispersal and the Holocene migration of woodland herbs. *Ecological Monographs*, **68**, 325-348.
- Carroll, J.A., Caporn, S.J.M., Johnson, D., Morecroft, M.D. & Lee, J.A. (2003) The interactions between plant growth, vegetation structure and soil processes in semi-natural acidic and calcareous grasslands receiving long-term inputs of simulated pollutant nitrogen deposition. *Environmental Pollution*, **121**, 363-376.
- Christ, H., Gantke, V., Gesing, M., Solbach, M. & Walther, D. (2000) Auswirkung von Schweinebeweidung auf die Vegetation bezüglich der Phytodiversität am Beispiel ehemaliger Kalk-Scherbenäcker auf dem Schmandberg in Bellersen, Stadt Brakel, Kreis Höxter, Nordrhein-Westfalen. Unveröffentlichter Großpraktikumsbericht, Philipps-Universität, Marburg.
- Collins, S.L. (1987) Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment. *Ecology*, **68**, 1243-1250.
- Combroux, I.C.S., Bornette, G. & Amoros, C. (2002) Plant regenerative strategies after a major disturbance: the case of a riverine wetland restoration. *Wetlands*, **22**, 234-246.
- Connell, J.H. (1978) Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science*, **199**, 1302-1310.
- Cornelissen, J.H.C., Castro Diez, P. & Hunt, R. (1996) Seedling growth, allocation and leaf attributes in a wide range of woody plant species and types. *Journal of Ecology*, **84**, 755-765.

- Crawley, M.J. (1997) Plant-Herbivore Dynamics. *Plant Ecology* (ed M.J. Crawley), pp. 401-474. Blackwell Science, Oxford.
- Dai, X. (2000) Impact of cattle dung deposition on the distribution pattern of plant species in an alvar limestone grassland. *Journal of Vegetation Science*, **11**, 715-724.
- Dannenbergh, H.-D. (1990) *Schwein haben. Historisches und Histörchen vom Schwein*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Diaz, A. (2000) Can plant palatability trials be used to predict the effect of rabbit grazing on the flora of ex-arable land? *Agriculture Ecosystems & Environment*, **78**, 249-259.
- Díaz, S., Acosta, A. & Carbido, M. (1994) Grazing and the phenology of flowering and fruiting in a montane grassland in Argentina: a niche approach. *Oikos*, **70**, 287-295.
- Diaz, S., Cabido, M., Zak, M., Martínez Carretero, E. & Aranibar, J. (1999) Plant functional traits, ecosystem structure and land-use history along a climatic gradient in central-western Argentina. *Journal of Vegetation Science*, **10**, 651-660.
- Díaz, S., Noy-Meir, I. & Cabido, M. (2001) Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology*, **38**, 497-508.
- Dierschke, H. & Briemle, G. (2002) *Kulturgrasland: Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren*. Ulmer, Stuttgart.
- Dister, E. (1998) Die Bedeutung natürlicher Flußdynamik am Beispiel von Loire und Allier. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, **56**, 67-78.
- Ellenberg, H. (1992) Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne Rubus). *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica* (eds H. Ellenberg, H.E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Paulißen), Vol. 18, pp. 9-166. Goltze, Göttingen.
- Ellenberg, H. (1996) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Ulmer, Stuttgart.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulißen, D. (1992) Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, Vol. 18, pp. 258. Goltze, Göttingen.
- Ennen, E. & Janssen, W. (1979) *Deutsche Agrargeschichte: vom Neolithikum bis zur Schwelle der Neuzeit*. Franz Steiner, Wiesbaden.
- Falinski, J.B. (1986) *Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Fernández-Alés, R., Laffarga, J.M. & Ortega, F. (1993) Strategies in Mediterranean grassland annuals in relation to stress and disturbance. *Journal of Vegetation Science*, **4**, 313-322.
- Fischer, A. (1987) Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. *Dissertationes Botanicae*, **110**, 1-234.
- Fischer, S.F., Poschlod, P. & Beinlich, B. (1996) Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, **33**, 1206-1222.

- Frädrich, H. (1968) Schweine und Pekariss. *Säugetiere IV* (ed B. Grzimek), Vol. 13, pp. 74-103. Kindler Verlag, Zürich.
- Frank, D. & Klotz, S. (1990) Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*, Vol. 32, pp. 167. Abteilung Wissenschaftspublizistik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle-Wittenberg.
- Gardener, C.J., McIvor, J.G. & Jansen, A. (1993) Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology*, **30**, 63-74.
- Garnier, E., Cordonnier, P., Guillermin, J.-L. & Sonié, L. (1997) Specific leaf area and leaf nitrogen concentration in annual and perennial grass species growing in Mediterranean old-fields. *Oecologia*, **111**, 490-498.
- Genov, P. (1981) Food composition of Wild Boar in North-eastern and Western Poland. *Acta Theriologica*, **26**, 185-205.
- Gesing, M. (2002) Analyse der Vegetationsentwicklung mittels funktioneller Merkmale auf einer Schweineweide im Feuchtgrünland der Elbtalaue bei Lenzen, Brandenburg. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Philipps-Universität, Marburg.
- Gill, R.M.A. & Beardall, V. (2001) The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry*, **74**, 209-218.
- Glavac, V. (1968) Über Eichen-Hainbuchenwälder Kroatiens. *Feddes Repertorium*, **79**, 115-138.
- Goldberg, D.E. & Werner, P.A. (1983) The effects of size of opening in vegetation and litter cover on seedling establishment of goldenrods (*Solidago* spp.). *Oecologia*, **60**, 149-155.
- Grace, J. (1986) Plant Water Relations. *Plant ecology* (ed M.J. Crawley), pp. 28-50. Blackwell Science, Oxford.
- Griese, J. (1998) Juncaceae, Binsengewächse. *Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklassen Commelinidae Teil 2, Arecidae, Liliidae Teil 2) Juncaeaceae bis Orchidaceae* (eds H. Baumann, J. Griese, A. Kleinsteuber, S. Künkele, G. Philippi, M. Rösch, S. Rosenbauer, O. Sebald & S. Seybold), Vol. 8, pp. 7-46. Ulmer, Stuttgart.
- Grime, J.P. (1974) Vegetation classification by reference to strategies. *Nature*, **250**, 26-31.
- Grime, J.P. (1977) Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, **111**, 1169-1194.
- Grime, J.P. (2001) *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*, 2 edn. John Wiley & Sons, Chichester.
- Grime, J.P., Hodgson, J.G. & Hunt, R. (1988) *Comparative Plant Ecology: A functional approach to common British species*. Unwin Hyman, London.
- Grunicke, U. (1996) Populations- und ausbreitungsbiologische Untersuchungen zur Sukzession auf Weinbergsbrachen am Keuperstufenrand des Remstals. *Dissertationes Botanicae*, **261**, 1-210.

- Gucic, G. (1996) Die Hudewirtschaft der Sava-Auen. 2. *Lenzener Gespräche. Landschaftspflege mit Nutztieren und nachhaltige Landbewirtschaftung* (ed H. Möhring), pp. 88-98, Dummerstorf.
- Häcker, S. (1997) Atlas zur Verbreitung der Farn- und Blütenpflanzen im Kreis Höxter und angrenzenden Gebieten - Ergebnisse der Florakartierung 1980 bis Mai 1997. *Egge-Weser*, **9**, 9-152.
- Hafez, E.S.E. & Signoret, J.P. (1969) The Behaviour of Swine. *The behaviour of domestic animals* (ed E.S.E. Hafez), pp. 349-390. Baillière, Tindall & Cassell, London.
- Hardar, L., Noy-Meir, I. & Perevolotsky, A. (1999) The effect of shrub clearing and grazing on the composition of a Mediterranean plant community: functional groups versus species. *Journal of Vegetation Science*, **10**, 673-682.
- Harmon, G.H. & Keim, F.D. (1934) The percentage and viability of weed seeds recovered in the feces of farm animals and their longevity when buried in manure. *Journal of the American Society of Agronomy*, **26**, 762-767.
- Hellwig, M. (2000) Auenregeneration an der Elbe. Untersuchungen zur Syndynamik und Bioindikation von Pflanzengesellschaften an der Unteren Mittel-elbe bei Lenzen. Dissertation, Universität Hannover, Hannover.
- Hennig, R. (2001) *Schwarzwild: Biologie, Verhalten, Hege und Jagd*. BLV Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich.
- Henzell, E.F. & Ross, P.J. (1973) The nitrogen cycle of pasture ecosystems. *Chemistry and biochemistry of herbage* (eds G.W. Butler & R.W. Bailey), Vol. 2, pp. 227-246. Academic Press, London.
- Hodgson, J.G., Wilson, P.J., Hunt, R., P., G.J. & Thompson, K. (1999) Allocating C-S-R plant functional types: a soft approach to a hard problem. *Oikos*, **85**, 282-294.
- Hofmeister, H. & Grave, E. (1986) *Lebensraum Acker*. Parey, Hamburg.
- Hornberger, T. (1959) Die kulturgeographische Bedeutung der Wanderschäferei in Süddeutschland. *Forschungen zur deutschen Landeskunde*, **109**, 1-173.
- Howe, D.H. & Bratton, S.P. (1976) Winter Rooting Activity of the European Wild Boar in the Great Smoky Mountains National Park. *Castanea*, **41**, 256-264.
- Hunt, R. & Cornelissen, J. (1997) Component of relative growth rate and their interrelations in 59 temperate plant species. *New Phytologist*, **135**, 395-417.
- Jackel, A.-K. & Poschlod, P. (1994) Diaspore production and the influence of the size of diaspore traps on the quantitative result of seasonal diaspore rain in two calcareous grassland sites. *Berichte des Instituts für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim*, **3**, 123-132.
- Janzen, D.H. (1984) Dispersal of small seeds by big herbivores: Foliage is the fruit. *The American Naturalist*, **123**, 338-353.
- Jax, K. (1998/99) Natürliche Störungen: ein wichtiges Konzept für Ökologie und Naturschutz? *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, **7**, 241-253.
- Jensch, D. (2003) Der Einfluss von Störungen auf Waldbodenvegetation, Experimente in drei hessischen Buchenwäldern. Dissertation, Universität Regensburg.

- Jensen, T.S. & Nielsen, O.F. (1986) Rodents as seed dispersers in a heath - oak wood succession. *Oecologia*, **70**, 214-221.
- Jentsch, A., Friedrich, S., Beyschlag, W. & Nezadal, W. (2002) Significance of ant and rabbit disturbances for seedling establishment in dry acidic grasslands dominated by *Corynephorus canescens*. *Phytocoenologia*, **32**, 553-580.
- Jones, J.B. (1998) *Plant nutrition manual*. CRC Press, Boca Raton.
- Klapp, E. (1956) Das Weidetier als Grasnarbenbildner. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, **67**, 393-397.
- Klapp, E. (1965) *Grünlandvegetation und Standort*. Parey, Berlin.
- Kleyer, M. (1997) Vergleichende Untersuchungen zur Ökologie von Pflanzengemeinschaften. Eine Grundlage zur Beurteilung in der naturschutzfachlichen Planung am Beispiel einer Agrar- und Stadtlandschaft. *Dissertationes Botanicae*, **286**, 1-202.
- Kleyer, M. (1999) Distribution of plant functional types along gradients of disturbance intensity and resource supply in an agricultural landscape. *Journal of Vegetation Science*, **10**, 697-708.
- Kleyer, M. (2000) Die Forschungskonzeption des "Mosaik"-Projektes zum Management von Offenland-Ökosystemen. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **30**, 262.
- Klimeš, L., Klimešová, J., Hendriks, R. & van Groenendaal, J. (1997) Clonal plant architectures: a comparative analysis of form and function. *The ecology and evolution of clonal plants*. (eds H. de Kroon & J. van Groenendaal), pp. 1-29. Backhuys Publishers, Leiden.
- Kneucker, A. (1924) Die Schweinsweide bei Au am Rhein mit Berücksichtigung der Schweinsweide bei Illingen am Rhein. *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F.*, **1**, 290-295.
- Köhler, B., Ryser, P., Güsewell, S. & Gigon, A. (2001) Nutrient availability and limitation in traditionally mown and in abandoned limestone grasslands: a bioassay experiment. *Plant and Soil*, **230**, 323-332.
- Kollmann, J. (2000) Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, **3**, 29-51.
- Kollmann, J. & Poschlod, P. (1997) Population processes at the grassland-scrub interface. *Phytocoenologia*, **27**, 235-256.
- Korn, S. (1987) Im Einsatz in der Landschaftspflege - Welche Tierarten eignen sich? *DLG-Mitteilungen*, **18**, 974-977.
- Korsmo, E. (1912) Über die Fähigkeit der Samen, den Verdauungskanal der Haustiere zu passieren. *Nytt magasin for naturvidenskapene*, **50**, 251-258.
- Kozlo, P.G. (1975) *Dikij kaban*, Minsk.
- Kruskal, J.B. (1964a) Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, **29**, 1-27.
- Kruskal, J.B. (1964b) Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, **29**, 115-129.
- Kühn, B. & Kiehl, K. (2002) Do hoof prints in fens actually serve as a regeneration niche? *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **32**, 95.

- Lacki, M.J. & Lancia, R.A. (1986) Effects of wild pigs on beech growth in Great Smoky Mountains National Park. *Journal of Wildlife Management*, **50**, 655-659.
- Landsberg, J., Lavorel, S. & Stol, J. (1999) Grazing response groups among understorey plants in arid rangelands. *Journal of Vegetation Science*, **10**, 683-696.
- Lavorel, S., McIntyre, S. & Grigulis, K. (1999a) Plant response to disturbance in a Mediterranean grassland: How many functional groups? *Journal of Vegetation Science*, **10**, 661-672.
- Lavorel, S., Rochette, C. & Lebreton, J.-D. (1999b) Functional groups for response to disturbance in Mediterranean old fields. *Oikos*, **84**, 480-498.
- Lavorel, S., Touzard, B., Lebreton, J.D. & Clément, B. (1998) Identifying functional groups for response to disturbance in an abandoned pasture. *Acta Oecologica*, **19**, 227-240.
- Leishman, M.R. & Westoby, M. (1994) The role of seed size in seedling establishment in dry soil conditions - experimental evidence from semi-arid species. *Ecology*, **82**, 249-258.
- Losch, S. & Dosch, F. (1997) Erwartete freifallende Flächen in der Landwirtschaft - Chance für eine naturnähere Landnutzung? *Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landschaftspflege*, **67**, 28-36.
- MacArthur, R.H. & Wilson, E.D. (1967) *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Maertens, T., Wahler, M. & Lutz, J. (1990) Landschaftspflege auf gefährdeten Grünlandstandorten. *Schriftenreihe Angewandter Naturschutz*, **9**, 167.
- Malo, J.E., Jimenez, B. & Suárez, F. (2000) Herbivore dunging and endozoochorous seed deposition in a Mediterranean dehesa. *Journal of Range Management*, **53**, 322-328.
- Malo, J.E. & Suárez, F. (1995a) Cattle dung and the fate of *Bisurella pelecinus* L. (Leguminosae) in a Mediterranean pasture: seed dispersal, germination and recruitment. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **118**, 139-148.
- Malo, J.E. & Suárez, F. (1995b) Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. *Oecologia*, **104**, 246-255.
- Marschner, H. (2002) *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2 edn. Academic Press, London.
- Mather, P.M. (1976) *Computational methods of multivariate analysis in physical geography*. Wiley & Sons, London.
- McConnaughay, K.D.M. & Bazzaz, F.A. (1987) The relationship between gap size and performance of several colonizing annuals. *Ecology*, **68**, 411-416.
- McCune, B. & Grace, J.B. (2002) *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.
- McIntyre, S., Lavorel, S., Landsberg, J. & Forbes, T.D.A. (1999) Disturbance response in vegetation - towards a global perspective on functional traits. *Journal of Vegetation Science*, **10**, 621-630.
- Micklich, D. (1996) Die Wirkung der Weidehaltung verschiedener Schweinerassen auf die Sukzession von Flußbauengrünland und den physiologischen Zustand der Sauen. Dissertation, Universität Rostock, Rostock.

- Micklich, D., Matthes, H.-D. & Möhring, H. (1995) Einfluß verschiedener Schweinerassen auf die natürliche Sukzession. In Vortragstagung der DGfZ/GfT, Hannover.
- Micklich, D., Matthes, H.-D. & Möhring, H. (1996a) Einfluß verschiedener Schweinerassen auf die natürliche Sukzession. 2. *Lenzener Gespräche. Landschaftspflege mit Nutztieren und nachhaltige Landbewirtschaftung* (eds H.-D. Matthes & H. Möhring), pp. 101-108, Dummerstorf.
- Micklich, D., Matthes, H.-D. & Möhring, H. (1996b) Einsatz verschiedener Schweinerassen in der Landschaftspflege und ihre Wirkung auf die natürliche Sukzession. *Auenreport Beiträge aus dem Naturpark "Brandenburgische Elbtalaue"*, 28-34.
- Milton, S.J., Dean, W.R.J. & Klotz, S. (1997) Effects of small-scale animal disturbances on plant assemblages of set-aside land in Central Germany. *Journal of Vegetation Science*, **8**, 45-54.
- Mrotzek, R., Halder, M. & Schmidt, W. (1999) Die Bedeutung von Wildschweinen für die Diasporenausbreitung von Phanerogamen. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **29**, 437-443.
- Mühlenberg, M. (1993) *Freilandökologie*, 3 edn. Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.
- Muller, F.M. (1978) *Seedlings of the North-western European lowland: a flora of seedlings*. Junk, The Hague.
- Müller-Schneider, P. (1977) Verbreitungsbiologie (Diasporologie) der Blütenpflanzen. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidgenössischen Hochschule, Stiftung Rübel in Zürich*, **61**, 226.
- Nassery, H. & Harley, J.L. (1969) Phosphate absorption by plants from habitats of different phosphate status. I. Absorption and incorporation of phosphate by excised roots. *New Phytologist*, **68**, 13-20.
- Nebel, M., Philippi, G., Quinger, B., Rösch, M., Schiefer, J., Sebald, O. & Seybold, S. (1990) *Allgemeiner Teil, Spezieller Teil (Pteridophyta, Spermatophyta)*. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Neto, M.S. & Jones, R.M. (1987) Recovery of pasture seed ingested by ruminants. 2. Digestion of seed in sacco and in vitro. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **27**, 247-251.
- Neugebauer, K.R. (2001) Untersuchungen zur Gefährdung der Sandgrasnelke (*Armeria elongata*) durch Fragmentierungsprozesse. In *Forschung und Naturschutz in Sandlebensräumen* (ed Sandachse Franken), pp. 47-49, Erlangen.
- Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994) *Extensive Grünlandnutzung*. Neumann Verlag, Radebeul.
- Nowack, K.-H. (1991) Phosphorversorgung biologisch bewirtschafteter Äcker und Möglichkeiten der Bioindikation. *Göttinger Dissertationen*, **8**, 1-139.
- Noy-Meir, I., Gutman, M. & Kaplan, Y. (1989) Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology*, **77**, 290-310.
- Oberdorfer, E. (1956) Botanische Neufunde aus Baden (und angrenzenden Gebieten). *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F.*, **10**, 278-284.

- Otte, A. & Ludwig, T. (1990a) Planungsindikator dörfliche Ruderalvegetation. Teil 1: Methode zur Kartierung und Bewertung. *Materialien zur ländlichen Neuordnung*, **18**, 1-150.
- Otte, A. & Ludwig, T. (1990b) Planungsindikator dörfliche Ruderalvegetation. Teil 2: Handbuch zur Bestimmung dörflicher Ruderalgesellschaften. *Materialien zur ländlichen Neuordnung*, **19**, 1-273.
- Pakeman, R.J. (2001) Plant migration rates and seed dispersal mechanisms. *Journal of Biogeography*, **28**, 795-800.
- Pakeman, R.J., Digneffe, G. & Small, J.L. (2002) Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology*, **16**, 296-304.
- Pakeman, R.J., Engelen, J. & Attwood, J.P. (1999) Rabbit endozoochory and seedbank build-up in an acidic grassland. *Plant Ecology*, **145**, 83-90.
- Pettit, N.E., Froend, R.H. & Ladd, P.G. (1995) Grazing in remnant woodland vegetation: changes in species composition and life form groups. *Journal of Vegetation Science*, **6**, 121-130.
- Pfadenhauer, J. (1997) *Vegetationsökologie: ein Skriptum*, 2 edn. IHW-Verlag, Eching.
- Philippi, G. (1968) Zur Kenntnis der Zwergbinsengesellschaften (Ordnung der Cyperetalia fusci) des Oberrheingebietes. *Veröffentlichungen der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg*, **36**, 65-130.
- Philippi, G. (1969) Zur Verbreitung und Soziologie einiger Arten von Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften im badischen Oberrheingebiet. *Mitteilungen der baden-württembergischen Landesverwaltung für Naturkunde und Naturschutz, N.F.*, **10**, 139-172.
- Philippi, G. (1971) Beiträge zur Flora der nordbadischen Rheinebene und der angrenzenden Gebiete. *Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland*, **30**, 9-47.
- Philippi, G. (1992) Onagraceae, Nachtkerzengewächse. *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs* (eds O. Sebold, S. Seybold & G. Philippi), Vol. 4, pp. 33-64. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Phillips, J.F.V. (1926) "Wild Pig" (*Potamochoerus choeropotamus*) at the Knysna: Notes by a naturalist. *South African Journal of Science*, **23**, 655-660.
- Pickett, S.T.A., Kolasa, J., Armesto, J.J. & Collins, S.L. (1989) The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels. *Oikos*, **54**, 129-136.
- Plachter, H. (1998) Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, **56**, 21-66.
- Plarre, W. (1999) Die Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweines. *Natur- und Kulturlandschaft*, **3**, 178-186.
- Plochmann, R. (1979) Mensch und Wald. *Rettet den Wald* (ed H. Stern), pp. 157-198. Kindler, München.
- Portnoy, S. & Willson, M.F. (1993) Seed dispersal curves: behaviour of the tail of the distribution. *Evolutionary Ecology*, **7**, 25-44.

- Poschlod, P. (1991) Diasporenbanken in Böden - Grundlagen und Bedeutung. *Populationsbiologie der Pflanzen*. (eds B. Schmid & J. Stöcklin), pp. 15-40. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- Poschlod, P. (1993) "Underground floristics" - keimfähige Diasporen im Boden als Beitrag zum floristischen Inventar einer Landschaft am Beispiel der Teichbodenflora. *Natur und Landschaft*, **68**, 155-159.
- Poschlod, P. (1996) Das Metapopulationskonzept - eine Betrachtung aus pflanzenökologischer Sicht. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, **5**, 161-185.
- Poschlod, P. (2003). *Schweinefreilandhaltung im Rahmen der Landschaftspflege, Schlussbericht*. Universität Regensburg, Regensburg.
- Poschlod, P., Bakker, J.P., Bonn, S. & Fischer, S.F. (1996) Dispersal of plants in fragmented landscapes - Changes of dispersal processes in the actual and historical man-made landscape. *Species survival in fragmented landscapes* (eds J. Settele, C.R. Margules, P. Poschlod & K. Henle), pp. 123-127. Kluwer Academic Publisher.
- Poschlod, P. & Jackel, A.-K. (1993) Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenregens und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwäbischen Alb. *Flora*, **188**, 49-71.
- Poschlod, P., Schneider-Jacoby, M., Köstermeyer, H., Hill, B.T. & Beinlich, B. (2002) Does large-scale, multi-species pasturing maintain high biodiversity with rare and endangered species? - The Sava floodplain case study. *Pasture Landscapes and Nature Conservation* (eds B. Redecker, W. Härdtle, P. Finck, U. Riecken & E. Schröder), pp. 367-378. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Poschlod, P. & WallisDeVries, M.F. (2002) The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands – lessons from the distant and recent past. *Biological Conservation*, **104**, 361-376.
- Prach, K. (1993) Vegetational changes in a wet meadow complex, South Bohemia, Czech Republic. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, **28**, 1-13.
- Quinger, B. (1993) Elatinaceae, Tännelgewächse. *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs* (eds O. Sebal, S. Seybold & G. Philippi), Vol. 2, pp. 23-30. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Quinger, B., Bräu, M. & Kornprobst, M., eds. (1994) Lebensraumtyp Kalkmagerrasen. Vol. II.1, pp 583, München.
- Raunkiaer, C. (1910) Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*, **27**, 171-206d.
- Redecker, B., Härdtle, W., Finck, P., Riecken, U. & Schröder, E. (2002) *Pasture Landscapes and Nature Conservation*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Remmert, H. (1991) The mosaic-cycle concept of ecosystems. *Ecological Studies*, **85**, 1-168.
- Rorison, I.H. (1968) The response to phosphorus of some ecologically distinct plant species. I Growth rates and phosphorus absorption. *New Phytologist*, **67**, 913-923.

- Sala, O.E., Oesterheld, M., León, R.J.C. & Soriano, A. (1986) Grazing effect upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetatio*, **67**, 27-32.
- Scheffer, F. & Schachtschabel, P. (1992) *Lehrbuch der Bodenkunde*. Enke, Stuttgart.
- Schellberg, J., Mösel, B.M., Kühbauch, W. & Rademacher, I.F. (1999) Long-term effects of fertilizer on soil nutrient concentration, yield, forage quality and floristic composition of a hay meadow in the Eifel mountains, Germany. *Grass and Forage Science*, **54**, 195-207.
- Scherfse, V. (1993) Zum Einfluss der Beweidung auf das Gefäßpflanzen-Artengefüge von Salz- und Brackmarschen. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, **2**, 201-211.
- Schlichting, E., Blume, H.-P. & Stahr, K. (1995) *Bodenkundliches Praktikum*. Blackwell, Berlin, Wien.
- Schmidt, W. (1974) Bericht über die Arbeitsgruppe für Sukzessionsforschung auf Dauerflächen der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde. *Vegetatio*, **29**, 69-73.
- Schmidt, W. (1993) Sukzession und Sukzessionslenkung auf Brachäckern - Neue Ergebnisse aus einem Dauerflächenversuch. *Scripta Geobotanica*, **20**, 65-104.
- Schneider, C., Sukopp, U. & Sukopp, H. (1994) Biologisch-ökologische Grundlagen des Schutzes gefährdeter Segetalpflanzen. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, **26**, 1-347.
- Schneider-Jacoby, M. & Ern, H. (1990) *Save-Auen, Vielfalt durch Überschwemmung*. Resch, Radolfzell.
- Schönfelder, K. (1998) Ausbreitung von Pflanzen durch Schweine in den Save-Auen, Kroatien. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Philipps-Universität, Marburg.
- Schreiber, K.-F. (1997) Sukzessionen - Eine Bilanz der Grünlandbracheversuche in Baden-Württemberg. *Veröffentlichungen Projekt Angewandte Ökologie*, **23**, 1-188.
- Schubart, W. (1966) *Die Entwicklung des Laubwaldes als Wirtschaftswald zwischen Elbe, Saale und Weser*. M. & H. Schaper, Hannover.
- Schubert, R., Vent, W. & Rothmaler, W., eds. (1994) Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Kritischer Band., 8 edn. Vol. 4, pp 811. Gustav-Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- Schütz, W. (2000) The importance of seed regeneration strategies for the persistence of species in the changing landscape of Central Europe. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, **9**, 73-84.
- Sebald, O., Nebel, M. & Philippi, G. (1993) *Allgemeiner Teil, Spezieller Teil (Pteridophyta, Spermatophyta), Lycopodiaceae bis Plumbaginaceae*. Ulmer, Stuttgart.
- Sebald, O., Nebel, M. & Philippi, G. (1996) *Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklasse Asteridae), Buddlejaceae bis Caprifoliaceae*. Ulmer, Stuttgart.
- Sebald, O., Nebel, M. & Philippi, G. (1998) *Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklassen Commelinidae Teil 2, Arecidae, Liliidae Teil 2) Juncaceae bis Orchidaceae*. Ulmer, Stuttgart.

- Silvertown, J. & Doust, J.L. (1993) *Introduction to plant population biology*, 3 edn. Blackwell Scientific, Oxford.
- Silvertown, J. & Smith, B. (1989) Germination and population structure of spear thistle *Cirsium vulgare* in relation to experimentally controlled sheep grazing. *Oecologia*, **89**, 369-373.
- Smith, R.S. (1994) Effects of fertilizers on plant species composition and conservation interest of UK grassland. *Grassland Management and Nature Conservation* (eds R.J. Hagggar & S. Peel), Vol. 28, pp. 64-73. British Grassland Society, Reading.
- Stender, S., Poschlod, P., Vauk-Hentzelt, E. & DERNEDDE, T. (1997) Die Ausbreitung von Pflanzen durch Galloway-Rinder. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **27**, 173-180.
- Stiles, E.W. (1992) Animals as Seed Dispersers. *Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities* (ed M. Fenner), pp. 87-104. CAB International, Wallingford.
- Tackenberg, O., Poschlod, P. & Bonn, S. (2003) Assessment of wind dispersal potential in plant species. *Ecological Monographs*, **73**, 191-205.
- Täuber, T. (2000) *Zwergbinsen-Gesellschaften in Niedersachsen - Verbreitung, Gliederung, Dynamik, Keimungsbedingungen der Arten und Schutzkonzepte*. Cuvillier-Verlag, Göttingen.
- Täuber, T. & Petersen, J. (2000) Isoëto Nanojuncetea (D1) Zwergbinsen-Gesellschaften. *Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands*, **7**, 1-87.
- Ten Cate, C.L. (1972) *Wan god mast gift... Bilder aus der Schweinezucht im Walde*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Ter Heerdt, G.N.J., Verweij, G.L., Bekker, R.M. & Bakker, J.P. (1996) An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, **10**, 144-151.
- Thompson, K. (1986) Small-scale heterogeneity in the seed bank of an acidic grassland. *Journal of Ecology*, **74**, 733-738.
- Thompson, K., Bakker, J.P. & Bekker, R.M. (1997) *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Thompson, K., Ceriani, R.M., Bakker, J.P. & Bekker, R.M. (2003) Are seed dormancy and persistence in soil related? *Seed Science Research*, **13**, 97-1000.
- Thompson, K., Green, A. & Jewels, A.M. (1994) Seeds in soil and worm casts from a neutral grassland. *Functional Ecology*, **8**, 29-35.
- Thompson, K., Hodgson, J.G., Grime, J.P. & Burke, M.J.W. (2001) Plant traits and temporal scale: evidence from a 5-year invasion experiment using native species. *Journal of Ecology*, **89**, 1054-1060.
- Thornton, K. (1988) *Outdoor Pig Production*. Faming Press limited, Ipswich, Suffolk.
- Thun, R. (1991) Die Untersuchung von Böden. *Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch)* (ed R. Bassler), Vol. 1. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

- Tiekötter, A. (1998) Untersuchungen zur Auswirkung der Beweidung durch Schweine auf die Vegetation von Auenüberflutungsräumen. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Philipps-Universität, Marburg.
- Tilman, D. (1982) *Resource Competition and Community Structure*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Tilman, D. (1993) Species richness of experimental productivity gradients: How important is colonization limitation? *Ecology*, **74**, 2179-2191.
- Timm, A. (1960) *Die Waldnutzung in Norddeutschland im Spiegel der Weistümer*. Bülow-Verlag, Köln, Graz.
- Treiber, R. (1997) Vegetationsdynamik unter dem Einfluß des Wildschweines (*Sus scrofa* L.) am Beispiel bodensaurer Trockenrasen der elsässischen Harth. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, **6**, 83-95.
- Tucak, Z. (1996) Ergebnisse von 155 Mageninhaltsuntersuchungen von Schwarzwild (*Sus scrofa* L.) im ungegatterten Teil des Waldjagdreviere Belje in Baranja. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, **42**, 165-172.
- Tweddle, J.C., Turner, R.M. & Dickie, J.B. (2003) Seed Information Database (release 4.0, Jan. 2003). Royal Botanic Gardens, Kew.
- Van der Maarel, E. & Sykes, M.T. (1993) Small-scale plant species turnover in a limestone grassland: the carousel model and some comments on the niche concept. *Journal of Vegetation Science*, **4**, 179-188.
- Van der Pijl, L. (1982) *Principles of Dispersal in Higher Plants*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Verhoeven, J.T.A., Koerselman, W. & Meuleman, A.F.M. (1996) Nitrogen- or phosphorus-limited growth in herbaceous, wet vegetation: relations with atmospheric inputs and management regimes. *Trends in Ecology and Evolution*, **11**, 494-497.
- Vesk, P.A. & Westoby, M. (2001) Predicting plant species' responses to grazing. *Journal of Applied Ecology*, **38**, 897-909.
- Vittoz, P. & Hainard, P. (2002) Impact of free-range pigs on mountain pastures in the Swiss Jura. *Applied vegetation science*, **5**, 247-254.
- Walker, B., Kinzig, A. & Langridge, J. (1999) Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem function: The nature and significance of dominant and minor species. *Ecosystems*, **2**, 95-113.
- WallisDeVries, M.F., Bakker, J.P. & van Wieren, S.E. (1998) *Grazing and Conservation Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Wattendorf, P. (1999) Naturpark Lonjsko Polje. *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege* (eds W. Konold, R. Böcker & U. Hampicke), Vol. XIV_1, pp. 1-12. ecomed, Landsberg.
- Wattendorf, P. (2001) Hutweiden im mittleren Savatal. *Culterra*, **27**, 1-293.
- Wedin, D.A. & Tilman, D. (1996) Influence of nitrogen loading and species composition on the carbon balance of grassland. *Science*, **274**, 1720-1723.
- Wehsarg, O. (1954) *Ackerunkräuter. Biologie. Allgemeine Bekämpfung und Einzelbekämpfung*. Akademie-Verlag, Berlin.
- Weiher, E., van der Werf, A., Thompson, K., Garnier, M. & Eriksson, O. (1999) Challenging Therophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science*, **10**, 609-620.

- Westoby, M. (1998) A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil*, **199**, 213-227.
- Westoby, M., Jurado, E. & Leishman, M. (1992) Comparative Evolutionary Ecology of Seed Size. *Trends in Ecology and Evolution*, **7**, 368-372.
- White, P.S. & Jentsch, A. (2001) The search for Generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. *Progress in Botany*, **62**, 399-450.
- White, P.S. & Pickett, S.T.A. (1985) Natural Disturbance and Patch Dynamics: An Introduction. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics* (eds S.T.A. Pickett & P.S. White), pp. 3-13. Academic Press, Orlando.
- Whitehead, D.C. (2000) *Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships*. CABI Publishing, Wallingford.
- Wiseman, J. (1986) *A History of the British Pig*. Gerald Duckworth & Co. Ltd., London.
- Wisskirchen, R. & Haeupler, H. (1998) *Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Ulmer, Stuttgart.
- Woodward, F.I. & Cramer, W. (1996) Plant functional types and climatic changes: introduction. *Journal of Vegetation Science*, **7**, 306-308.
- Zerboni, H.N.v. & Grauvogl, H. (1984) Schwein. *Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere* (eds H. Bogner & A. Grauvogl), pp. 246-297. Ulmer, Stuttgart.
- Zimmermann, W. (1926) Weitere Neufunde und Standortsmittelungen aus der Flora von Achern (1924-1925). *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F.*, **2**, 28-32.
- Zobel, M. (1997) The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? *Trends in Ecology and Evolution*, **12**, 266-269.
- Zobel, M., van der Maarel, E. & Dupré, C. (1998) Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. *Applied vegetation science*, **1**, 55-66.

10 Dank

Ich danke Prof. Dr. Peter Poschlod, der mich von der ersten Minute an mit der Projektidee der Schweinefreilandhaltung fesselte, den nötigen Verwaltungsaufwand des gesamten Forschungsprojektes mit großem Einsatz abwickelte und meine Promotion betreute. Prof. Dr. M. Kleyer danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierte einen Großteil der Arbeit im Projekt „Schweinefreilandhaltung im Rahmen der Landschaftspflege“ (Kennzeichen 01LN0002). Ich danke besonders dem enthusiastischen Koordinator und Initiator des Forschungsprojektes Dr. Burkhard Beinlich für seinen unermüdlichen Einsatz, aber auch Frau Dr. Tischer, Prof. Dr. Reinhold Jahn, Kerstin Ties, Benjamin Hill, Heiko Köstermeyer, Kirsten Mitlacher, Christian Willerding und allen anderen Projektmitarbeitern für den Datenaustausch und kritische Diskussionen.

Arndt Hampe, Karin von Rehmen, Daria Kreyer und Dorothee Moog haben viele undankbare Null-Aufnahmen in der schwierigen Zeit des Projektstarts angelegt. Kirsten Schönfelder und Anke Tiekötter nahmen im Rahmen ihrer Diplomarbeiten Daten in den Referenzgebieten der Saveauen auf. Ich danke den Projektmitarbeitern des Aufgabenschwerpunkts „flächendeckende Kartierung“ Frank Grawe, Daria Kreyer, Christine Linhard und Dorothee Moog und den Diplomandinnen Daria Kreyer, Monika Gesing und Doro Walther für ihre ausgezeichnete Zusammenarbeit im Team. Zwei Großpraktikumsgruppen (Benno von Blanckenhagen, Kathrin Bylebyl, Holger Christ, Volker Gantke, Monika Gesing, Markus Solbach, Dorothee Walther) haben die Vegetationskartierungen und Diasporenbankbeprobungen in einem Jahr in zwei Gebieten übernommen. Ich danke allen Kartierern im Projekt für die Überlassung ihrer Daten, die umfassende Auswertungen ermöglichten.

Ohne die tatkräftige Hilfe der zahlreichen studentischen Hilfskräfte im Feld, im Gewächshaus und am Computer wäre dieses Projekt nicht durchführbar gewesen: Benno von Blanckenhagen, Andrea Burmester, Holger Christ, Agnes Dittmar, Kristina Ehrlinger, Gerriet Fokul, Natascha Friedrich, Monika Gesing, Silka Guternacht, Brigitte Hasper, Matthias Jäger, René Kallies, Sven Kreutz, Inga Michalczyk, Dorothee Moog, Hans Ondraschek, Eva Remke, Tanja Rottstock, Anika Staack und Wenying Wu.

Die logistische Unterstützung von StattAuto Marburg, einfach-mobil Marburg und stadtmobil Regensburg, und die handwerkliche Unterstützung von Herrn Schmidt (Werkstadt der Uni in Marburg) erwiesen sich als ungeheuer hilfreich. Ich danke Heiko Köstermeyer, Frau Warwel, Familie Bauer und Familie Markus für ihre Gastfreundschaft vor Ort. Herr Pester (Landschaftspflege GmbH Lenzen), die Landwirte Familie Bauer junior und senior (Tieringen) und Josef Markus (Bellersen) unterstützen uns vielfältig. Besonders Familie Bauer danke ich für ihr großes Verständnis für die „Blümleszähler“.

Martin Scheuerer stellte Quadrantenlisten der Floristischen Rasterkartierung zur Verfügung. Ich danke besonders Christian Willerding für seine professionelle Hilfe am Computer, den Mitgliedern der Arbeitsgruppe in Marburg und dem Lehrstuhl in Regensburg für Hilfe, das aufmerksame Korrekturlesen, Aufmunterung, kritische Diskussionen, viel Spaß beim Skifahren, Feiern und anderen gemeinsamen Aktivitäten.

Andrea stand mir nicht nur als Hiwi mit schneller Auffassungsgabe und beim „dicken Ende“ zur Seite. Ich danke besonders meinen Eltern für ihr großes Verständnis für meine gesamte Arbeit (nicht nur für die kulinarischen Projektaspekte) und für ihre Unterstützung.

11 Anhang

Tabelle 68. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Brucht.

	Veränderungen						Deckung in %												Anzahl besiedelter Dauerbeobachtungsflächen																	
	Schwein		Brache		kon. Nutz.		Schwein				Brache				Konventionelle Nutzung				Schwein				Brache				Konventionelle Nutzung									
Art	D	F	D	F	D	F	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002		
Acer sp. (Keimling)							-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Achillea millefolium L.	(a)		(a)		(a)		1,0	-	-	-	0,5	-	-	-	0,8	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-			
Aethusa cynapium L.	(z)						-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Elymus repens (L.) Gould s. str.	Z	Z	Z	Z			3,2	8,3	20,3	11,1	4,5	10,2	37,5	48,5	2,6	9,0	5,7	8,5	16	21	23	26	8	13	11	10	5	5	6	2						
Agrostis stolonifera L.	Z	Z					10,1	25,1	15,0	28,2	18,6	37,8	20,2	19,3	14,1	14,4	11,9	13,7	14	17	20	24	11	11	9	8	7	8	8							
Agrostis capillaris L.	A		A				15,4	11,1	10,2	9,6	28,4	10,8	7,4	4,9	-	2,5	3,0	-	15	13	13	13	4	4	4	4	-	1	1	-	-	-	-			
Alnus glutinosa (L.) P. Gaertn.	(z)		(a)				-	-	0,3	0,5	7,5	4,6	3,3	-	7,9	5,7	5,7	9,3	12	14	11	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Alopecurus geniculatus L.			A	A			4,8	9,3	3,9	2,7	0,5	4,6	3,3	-	-	-	-	-	12	14	11	11	8	7	4	2	-	7	7	7	6					
Alopecurus pratensis L.			Z				0,9	3,8	2,8	1,8	4,2	6,6	8,2	8,1	11,3	17,8	16,4	10,6	4	5	3	6	8	9	9	9	6	8	8	7						
Anagallis arvensis L.	(z)						-	0,5	0,3	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Anthoxanthum odoratum L. s.str.	A	A	A				6,1	1,4	1,3	1,5	3,3	3,8	2,8	1,2	-	-	-	-	3	4	2	1	4	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-			
Apera spica-venti (L.) P. Beauv.							-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.	(z)						-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Arctium lappa L.	(z)						-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Arctium nemorosum Lej.	(z)						-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J.	(a)		(a)				1,0	-	-	-	1,0	2,5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Atropis patula L.	(z)						-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Barbarea vulgaris R. Br.							-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bellis perennis L.							0,8	0,5	0,8	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bidens tripartita L.	Z	Z					-	-	1,3	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bromus hordeaceus L.	A	A	A	A			21,5	1,8	2,4	1,5	1,2	0,8	0,5	0,3	2,7	2,8	2,2	2,6	10	14	7	2	8	4	1	1	7	8	7	4						
Calystegia sepium (L.) R. Br.			(z)				-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-			
Campanula rotundifolia L. s.str.	(a)						1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	(z)						0,8	0,7	0,7	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cardamine pratensis L. s.str.			A	A			0,7	0,7	0,6	0,4	0,8	0,4	0,5	0,3	0,6	0,8	0,8	0,3	6	3	3	5	2	3	1	1	4	4	2	4						
Cerastium holosteoides Fr.			A	A			0,9	1,0	0,7	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,8	1,1	0,8	0,6	25	25	26	18	10	4	1	2	4	6	5	5						
Chenopodium album L.	(z)						-	-	0,5	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cirsium arvense (L.) Scop.	Z	Z	(z)				1,5	7,8	8,4	5,2	1,5	2,0	0,9	3,3	-	-	-	-	7	12	19	23	1	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-			
Cirsium vulgare (Savi) Ten.							0,8	4,0	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Coryza canadensis (L.) Cronquist	Z	Z					-	1,5	1,4	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Crepis biennis L.	(a)						0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Crepis capillaris (L.) Wallr.							0,8	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cynosurus cristatus L.			(a)				20,0	0,5	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Dactylis glomerata L. s.str.	A	Z					7,0	2,9	6,4	5,7	3,3	13,0	9,3	7,4	4,0	1,8	2,8	1,3	8	12	17	19	4	4	6	7	3	2	4	3						
Daucus carota L.	(z)						-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Epilobium ciliatum Raf.	(z)						3,0	0,3	0,5	0,6	-	0,8	0,5	1,0	-	-	-	-	1	3	2	3	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-			
Epilobium collinum C. C. Gmel.	(a)						1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Epilobium ciliatum x tetragonum ssp.	(z)						-	-	0,5	1,0	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-			
Erophila verna (L.) DC. s.l.	(a)						-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Festuca arundinacea Schreb.	(z)						0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Festuca pratensis Huds. s.l.							1,0	0,5	1,8	0,5	6,5	-	-	2,0	2,8	4,4	1,4	1,0	2	1	2	1	2	1	-	-	4	4	3							
Festuca rubra L.	A	A					29,4	15,2	11,5	7,3	18,3	15,6	20,9	15,9	-	-	-	-	9	5	7	6	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-			
Galeopsis tetrahit L.	Z	Z	Z	Z			0,5	4,0	2,2	6,1	0,5	0,4	0,1	1,0	-	-	-	-	1	5	16	20	-	-	1	2	5	6								
Galium aparine L.			Z				0,9	0,6	0,6	0,5	3,0	0,7	0,5	0,8	0,8	0,3	0,3	0,3	8	7	6	7	2	4	2	7	2	1	2	1						
Glechoma hederacea L.							0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Glyceria fluitans (L.) R. Br.			(a)				-	-	-	-	1,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Gnaphalium uliginosum L.	Z	Z					-	0,3	0,3	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Heracleum sphondylium L.							1,0	-	-	0,5	1,0	3,0	3,0	3,0	-	-	-	-	1	-	-	1	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-			
Hieracium pilosella L.							1,0	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-				
Holcus lanatus L.	A	A	Z				19,3	8,1	11,7	9,5	12,1	12,4	20,4	31,2	8,5	6,6	9,6	14,9	26	24	23	23	13	14	15	12	8	8	8	8						
Hordeum vulgare L.	(z)						-	-	0,5	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Humulus lupulus L.							-	-	-	-	-	0,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-			
Hypochaeris radicata L.	(a)						0,7	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Juncus bufonius L.	Z	Z			(z)		-	0,5	0,6	1,2	-	-	-	-	-	0,5	-	-	6	10	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
Lamium purpureum L. s.l.	(z)						-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Leontodon autumnalis L.			(a)				1,0	0,3	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Leontodon hispidus L.	(a)		(a)				1,0	0,3	0,3	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Leucantherum vulgare Lam. s.str.	(a)						23,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Lolium perenne L.	A	A	A	A			0,8	9,8	5,4	2,9	19,2	9,1	5,3	1,4	33,1	8,1	8,5	13,4	25	22	19	12	15	13	7	2	-	7	8	8	8					
Luzula campestris (L.) DC.	(a)		(a)				2,3	0,6	0,5	0,5	0,8	-	-	0,8	-	-	-	-	3	3	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Lycopus europaeus L.	(z)						-	-	0,4	-	-	-	-																							

Tabelle 69. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Lenzen.

Veränderungen	Schwein					Mittlere Deckung												Anzahl besiedelter Aufnahmeflächen												
	Brache		KNutz			Schwein				Brache				KNutz				Schwein				Brache				KNutz				
	D	F	D	F	D	F	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002	Null	2000	2001	2002
<i>Achillea millefolium</i> L.							-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1
<i>Achillea ptarmica</i> agg.		(z)					-	0,0	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis canina</i> L.	A	A	Z	Z	Z		-	6,5	2,8	2,2	-	0,8	1,3	2,5	-	3,4	1,0	8,4	-	15	10	9	-	6	8	9	-	11	5	12
<i>Agrostis capillaris</i> L.							-	1,5	0,2	0,2	-	0,1	1,4	0,0	-	2,5	-	2,5	-	4	1	2	-	2	5	1	-	7	-	6
<i>Agrostis stolonifera</i> L.			Z				-	5,5	0,6	4,4	14,1	15,5	10,6	20,2	5,5	5,2	8,2	4,1	-	16	8	17	16	24	21	24	13	17	16	9
<i>Alisma lanceolatum</i> With.		(z)					-	-	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	A		A				9,2	1,8	2,8	3,2	26,3	14,1	10,5	3,7	3,1	1,1	10,8	0,3	11	12	11	11	14	22	18	15	7	11	17	6
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	A	A	Z	Z	Z	Z	10,4	4,0	3,0	2,8	5,0	6,1	6,0	7,4	4,3	5,0	3,1	6,3	25	26	23	20	15	21	24	23	13	26	22	26
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. s.str.							-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	3
<i>Arctium lappa</i> L.							-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv.	(a)						0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	0,0	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2	-	3
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville			(z)				-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Bidens frondosa</i> L.	(z)						-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bidens tripartita</i> L.	(z)		(z)				-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	2	1	2	-	-	2	2	-	-	2	-
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	(a)						0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	3	3	-	-	-	-	-	-	2	2	-	3
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth			(z)				-	-	-	-	0,2	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	1
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtner	(z)						-	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campanula patula</i> L.			(a)				0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	-	0,0	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Cardamine pratensis</i> L. s.str.							8,8	9,5	6,8	6,5	2,7	4,7	4,1	3,8	13,9	21,4	14,3	19,5	10	13	12	11	5	5	5	5	14	15	16	15
<i>Carex acuta</i> L.							0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	1,2	1,0	0,5	0,2	0,2	0,6	8	5	5	7	2	5	6	7	8	9	6	10
<i>Carex hirta</i> L.							-	0,0	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	2	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Carex ovalis</i> Good.	Z	Z					-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	1	2	4	2	-	-	1
<i>Carex praecox</i> Schreb. s.l.	A		Z				6,9	1,3	1,1	5,2	-	0,0	-	1,8	-	0,5	-	1,2	4	2	2	6	-	1	-	5	-	2	-	3
<i>Carex vulpina</i> L.							2,7	5,6	3,5	3,0	1,2	0,6	0,6	0,6	3,2	3,4	1,2	3,8	23	24	20	21	11	12	10	14	13	19	12	19
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.							0,1	0,2	0,1	0,1	-	0,1	0,0	-	0,1	0,1	0,0	0,0	5	7	7	3	-	1	1	-	6	6	1	3
<i>Chenopodium album</i> L.	(z)						-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.							-	0,0	0,1	-	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	1	4	-	-	-	1	1	-	-	1	-
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Z	Z	Z	Z	Z	Z	-	1,5	4,6	1,0	0,5	0,4	1,6	1,1	0,3	0,5	1,8	0,8	-	10	20	15	1	1	3	8	2	10	10	15
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.							0,0	-	0,4	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	1	-	7	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.			(z)				0,1	0,0	0,3	0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	-	0,0	-	6	3	8	1	-	-	2	1	1	-	1	-
<i>Cynosurus cristatus</i> L.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.	(z)		(z)				-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,1	0,1	-	0,0	-	-	1	1	-	-	-	-	1	3	3	-	1
<i>Daucus carota</i> L.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	Z		A		A		6,2	5,7	9,0	11,0	9,1	1,3	3,6	2,8	16,7	6,2	2,9	4,2	16	22	17	20	14	15	17	17	23	19	13	21
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. &	A						0,8	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,7	0,1	0,8	9	9	8	8	7	8	4	7	4	11	5	9
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould s. str.			Z				-	1,0	0,9	0,2	0,3	7,2	13,4	9,2	0,2	5,0	7,0	2,5	-	10	11	6	2	22	21	22	3	24	16	16
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.							-	0,1	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	4	1	1	-	-	-	-	1	2	1	1
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragynum</i> ssp.	Z	Z					-	0,0	0,5	1,1	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	-	-	1	13	11	-	-	1	-	-	1	1	-
<i>Equisetum arvense</i> L.							-	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,3	0,1	-	-	0,1	-	-	3	1	1	7	5	7	5	-	-	4	-
<i>Erophila verna</i> (L.) DC. s.l.	(z)				(a)		-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	2	1	-	-
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	(a)						0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.	A						2,7	1,6	0,6	0,2	0,1	0,7	0,5	0,1	0,6	1,5	0,7	1,4	11	8	11	6	2	4	6	3	9	6	10	
<i>Festuca rubra</i> L.							0,0	0,1	0,1	0,1	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	-	0,3	1	3	2	2	-	1	1	1	2	4	-	5
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	(z)						-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Galium mollugo</i> L. s.str.	(a)						0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	1	-
<i>Galium palustre</i> L. s.l.	Z						0,5	1,3	0,9	1,0	0,6	1,2	0,6	0,3	2,5	2,9	1,3	1,7	17	21	16	23	7	9	7	11	20	24	14	22
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	Z	Z					0,7	0,9	0,6	4,4	6,6	2,9	0,8	5,4	0,6	0,6	0,8	0,8	5	7	4	12	9	10	7	11	5	8	8	5
<i>Glyceria maxime</i> (Hartm.) Holmb.	Z						0,2	0,8	0,2	1,8	4,4	2,3	1,9	2,3	4,3	4,4	1,7	3,2	3	4	3	3	5	5	5	5	10	11	8	9
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	(z)						-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Holcus lanatus</i> L.	A						4,5	3,6	2,5	1,7	1,2	1,4	1,2	0,7	7,1	6,3	1,9	8,4	16	19	19	17	7	4	8	5	13	17	10	16
<i>Hypericum perforatum</i> L.							-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Juncus articulatus</i> L.	Z						-	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Juncus bufonius</i> L.	Z	Z					-	0,1	0,0	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1									

Tabelle 70. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Eggelwiesen.

Art	Veränderung				Deckung								Anzahl besiedelter Dauerbeobachtungsflächen															
	Schwein		Brache		Schweineeweide				Brache				Schweineeweide				Brache				Schweineeweide				Brache			
	D	F	D	F	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
<i>Agrostis capillaris</i> L.			(z)		-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i> L.			(a)		0,9	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ajuga reptans</i> L.	A				2,6	1,9	1,2	0,5	0,8	1,2	0,3	0,1	14	18	17	12	2	3	2	3								
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	A			A	31,5	23,4	15,7	14,5	30,3	34,4	27,3	23,9	31	32	32	32	15	16	16	16								
<i>Angelica sylvestris</i> L.			(z)		-	0,0	0,1	0,0	-	-	0,1	0,0	-	2	2	2	-	-	-	1	1							
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Z	Z		A	-	0,0	0,1	0,2	0,8	1,6	1,2	0,7	-	1	4	5	7	4	2	3								
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J.					12,8	17,6	15,4	14,5	13,8	19,1	19,1	16,4	14	14	16	15	6	7	7	7								
<i>Caltha palustris</i> L.					-	0,0	0,0	0,0	-	0,1	-	0,0	-	3	1	2	-	1	-	1								
<i>Cardamine pratensis</i> L. s.str.	Z	Z		(z)	0,2	0,0	0,1	0,3	-	-	-	0,0	5	3	3	10	-	-	-	-								
<i>Carduus crispus</i> L.			Z		-	-	0,1	0,1	-	-	-	0,2	-	-	3	5	-	-	-	2								
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.					-	-	-	-	1,3	0,6	0,8	1,4	-	-	-	-	1	1	1	1								
<i>Carex disticha</i> Huds.					0,2	0,3	0,3	1,0	5,0	2,1	6,4	7,9	1	3	3	2	2	4	5	3								
<i>Carex hirta</i> L.					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	1	1	1	1	1	1	1	3								
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard			(z)		-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-								
<i>Carex ovalis</i> Good.					-	0,1	0,1	0,0	-	-	0,0	-	-	1	1	1	-	-	1	-								
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.				A	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	-	0,0	6	6	6	5	4	2	-	1								
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Z	Z	Z	Z	0,8	1,7	1,3	0,5	1,2	3,8	13,4	4,5	10	17	15	16	3	7	5	8								
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	A	A	Z		1,8	0,5	0,2	0,1	0,3	0,2	0,4	0,5	12	9	8	5	4	3	4	5								
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	Z	Z			0,1	0,4	0,1	0,1	-	-	-	0,1	1	3	1	2	-	-	-	1								
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	A				0,7	0,4	0,1	0,0	1,1	0,0	0,1	0,1	6	6	6	1	5	1	2	1								
<i>Convolvulus arvensis</i> L.					-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,1	0,2	-	1	2	-	-	2	2	1								
<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.	A	Z	A	A	2,5	1,7	1,8	1,5	1,1	0,9	0,3	0,3	8	10	10	12	4	4	2	3								
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv. s.str.			Z		3,5	3,1	4,0	3,6	2,4	2,4	2,2	2,4	11	13	12	14	4	7	9	9								
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould s. str.					0,5	0,9	1,2	0,6	0,1	1,3	0,8	1,8	5	11	14	13	1	8	8	7								
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.	A				11,5	2,2	3,3	1,5	4,3	1,1	1,2	1,3	24	19	26	21	8	7	10	8								
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp. <i>lamyi</i>		(a)			0,3	0,0	0,0	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-								
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp.	A				2,9	1,0	1,5	0,4	0,7	0,2	0,3	0,3	12	10	16	12	5	4	7	6								
<i>Epilobium hirsutum</i> L.					-	-	-	-	0,0	0,2	-	0,1	-	-	-	-	1	1	-	1								
<i>Equisetum arvense</i> L.					-	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-	5	1	2	1	2	2	2								
<i>Equisetum palustre</i> L.	Z	Z			-	0,1	0,2	0,3	-	-	-	-	-	5	6	9	-	-	-	-								
<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.			(a)		-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-								
<i>Festuca rubra</i> L.			A	Z	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3	0,1	3	3	2	3	1	2	1	4								
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.			(z)		0,0	0,0	0,0	0,1	-	-	-	-	1	1	2	3	-	-	-	-								
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.					0,1	0,5	0,6	0,2	0,1	0,1	0,5	0,1	7	15	17	11	2	3	11	3								
<i>Galium aparine</i> L.					0,8	0,9	0,8	1,0	1,5	1,9	2,0	1,2	18	28	29	25	13	16	16	16								
<i>Galium mollugo</i> L. s.str.					0,4	0,7	1,0	0,6	0,2	0,3	0,5	0,5	4	4	7	9	1	1	1	5								
<i>Galium palustre</i> L. s.l.	Z		(z)		0,1	0,3	0,3	0,3	-	-	-	0,1	4	5	5	8	-	-	-	2								
<i>Geum urbanum</i> L.			(a)		0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-								
<i>Glechoma hederacea</i> L.					0,6	0,8	1,1	0,4	0,5	0,4	0,6	0,7	7	7	7	5	2	1	3	2								
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.			(a)		1,5	0,5	0,1	1,1	1,2	-	-	-	5	3	5	7	4	-	-	-								
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	Z	Z			0,0	0,1	0,1	0,2	-	0,0	0,0	0,0	1	2	3	6	-	1	1	1								
<i>Holcus lanatus</i> L.			A		8,1	4,1	3,8	4,4	10,6	10,1	2,1	1,6	23	22	22	27	8	13	8	11								
<i>Hypericum perforatum</i> L.			(z)		-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	1								
<i>Hypericum tetrapetrum</i> Fr.			(z)		-	-	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	1	1								
<i>Juncus articulatus</i> L.			(z)		-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-								
<i>Juncus bufonius</i> L.					-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-								
<i>Juncus conglomeratus</i> L.			(a)	(a)	0,2	0,1	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	3	2	2	-	1	1	1	-								
<i>Juncus effusus</i> L.					1,4	2,5	2,8	2,7	0,8	1,4	1,1	0,8	12	14	17	13	4	7	5	6								
<i>Juncus inflexus</i> L.			(a)		-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-								
<i>Lathyrus pratensis</i> L.			(z)	(z)	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,1	-	-	1	1	-	1	1	1								
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. s.str.			(a)		0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-								
<i>Lolium perenne</i> L.					-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-								
<i>Lotus corniculatus</i> L.	Z				-	0,0	0,1	0,2	0,1	-	-	0,0	-	4	3	2	1	-	-	1								
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.			(z)		-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-								
<i>Lycopus europaeus</i> L.			(z)		-	0,0	0,2	0,1	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-								
<i>Matricaria recutita</i> L.			(z)		-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-								
<i>Mentha aquatica</i> L.					-	-	-	-	2,5	0,7	0,7	0,3	-	-	-	-	-	1	1	1								
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Z	Z			0,0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	1	11	14	8	1	2	2	1								
<i>Myosotis scorpioides</i> L.			(z)		-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,1	-	1	-	-	-	1	1	1								
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre	Z		Z		-	0,0	0,1	0,1	-	0,0	0,1	0,2	-	3	5	7	-	2	3	5								
<i>Poa pratensis</i> L. s.str.			(z)		-	0,0	0,1	0,1	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-								

Tabelle 71. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Schmandberg.

	Veränderungen				Mittlere Deckung								Anzahl besiedelter Dauerquadrate																
	SW-Fr		SW-Hst		Brache	Frühjahrsweide				Herbstweide				Brache				Frühjahrsweide				Herbstweide				Brache			
	D	F	D	F		1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
	D	F	D	F	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	
<i>Acer campestre</i> L.					0.0	-	-	0.0	-	-	-	-	0.0	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Achillea millefolium</i> L.				Z	0.1	0.2	0.1	0.1	0.6	-	-	-	0.8	0.8	1.0	1.5	2	2	1	1	2	-	-	-	4	2	3	3	
<i>Agropyron eupatorioides</i> L.				(a)	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould s. str.					0.8	-	0.2	0.3	1.7	-	0.4	0.8	2.5	0.1	1.9	2.7	6	-	5	7	9	-	7	10	6	1	8	7	
<i>Agrostis stolonifera</i> L.					-	-	-	0.0	-	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-		
<i>Agrostis capillaris</i> L.					-	0.0	-	0.0	-	-	-	-	0.2	-	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-	1	-	2		
<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande				(z)	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.				Z	-	-	-	-	-	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-		
<i>Anagallis arvensis</i> L.				(z)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
<i>Antirrhinum sylvestris</i> (L.) Hoffm.				Z	-	-	-	-	-	0.4	0.2	0.2	0.1	0.4	0.8	0.7	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	5	3	
<i>Aphanes arvensis</i> L.				Z	-	0.0	0.3	0.3	-	0.9	0.6	-	-	0.0	0.0	-	1	8	8	-	-	-	16	16	-	1	1		
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. (s.str.)				Z	0.1	-	0.0	0.1	-	-	0.2	0.3	-	-	-	-	1	-	1	3	-	-	6	6	-	-	-		
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J.				Z	0.9	1.1	0.6	1.6	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	-	-	-	2	2	4	4	1	2	1	1	1	-	-		
<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.				(z)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Atriplex patula</i> L.				(z)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Bellis perennis</i> L.				(z)	-	-	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.					1.3	0.4	0.4	0.9	0.0	-	-	-	1.0	0.2	0.2	0.2	1	1	1	1	1	-	-	-	2	1	1		
<i>Bromus hordeaceus</i> L.					0.1	0.3	0.3	0.2	-	0.0	0.0	-	-	0.0	0.1	0.0	0	2	4	7	5	-	1	2	-	1	1		
<i>Bromus sterilis</i> L.					0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	5	6	4	2	3	4	6	1	1	2	1		
<i>Campanula patula</i> L.					-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
<i>Campanula rotundifolia</i> L. s.str.					-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1		
<i>Capella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.				(z)	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
<i>Centaurea jacea</i> L. s.l.					0.1	-	-	-	0.4	0.2	0.2	0.1	2.1	0.8	0.8	0.8	3	-	-	-	-	5	2	2	2	1	2	2	
<i>Centaurea erythraea</i> Rafn					-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.					0.3	0.1	0.4	0.2	0.3	0.5	0.4	0.3	0.1	0.2	0.4	0.2	8	3	11	10	6	11	10	7	2	3	5	5	
<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange				(z)	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
<i>Chenopodium album</i> L.					-	0.1	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Cirsium acule</i> Scop.					-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.					0.6	0.4	0.1	0.2	0.6	0.4	0.6	1.0	0.7	0.5	0.5	0.9	7	5	3	5	5	5	5	6	3	4	4	6	
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.					0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.1	0.1	0.0	0.1	3	4	1	1	1	1	-	-	3	2	1	2	
<i>Clinopodium vulgare</i> L.				Z	-	0.4	0.2	0.6	0.6	0.3	-	-	0.2	0.2	0.4	0.6	-	4	4	4	1	1	-	-	3	1	1	1	
<i>Convolvulus arvensis</i> L.				Z	0.4	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	1.1	1.1	0.2	1.1	2.0	2.2	2	2	2	2	4	3	9	8	3	5	9	10	
<i>Cornus sanguinea</i> L.					-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. s.l.				Z	2.9	4.5	5.1	5.8	2.0	3.4	3.6	3.9	0.5	0.7	0.6	0.7	14	16	16	16	13	12	14	13	7	5	5	4	
<i>Crepis vesicaria</i> ssp. <i>taraxacifolia</i> (Thunb.)					0.1	0.0	0.1	0.1	-	0.2	0.4	0.3	-	0.0	0.1	-	2	2	4	3	-	6	4	3	-	1	2	-	
<i>Cynosorus cristatus</i> L.					0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	0.1	1	1	2	3	-	1	1	-	-	2		
<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.				A	24.3	13.1	7.5	8.4	34.9	24.5	15.4	15.6	36.6	32.8	25.1	26.3	17	16	17	17	17	17	17	17	13	13	13	13	
<i>Daucus carota</i> L.				A	4.9	2.1	1.3	2.5	9.3	2.9	0.9	2.0	4.6	2.5	0.8	0.8	17	16	16	17	17	14	14	17	9	9	9	9	
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv. s.str.					-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp.				A	1.4	0.6	0.3	0.3	2.1	0.7	0.4	0.5	1.8	0.8	0.9	1.2	15	14	7	11	15	12	8	10	12	11	9	10	
<i>Equisetum arvense</i> L.				(z)	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-		
<i>Erigeron acris</i> L.					-	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	0.0	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	1	1	-	1	
<i>Erophila verna</i> (L.) DC. s.l.				(z)	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-		
<i>Euphorbia exigua</i> L.				Z	0.0	-	0.0	0.1	-	-	0.2	0.1	-	-	-	-	2	-	2	4	-	-	6	6	-	-	-		
<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.					-	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	0.0	1.4	1.2	0.9	-	3	3	2	1	3	2	2	1	5	5	5	
<i>Festuca rubra</i> L.				A	3.8	3.4	3.8	3.5	3.1	1.4	2.4	3.0	6.3	5.5	5.0	4.1	5	7	7	7	5	4	5	5	8	4	5	5	
<i>Fragaria vesca</i> L.				(z)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
<i>Fraxinus excelsior</i> L.				(a)	0.0	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Galium aparine</i> L.				(a)	0.0	0.1	-	-	-	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	2	2	-	-	-	-	2	2	1	2	2	1	
<i>Galium mollugo</i> L. s.str.				Z	3.0	2.7	1.9	4.3	1.1	2.0	1.6	2.1	0.8	0.6	0.8	0.9	7	11	13	15	8	8	7	10	4	3	4	5	
<i>Galium verum</i> L. s.str.				A	1.9	-	-	-	-	1.3	0.1	-	-	0.9	0.3	0.4	0.7	8	-	-	-	-	-	6	2	-	2	2	
<i>Gentiana ciliata</i> (L.) Borkh.				(a)	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	0.2	0.1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	2	
<i>Geranium columbinum</i> L.				(a)	0.0	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	
<i>Geranium dissectum</i> L.					0.1	0.1	0.1	0.1	-	0.0	-	-	-	0.1	0.1	0.1	2	1	2	2	-	1	-	-	2	2	2	2	
<i>Geum urbanum</i> L.				(a)	0.1	-	-	-	-	0.1	0.1	0.0	0.3	0.3	0.4	0.4	2	-	-	-	-	4	2	2	1	4	4	5	5
<i>Hieracium aurantiacum</i> L.				(z)	-	-	0.0	0.0																					

Tabelle 72. Ableitung der Entwicklungstrends im UG Tieringen.

	Veränderungen						mittlere Deckung												Anzahl besiedelter Aufnahmeflächen																	
	Schwein		Brache		Rind		Schwein				Brache				Rind				Brache				Rind				Schwein									
	D	F	D	F	D	F	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002						
<i>Achillea millefolium</i> L.							0,5	0,3	0,2	0,9		0,4	0,2	0,1	0,1	2,8	1,6	2,0	3,1	3	3	3	2	8	12	11	12	5	6	5	8					
<i>Ajuga genevensis</i> L.							-	0,1	0,0	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-					
<i>Alchemilla vulgaris</i> L.							-	0,1	0,1	0,1		0,1	0,2	0,2	0,4					2	5	4	5	-	-	-	-	-	2	2	2					
<i>Alopecurus pratensis</i> L.			Z	Z			0,1	0,1	0,0	0,0		0,8	2,7	3,2	8,1	0,1	0,0	0,1	0,0	4	12	13	12	1	1	2	1	1	2	2	1					
<i>Anagallis arvensis</i> L.					(z)		-	-	0,0	0,0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1					
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. s.str.							-	-	-	-		0,1	0,2	0,1	-	-	-	-	-	6	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	A	Z					3,2	2,3	2,3	1,8		8,6	4,7	9,4	3,7	16,7	1,5	1,2	1,7	11	14	14	15	16	15	15	15	10	15	14	17					
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv.	(a)	Z	Z	Z	(a)		0,1	0,0	-	-		0,2	0,4	4,4	5,8	0,3	0,1	-	1	5	11	9	2	2	-	-	-	1	1	-	-					
<i>Atriplex patula</i> L.	Z	Z					-	-	-	0,7		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14					
<i>Bellis perennis</i> L.	(a)		(a)	Z	Z		0,0	0,0	-	-		0,1	0,1	-	-	0,1	0,2	0,1	0,6	1	1	-	-	1	4	5	11	1	2	-	-					
<i>Bromus erectus</i> Huds.	A	A					1,4	1,0	0,1	0,2		0,3	0,1	0,1	0,2	1,1	0,9	0,6	1,3	2	3	2	4	6	13	7	11	5	11	2	3					
<i>Bromus hordeaceus</i> L.							0,1	0,1	0,1	2,2		-	0,0	0,1	0,0	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	1	3	1					
<i>Bromus inermis</i> Leyss.					(z)		-	0,0	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2					
<i>Campanula rapunculoides</i> L.					(z)		-	-	0,0	0,1		-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	3	0				
<i>Campanula rotundifolia</i> L. s.str.					(z)		-	-	-	0,0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0				
<i>Capssella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Z	Z					-	0,3	0,5	2,7		-	-	-	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	1	-	-	1	2	3	6	5	-	-	9	17	19				
<i>Carum carvi</i> L.	A	A	A				6,4	0,9	1,2	0,0		5,6	1,9	2,4	0,8	4,3	0,8	1,0	2,1	15	16	16	16	15	16	14	16	19	17	7	2	0				
<i>Centaurea jacea</i> L. s.l.							-	0,0	0,0	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-					
<i>Centaurea scabiosa</i> L. s.l.	(z)						-	-	0,0	0,0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1					
<i>Cerastium arvense</i> L.							-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1				
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	A	A	A	A			0,7	0,5	0,3	0,3		0,9	0,8	0,6	0,2	0,9	0,8	1,0	1,2	11	15	14	6	13	16	16	16	14	17	9	8	0				
<i>Chaerophyllum bulbosum</i> L.							-	0,0	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-					
<i>Chenopodium album</i> L.	Z	Z					-	0,0	0,9	9,6		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12	19					
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Z	Z					-	-	0,1	3,1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9				
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Z	Z					-	-	0,0	0,1		0,1	2,2	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3				
<i>Colchicum autumnale</i> L.							-	0,0	-	-		-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-				
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Z	Z					0,0	0,1	0,1	0,3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4	4					
<i>Crepis biennis</i> L.			(a)				-	-	-	-		0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	A	A					0,4	0,1	-	-		0,1	-	-	-	0,2	0,0	0,2	0,5	1	-	-	-	1	1	3	7	4	3	-	-	-				
<i>Dactylis glomerata</i> L. s.str.	A	A	Z	A			4,8	4,8	2,5	2,5		6,0	8,0	14,3	12,1	9,3	5,9	4,2	2,7	15	16	16	16	16	16	16	16	18	19	19	13	0				
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould s. str.	(z)	Z	Z				-	0,4	0,4	0,3		-	0,2	0,6	4,5	-	0,4	0,0	-	-	6	5	8	-	1	1	-	-	1	3	3	0				
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp.							-	0,0	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Euphorbia exigua</i> L.	(z)						-	0,0	0,1	0,1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1				
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	(z)						-	-	0,1	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0				
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	(z)						-	0,0	0,0	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	0				
<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.							0,1	2,1	0,4	0,4		0,1	0,9	3,9	4,0	0,1	0,6	0,8	0,2	2	14	13	14	1	4	4	3	2	11	6	6	0				
<i>Festuca rubra</i> L.			Z	Z			0,6	0,9	0,0	0,2		-	-	0,2	1,4	0,6	2,0	2,6	-	-	-	-	2	5	4	7	13	4	2	1	2	0				
<i>Fumaria muralis</i> Sond. ex W. D. J.			(z)				-	-	-	-		-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	(z)						-	-	0,0	0,1		-	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2				
<i>Galium aparine</i> L.	(z)						-	-	0,1	0,2		-	0,0	0,0	0,1	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	1	1	0				
<i>Galium mollugo</i> L. s.str.	A	A	Z		A		2,9	2,3	0,7	0,6		4,8	6,4	15,7	16,3	2,1	0,4	0,5	0,6	10	12	12	14	8	8	6	7	11	9	7	7	0				
<i>Galium verum</i> L. s.str.							0,1	0,0	0,1	0,0		-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,0	-	-	-	-	2	-	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Geranium pratense</i> L.	A	A	Z	Z			1,0	0,1	-	-		0,6	0,7	2,1	3,2	-	-	-	-	2	4	7	10	-	-	-	-	-	4	3	-	0				
<i>Geranium pusillum</i> Burm. f.	Z	Z					-	0,0	0,6	1,1		-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	3	6				
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm. f.							0,1	0,0	0,1	0,3		0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	0,0	2	3	-	3	2	-	2	1	3	2	5	3	0				
<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.	A	A	Z		A	A	-	0,4	0,0	-		-	0,5	2,3	4,9	-	0,2	0,8	0,1	-	13	14	15	-	7	13	4	-	11	2	0	0				
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	A	A			A		14,9	3,1	0,5	0,3		12,1	15,8	19,3	7,9	6,3	0,5	0,8	0,7	15	16	16	16	9	13	12	10	19	19	11	8	0				
<i>Holcus lanatus</i> L.			(a)				-	-	-	-		-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Knaulia arvensis</i> (L.) Coult. s.str.	(z)						-	-	0,0	0,1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0				
<i>Lactuca serriola</i> L.	(z)						-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-				
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	(z)						-	-	0,0	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Lamium purpureum</i> L. s.l.	(z)						-	0,1	-	0,1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	0				
<i>Lathyrus pratensis</i> L.			Z	Z			0,1	0,1	-	0,0		0,2	0,1	0,3	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	3	3	5	9	4	1	2	2	2	3	-	1	1	0			
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. s.str.			(z)				0,1	0,2	0,0	0,2		-	0,1	0,0	0,1	-	-	0,0	0,1	-	2	1	1	-	-	1	2	2	6	2	1	0				
<i>Lolium perenne</i> L.	A	A	A		Z		10,9	10,8	4,5	4,5		9,1	3,7	2,2	0,2	8,0	15,2	21,7	20,4	16	16	16	7	16	16	16	16	18	19	19	16	13	0			
<i>Lotus corniculatus</i> L.	A	A					0,2	0,1	-	-		0,2	0,1	0,0	-	0,2	0,0	0,0	0,0	1	1	1	-	5	2	2	1	4	2	-	-	0				
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	(z)						-	-	0,0	0,0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0			
<i>Medicago lupulina</i> L.			A	A			0,1	0,2	0,1	0,2		0,2	0,1	-	-	0,2	0,1	0,0	0,3	4	7	-	-	3	4	1	6	1	9	5	3	0				
<i>Medicago sativa</i> L. s.str.	(a)						-	-	-	-		-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill			(z)				-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-									

Tabelle 73. Vegetationsaufnahmen von schweinebeeinflussten Bereichen der Saveauen, Kroatien.

Die Daten wurden durch Anke Tiekötter 1997 erhoben.

Art	mittlere Deckung
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	85,50
<i>Alisma lanceolatum</i> With.	0,08
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	0,43
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	0,04
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	0,03
<i>Bidens tripartita</i> L.	1,33
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	0,41
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	19,13
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	1,83
<i>Fraxinus</i> sp.	0,01
<i>Galium palustre</i> L. s.l.	0,30
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	0,05
<i>Gratiola officinalis</i> L.	0,08
<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliot	0,04
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	0,24
<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	0,08
<i>Mentha aquatica</i> L.	7,16
<i>Mentha pulegium</i> L.	1,00
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	0,08
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	0,25
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i> (Gilib.) Lange	4,33
<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	0,01
<i>Polygonum</i> sp.	0,10
<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)	0,09
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	5,75
<i>Potentilla reptans</i> L.	0,20
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.	3,64
<i>Ranunculus aquatilis</i> agg.	0,30
<i>Ranunculus sardous</i> Crantz	0,78
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	0,51
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> Kirschner, H. Ollg. & Stepanek	0,06
<i>Teucrium scordium</i> L.	0,20
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	0,13
<i>Trifolium repens</i> L.	6,75
<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Mérat) Lainz	0,05
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	0,01
<i>Xanthium italicum</i> Moretti s.str.	0,51

Z Zunahme, A Abnahme, (z) Zunahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, (a) Abnahme auf weniger als 3 Dauerquadraten, D Deckung, F Frequenz besiedelter Dauerquadrate, KNutz konventionelle Nutzung, SW-Fjr Frühjahrsweide der Schweine, SW-Hst Herbstweide der Schweine.

Generelle Entwicklung	Art	Brucht			Lenzen			Egelwiesen			Schmandberg			Tieringen				
		Schwein	Brache	K. Nutz	Schwein	Brache	KNutz	Schwein	Brache		SW-Fir	SW-Hst	Brache	Schwein	Brache	Rind		
		D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F	D F		
Zunahme auf Schweineweide	sicher	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.																
		<i>Aphanes arvensis</i> L.										Z	Z	Z	Z	(Z)		
		<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. (s.str.)											Z	Z				
		<i>Atriplex patula</i> L.	[Z]															
		<i>Bidens tripartita</i> L.	Z	Z		(Z)		(Z)							(Z)	Z	Z	
		<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	(Z)										(Z)			Z	Z	
		<i>Cardamine pratensis</i> L. s.str.		A	A				Z	Z	(Z)							
		<i>Carduus crispus</i> L.								Z								
		<i>Carex ovalis</i> Good.				Z	Z											
		<i>Chenopodium album</i> L.	(Z)			(Z)										Z	Z	
		<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.							Z	Z								
		<i>Clinopodium vulgare</i> L.											(a)	(a)				
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Z	Z									Z	Z				
		<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. s.l.											Z	Z				
		<i>Equisetum arvense</i> L.							Z	Z				(Z)				
		<i>Euphorbia exigua</i> L.																
		<i>Galium palustre</i> L. s.l.				Z				Z	(Z)		Z	Z	Z		(Z)	
		<i>Geranium pusillum</i> Burm. f.														Z	Z	
		<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.		(a)		Z	Z				(a)							
		<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.				Z												
		<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	Z	Z		(Z)												
		<i>Hypericum perforatum</i> L.									(Z)		Z	Z				
		<i>Juncus articulatus</i> L.				Z					[Z]							
		<i>Juncus bufonius</i> L.	Z	Z	(Z)	Z	Z											
		<i>Juncus effusus</i> L.				Z												
		<i>Leontodon autumnalis</i> L.	(a)	(a)										Z	Z			
		<i>Matricaria recutita</i> L.	Z	Z							[Z]							
		<i>Medicago lupulina</i> L.		(a)									Z	Z	Z	A	A	A
		<i>Montia fontana</i> ssp. <i>chondrosperma</i> (Fenzl) Walters				Z							Z	Z				
		<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	(Z)							Z	Z		Z	Z	Z	Z		(Z)
		Lange		(a)														
		<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)	Z															
		<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank s.l.				Z	Z						(a)	Z		Z	Z	
		<i>Ranunculus sceleratus</i> L.								Z	Z							
		<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	Z		(a)													
		<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Z	Z													(Z)	
		<i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv.								Z								
		<i>Sinapis arvensis</i> L.												(a)		Z	Z	
		<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	Z	Z														
		<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill		Z		Z		(Z)								Z	Z	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s.str.		Z												Z	Z			
<i>Thlaspi arvense</i> L.	[Z]													Z	Z	(Z)		
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.											Z	Z						
<i>Trifolium hybridum</i> L.	[Z]			Z	Z	A	A	A										
<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.											Z	Z	Z	Z	(Z)			
<i>Veronica arvensis</i> L.	Z										Z	Z	Z	Z				
<i>Veronica persica</i> Poir.	(Z)								(Z)					(Z)	Z	Z		
<i>Veronica scutellata</i> L.				Z	Z													
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	Z		(a)							(Z)								
<i>Viola arvensis</i> Murray											Z	Z	Z	Z	(Z)	(Z)		
Zunahme auf Schweineweide	unsicher	<i>Achillea ptarmica</i> agg.				(Z)												
		<i>Aethusa cynapium</i> L.	[Z]															
		<i>Alisma lanceolatum</i> With. Grande				(Z)							(Z)					
		<i>Alnus glutinosa</i> (L.) P. Gaertn.	(Z)	(a)														
		<i>Anagallis arvensis</i> L.	[Z]										(Z)		(Z)			
		<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	[Z]															
		<i>Arctium lappa</i> L.	(Z)															
		<i>Arctium nemorosum</i> Lej.	[Z]															
		<i>Bidens frondosa</i> L.				(Z)												
		<i>Bromus inermis</i> Leyss.														[Z]		
		<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtner				(Z)												
		<i>Campanula rapunculoides</i> L.														[Z]		
		<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard								(Z)								
		<i>Centaurea scabiosa</i> L. s.l.														(Z)		
		<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange												(Z)				
		<i>Erophila verna</i> (L.) DC. s.l.	(Z)			(Z)		(a)						(Z)		(Z)		
		<i>Euphorbia helioscopia</i> L.														(Z)		
		<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve														(Z)		
		<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.								[Z]								
		<i>Hieracium aurantiacum</i> L.											(Z)	(Z)				
		<i>Hieracium piloselloides</i> Vill.											(Z)					
		<i>Hordeum vulgare</i> L.	[Z]															
		<i>Hypericum tetrapetrum</i> Fr.								(Z)								
		<i>Juncus tenuis</i> Willd.				(Z)												
		<i>Knaulia arvensis</i> (L.) Coult. s.str.														(Z)		
		<i>Lactuca serriola</i> L.														(Z)		
		<i>Lamium amplexicaule</i> L.														(Z)		
		<i>Lamium purpureum</i> L. s.l.	[Z]										(Z)	(Z)		(Z)		
		<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.								(Z)								
		<i>Lycopus europaeus</i> L.	[Z]							(Z)								
		<i>Matricaria discoidea</i> DC.														(Z)		
		<i>Myosurus minimus</i> L.				(Z)												
		<i>Ononis repens</i> L.											(Z)					
		<i>Papaver argemone</i> L.												(Z)				
		<i>Papaver rhoeas</i> L.												(Z)		(Z)		
		<i>Papirs portula</i> L.				(Z)												
		<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	[Z]															
		<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray s.l.															(Z)	
		<i>Persicaria maculosa</i> Gray	[Z]															
		<i>Populus hybridus</i>	(Z)															
<i>Sagina procumbens</i> L.	(Z)																	
<i>Salix alba</i> L.	[Z]																	
<i>Senecio vulgaris</i> L.															(Z)			
<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.								[Z]										
<i>Trifolium fragiferum</i> L.				(Z)	A	A												
<i>Trifolium medium</i> L.														(Z)				
<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Mérat) Lainz	[Z]			(Z)										(Z)				
<i>Veronica beccabunga</i> L.	(Z)																	
<i>Veronica hederifolia</i> L. s.l.								[Z]				(Z)						
<i>Veronica polita</i> Fr.														(Z)				
<i>Xanthium albinum</i> ssp. <i>albinum</i> (Widder) H. Scholz s.l.				(Z)														

Tabelle 74. Fortsetzung.[illegible]

Tabelle 75. Zusammenstellung der funktionellen Merkmale zur Analyse der Etablierung aus der Diasporenbank.

Art	Samen- gewicht		Grime's ruderaler Strategie			Spezifische Blattfläche		Lebens- dauer	Keimtemperatur in °C		Keim- phänologie
	Größe	Quelle	Größe	nach Grime	nach Frank und Klotz	Größe	Quelle		Minimum	Maximum	
<i>Achillea millefolium</i> L.	1	C	0	CR/CSR		16,64	K, G	mehrfährig			
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould s. str.	5	C	-1	C/CR		18,14	G	mehrfährig	2	35	immer
<i>Agrostis canina</i> L.	1	C	0	CSR		25,20	K, G	mehrfährig			
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	1	C	0	CR		22,76	G	mehrfährig			
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1	C	0	CSR		26,87	K, G	mehrfährig			immer
<i>Alisma lanceolatum</i> With.	2	K	0		CSR	19,02	G	mehrfährig			
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) P. Gaertn.	4	C	-2	SC		32,17	C	mehrfährig			
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	2	K	0		SR			annuell			
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	2	C	0	CR		23,23	G	annuell			immer
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	3	C	-1	C/CSR		17,96	G	mehrfährig			immer
<i>Anagallis arvensis</i> L.	2	C	1	R/SR				annuell	2	30	Frühling
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	1	K	0		CR			annuell	2	40	immer
<i>Aphanes arvensis</i> L.	1	C	1	R/SR				annuell	2	25	immer
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. (s.str.)	1	C	0	SR		21,18	K	annuell	5	25	immer
<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.	4	C	-1	S/CSR		19,40	K	mehrfährig			Herbst
<i>Barbarea stricta</i> Andr.								mehrfährig			
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	3	C	1	R/CR				mehrfährig			immer
<i>Bellis perennis</i> L.	1	C	1	R/CSR				mehrfährig			immer
<i>Betula pendula</i> Roth	2	C				23	K	mehrfährig			
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtner	1	K						annuell			
<i>Caltha palustris</i> L.	3	C	-1	S/CSR		18,93	K	mehrfährig			Frühling
<i>Campanula rotundifolia</i> L. s.str.	1	C	-2	S		32,22	K, H	mehrfährig			
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	1	C	2	R				annuell	1	30	immer
<i>Cardamine pratensis</i> L. s.str.	3	C	1	R/CSR		20,60	K, G	mehrfährig			
<i>Carex viridula</i> Michx.								mehrfährig			
<i>Carex demissa</i> Hornem.	3	C						mehrfährig			
<i>Carex disticha</i> Huds.	2	K	0		CSR			mehrfährig			Frühling
<i>Carex acuta</i> L.	3	K	-2		CS	12,70	K, G	mehrfährig			
<i>Carex hirta</i> L.	5	C	-1	C/CSR		17,17	K, G	mehrfährig			Frühling
<i>Carex ovalis</i> Good.	2	C	-1	S/CSR		23,46	K, G	mehrfährig			Frühling
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichenb.	3	C	2	S/SC				mehrfährig			Frühling
<i>Carex vulpina</i> L.	3	K	0		CSR	16,17	G	mehrfährig			Frühling
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	1	C	1	R/CSR		38,13	K, G	mehrfährig			immer
<i>Chenopodium album</i> L.	4	C	1	R/CR		29,26	G, H	annuell	4	40	immer
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	2	K	0		CR	29,12	G	annuell	20	35	Frühling
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	4	C	-2	C		10,64	K	mehrfährig	5	30	immer
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	4	C	0	CR		15,66	K	mehrfährig			Frühling
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	5	C	0	CR		10,17	K, G	mehrfährig			immer
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1	K	0		CR	27,39	G, H	annuell	5	35	immer
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	3	C	-1	SC/CSR		10,31	G	mehrfährig			Frühling
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.	1	C	0	CSR		15,90	G	mehrfährig			
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp. <i>lamyi</i>	1	K	0		CSR	15,90	G	mehrfährig			
<i>Epilobium ciliatum</i> x <i>tetragonum</i> ssp. <i>tetragonum</i>	1	K	-2		CS	15,90	G	mehrfährig			
<i>Euphorbia exigua</i> L.	3	K	2		R			annuell			immer
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	4	C	1	R/CR				annuell	2	30	Frühling
<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.	4	C	0	CSR		33,71	K	mehrfährig			immer
<i>Festuca rubra</i> L.	3	C	0	CSR		18,23	K	mehrfährig			immer
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	5	C	1	R/CR		40,82	K	annuell			
<i>Galium mollugo</i> L. s.str.	3	K	-2		C	28,31	K	mehrfährig			
<i>Galium palustre</i> L. s.l.	3	C	0	CR/CSR		27,00	G	mehrfährig			immer
<i>Geranium pratense</i> L.	5	K	-2		C			mehrfährig			Frühling
<i>Geranium robertianum</i> L. s.str.	4	C	1	R/CSR		49,48	K	annuell			
<i>Glechoma hederacea</i> L.	3	C	0	CSR		31,92	K, G	mehrfährig			Frühling
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	4	C	0	CR		24,35	G	mehrfährig			Frühling
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	1	C	2	R		39,43	G	annuell	20	35	Frühling
<i>Hieracium pilosella</i> L.	1	C	-1	S/CSR		25,52	K	mehrfährig			immer
<i>Holcus lanatus</i> L.	2	C	0	CSR		24,99	K, G, H	mehrfährig			immer
<i>Hypericum perforatum</i> L.	1	C	0	CR/CSR		29,79	K, G	mehrfährig			Frühling
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr.	1	C	0	CSR				mehrfährig			Frühling
<i>Juncus articulatus</i> L.	1	C	0	CSR		9,80	K, G	mehrfährig			
<i>Juncus bufonius</i> L.	1	C	1	R/SR		22,18	G	annuell	5	20	Frühling
<i>Juncus effusus</i> L.	1	C	-2	C/SC		8,51	K	mehrfährig			
<i>Juncus inflexus</i> L.	1	C						mehrfährig			
<i>Lamium maculatum</i> L.								mehrfährig			
<i>Lamium purpureum</i> L. s.l.	3	C	2	R				annuell	2	40	immer
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	6	C	0	CSR		24,76	K, G	mehrfährig			immer
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	3	C	1	R/CSR		31,47	K, G	mehrfährig			immer
<i>Leonurus marrubiastrum</i> L.								mehrfährig			
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. s.str.	2	C	-1	C/CSR				mehrfährig			immer
<i>Lolium perenne</i> L.	4	C	0	CR/CSR		17,42	G, H	mehrfährig			immer
<i>Lotus corniculatus</i> L.	4	C	-1	S/CSR		22,28	K, G, H	mehrfährig			immer
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	2	C	-1	C/CSR		29,54	K	mehrfährig			Frühling
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1	C	0	CSR		32,44	K, G	mehrfährig			

Tabelle 75 – Fortsetzung.

Art	Samen- gewicht		Grime's ruderales Strategie			Spezifische Blattfläche		Lebens- dauer	Keimtemperatur in °C		Keim- phänologie
	Größe	Quelle	Größe	nach Grime	nach Frank und Klotz	Größe	Quelle		Minimum	Maximum	
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	1	C	2	R				annuell	5	30	immer
<i>Matricaria recutita</i> L.	1	K	2		R			annuell	3	35	immer
<i>Medicago lupulina</i> L.	5	C	1	R/SR		25,84	K	annuell			immer
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	2	C	1	R/SR				annuell	2	30	immer
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	1	K						mehrfährig			
<i>Origanum vulgare</i> L.	1	C	-1	SC/CSR		31,15	H	mehrfährig			immer
<i>Peplis portula</i> L.	1	K	2					annuell			Frühling
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	3	C	-2	C		18,80	K, G	mehrfährig			immer
<i>Phleum pratense</i> L. s.str.	2	C	0	CSR		24,98	K	mehrfährig			
<i>Plantago lanceolata</i> L.	4	C	0	CSR		18,93	K, H	mehrfährig			immer
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i> (Gilb.) Lange	2	K	2		R	27,42	G	mehrfährig			immer
<i>Plantago media</i> L.	2	K	0		CSR	18,84	K	mehrfährig			Frühling + Herbst
<i>Poa annua</i> L.	2	C	2	R		31,81	H	annuell	2	40	immer
<i>Poa palustris</i> L.	2	K	-2		CS	19,56	G	mehrfährig			immer
<i>Poa pratensis</i> L. s.str.	2	C	0	CSR		27,62	K	mehrfährig			immer
<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	1	C	0	CR/CSR		22,96	G, H	mehrfährig			immer
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre	5	C	0	CR		18,38	G	mehrfährig			Frühling
<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)	4	C	2	R		16,53	G	annuell	2	35	Frühling
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray s.l.	5	C	1	R/CR		39,06	G	annuell	2	40	Frühling
<i>Potentilla reptans</i> L.	2	C	0	CR/CSR		22,71	K, G	mehrfährig			immer
<i>Prunus</i> sp.	6	K	-2		C			mehrfährig			
<i>Ranunculus acris</i> L.	4	C	0	CSR		18,49	K	mehrfährig			Frühling
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank s.l.	2	C	1	R/CSR		20,38	G	annuell			
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	5	C	0	SR		20,96	K	mehrfährig			Frühling + Herbst
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	4	C	1	R/SR				mehrfährig			Frühling
<i>Ranunculus flammula</i> L.	2	C	0	CR/CSR		13,59	G	mehrfährig			immer
<i>Ranunculus repens</i> L.	5	C	0	CR		19,02	G	mehrfährig			immer
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	1	C	2	R				annuell			Frühling
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser	1	C						annuell			
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	1	K	-2		CS			mehrfährig		35	immer
<i>Rumex acetosa</i> L.	3	C	0	CSR		21,66	K, G	mehrfährig			Frühling
<i>Rumex crispus</i> L.	4	C	1	R/CR		13,28	G	mehrfährig	15	30	immer
<i>Rumex maritimus</i> L.	3	K	0		SR	38,14	G	annuell			Frühling
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	4	C	0	CR		22,43	K	mehrfährig	10	30	immer
<i>Sagina procumbens</i> L.	1	C	1	R/CSR				mehrfährig	5	30	immer
<i>Salix aurita</i> L.	1	K						mehrfährig			
<i>Salix caprea</i> L.	1	K				57,00	C	mehrfährig			
<i>Sanguisorba minor</i> Scop. s.l.	4	C	-2	S		18,62	K	mehrfährig			immer
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	1	C						mehrfährig			
<i>Sinapis arvensis</i> L.	4	C	2	R				annuell	2	25	immer
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	2	C	1	R/CR		21,14	G	annuell	7	35	immer
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s.str.	2	C	2	R				annuell			
<i>Stellaria alsine</i> Grimm	1	C						mehrfährig			
<i>Thlaspi arvense</i> L.	3	C	2	R				annuell	1	35	immer
<i>Typha latifolia</i> L.	1	C				6,30	G	mehrfährig			
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	2	C	0	SR				annuell			Frühling
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	4	K	0		CSR	26,52	K	mehrfährig			immer
<i>Trifolium repens</i> L.	3	C	0	CR/CSR		26,69	K, G	mehrfährig			immer
<i>Urtica dioica</i> L. s.l.	1	C	-2	C		30,04	K	mehrfährig			immer
<i>Veronica arvensis</i> L.	1	C	0	SR				annuell	5	35	immer
<i>Veronica beccabunga</i> L.	2	C	0	CR				mehrfährig			Frühling
<i>Veronica chamaedrys</i> L. s.l.	1	C	0	CSR		28,64	K	mehrfährig			immer
<i>Veronica persica</i> Poir.	3	C	2	R				annuell	1	45	immer
<i>Veronica scutellata</i> L.	1	C	0	CR/CSR		31,59	G	mehrfährig			Frühling
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	1	C	1	R/CSR		22,39	G	mehrfährig			immer
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	5	K	2		R	26,19	G	annuell	5	35	immer
<i>Viola hirta</i> L.	5	C	-2	S				mehrfährig			Frühling
<i>Viola arvensis</i> Murray	2	C	2	R				annuell			Frühling + Herbst

Samengewicht: C (Grime *et al.*, 1988), K (Tweddle *et al.*, 2003)

Grime's ruderales Strategie: C: wettbewerbsstarke Arten, S stresstolerante Arten, R ruderales Arten und Kombinationen aus diesen Strategien, Datenquelle: Grime (Grime *et al.*, 1988), Frank und Klotz (Frank & Klotz, 1990), Quantifizierung (Hodgson *et al.*, 1999)

Spezifische Blattfläche: G (Gesing, 2002), K Kahmen, persönliche Mitteilung, H (Hunt & Cornelissen, 1997), C (Cornelissen *et al.*, 1996)

Lebensdauer (Schubert *et al.*, 1994)

Keimtemperatur Datenbank BIOPOP, Jackel, persönliche Mitteilung

Keimphänologie (Grime *et al.*, 1988)

Legende zu Tabelle 76 (folgende Seiten).

Wurzeltiefe (Dierschke & Briemle, 2002): T – Tiefwurzler >50 cm, F Flachwurzler <50cm;
 Nutzungs-Wertzahlen (Dierschke & Briemle, 2002): M – Mahdverträglichkeitszahl, W- Weideverträglichkeitszahl, TV – Trittverträglichkeitszahl, FW – Futterwert;
 Samengewicht G (Grime *et al.*, 1988), K (Tweddle *et al.*, 2003), E eigene Messungen;
 Lebensstrategie (Grime, 2001): C - wettbewerbsstarke Arten, S - stresstolerante Arten, R - ruderale Arten und Kombinationen aus diesen Strategien, Datenquelle: G - (Grime *et al.*, 1988), FK - (Frank & Klotz, 1990), Quantifizierung (Hodgson *et al.*, 1999);
 Lebensform (Ellenberg, 1992): T – Therophyt, H – Hemikryptophyt, G – Geophyt, C – Chamaephyt, P – Phanerophyt, N – Nanophynerophyt, A Hydrophyt;
 Blattausdauer (Ellenberg, 1992): S – sommergrün, W – wintergrün;
 Wuchshöhe in m (Schubert *et al.*, 1994);
 Blühbeginn, Blühdauer (Schubert *et al.*, 1994);
 Lebensdauer (Schubert *et al.*, 1994): 1 – einjährige Arten, 2 – zwei- und mehrjährige Arten;
 SLA – spezifische Blattfläche: G (Gesing, 2002), K Kahmen, persönliche Mitteilung, H (Hunt & Cornelissen, 1997), C (Cornelissen *et al.*, 1996);
 Diasporenbank: 0 kurzlebig; 1 langlebig; Quelle: T (Thompson *et al.*, 1997), S - eigene Daten;
 Vegetative Ausbreitung: 1 – kein klonales Wachstum, 2 – Ausläufer <10 cm, 3 – Ausläufer >10 cm;
 Futterpräferenz von Schweinen (Fleger, persönliche Mitteilung): Von 0 gemieden bis 3 bevorzugt.

Tabelle 76. Zusammenstellung der funktionellen Merkmale zur Erklärung der Vegetationsveränderung.

Art	Nutzungs- Wertzahlen				Samengewicht	Lebensstrategie nach Grime				Nährstoff-Zeigewert	Lebensform	Blattaussdauer	Wuchshöhe	Blühbeginn (Monat)	Blühdauer (Monat)	Lebensdauer	SLA		Samenbank		vegetative Ausbreitungs- fähigkeit	unterirdische Ausläufer	oberirdische Ausläufer	Futterpräferenz	
	M	W	T	FW		Quelle	C	S	R								Quelle	Quelle	Quelle						
<i>Acer campestre</i> L.					6	G	SC	0 0 -2	G	6	P	S	10,50	5	2	2	17,07	K	0	T	1	0	0		
<i>Achillea millefolium</i> L.	T	7	4	5	6	1	G	CR/CSR	0 -1 0	G	5	H, C	W	0,70	6	5	2	16,64	K, G	0	T	3	1	0	1
<i>Achillea ptarmica</i> L.	T	4	4	4	4	2	G	CR/CSR	0 -1 0	G	2	H	S	0,83	7	3	2	12,77	K, G	0	T	3	1	0	
<i>Aethusa cynapium</i> L.						4	G	R	-2 -2 2	G	6	T	S	0,65	6	4	1			1	T	1	0	0	
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	T	3	4	3	3	5	G	CSR	0 0 0	G	4	H	S	0,65	6	4	2	20,39	K	0	T	2	1	0	
<i>Agrostis canina</i> L.	F	6	3	4	4	1	G	CSR	0 0 0	G	2	H	S	0,40	6	3	2	25,20	K, G	1	T	3	0	1	1
<i>Agrostis capillaris</i> L.	F	6	5	5	6	1	G	CSR	0 0 0	G	4	H	S	0,50	6	2	2	26,87	K, G	1	T	3	0	1	1
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	F	9	9	9	4	1	G	CR	0 -2 0	G	5	H	W	0,40	6	2	2	22,76	G	1	T	3	0	1	
<i>Ajuga genevensis</i> L.						4	K	CSR	0 0 0	FK	2	H	S	0,19	4	3	2	28,40	K	1	T	3	1	0	
<i>Ajuga reptans</i> L.	F	7	5	5	3	4	G	CSR	0 0 0	G	6	H	W	0,19	5	4	2	37,31	K	1	T	3	0	1	
<i>Alchemilla vulgaris</i> L.						2	G	S/CSR	-1 -1 -1	G				0,17	5	5	2			1	S	2	1	0	
<i>Alisma lanceolatum</i> With.						2	K	CSR	0 0 0	FK	5	A	S	0,40	6	2	2	19,02	G	1	S	1	0	0	
<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande						5	G	CR	0 -2 0	G	9	H	S	0,60	4	3	1	61,37	K	1	T	1	0	0	
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) P. Gaertn.						4	G	SC	0 0 -2	G	x	P	S	10,00	3	2	2	32,17	C	1	T	1	0	0	
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.						2	K	SR	-2 0 0	FK	9	T, H	S	0,18	5	6	1			1	T	3	0	1	
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	F	4	4	5	5	2	G	CR	0 -2 0	G	7	H	W	0,28	5	6	1	23,23	G	1	T	3	0	1	2,5
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.						4	E	R	-2 -2 2	FK	6	T	W	0,33	5	6	1			1	T	1	0	0	
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	T	7	4	4	8	3	G	C/CSR	-1 -1 -1	G	7	H	S	0,65	5	2	2	17,96	G	1	T	2	1	0	2,75
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.						5	K	CR	0 -2 0	FK	6	T	S	1,00	8	3	1			1	T	1	0	0	
<i>Amorpha fruticosa</i> L.						5	K	C	2 -2 -2	FK				2,50	6	4	2			-		3	1	0	
<i>Anagallis arvensis</i> L.						2	G	R/SR	-2 -1 1	G	6	T	W	0,18	6	5	1			1	T	1	0	0	
<i>Angelica sylvestris</i> L.	F	5	2	2	3	4	G	C/CR	-1 -2 -1	G	4	H	S	1,15	7	3	2			0	T	1	0	0	2
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. s.str.	F	7	5	5	4	2	G	SR/CSR	-1 0 0	G	x	T, H	S	0,30	5	2	2	25,56	K, H, G	1	T	2	1	0	
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	T	7	3	3	5	5	G	CR	0 -2 0	G	8	H	S	1,05	5	4	2	23,54	K, H	0	T	1	1	0	2
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.						1	K	CR	0 -2 0	FK	x	T	W	0,65	6	2	1			1	T	1	0	0	
<i>Aphanes arvensis</i> L.						1	G	R/SR	-2 -1 1	G	5	T	W	0,13	5	5	1			1	T	1	0	0	
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.						1	G	SR	-2 0 0	G	4	T, H	W	0,18	4	2	1	21,96	H	1	T	1	0	0	
<i>Arctium lappa</i> L.						6	G	CR	0 -2 0	G	9	H	S	1,15	7	2	2	19,54	G	1	T	1	0	0	
<i>Arctium nemorosum</i> Lej.						6	K	C	2 -2 -2	FK	9	H	S	1,75	8	1	2	19,54	G	0	S	1	0	0	
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.						1	G	SR	-2 0 0	G	x	T, C	W	0,17	5	5	1	21,18	K	1	T	1	0	0	
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl	T	6	3	3	8	5	G	C/CSR	-1 -1 -1	G	7	H	S	0,90	6	2	2	24,58	K, H, G	0	T	2	1	0	2,75
<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.											3	H	S	1,00	6	2	2	28,08	K						
<i>Atriplex patula</i> L.						4	G	R	-2 -2 2	G	7	T	S	0,55	7	4	1			1	T	1	0	0	
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	F	3	7	2	2	3	G	R/CR	-1 -2 1	G	6	H	W	0,60	5	3	2			1	T	1	0	0	
<i>Bellis perennis</i> L.	F	9	8	8	3	1	G	R/CSR	-1 -1 1	G	6	H	W	0,10	1	#	2			1	T	1	1	0	1
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville						2	G	CR		FK	6	H, A	W	0,55	7	3	2								
<i>Bidens frondosa</i> L.						5	K	CR	0 -2 0	FK	8	T	S	0,53	8	2	1	26,33	G	1	T	1	0	0	1
<i>Bidens tripartita</i> L.						4	K	CR	0 -2 0	FK	8	T	S	0,58	7	4	1	24,20	G	1	T	1	0	0	
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.	F	3	6	6	3	5	G	SC	0 0 -2	G	4	G, H	S	0,80	6	2	2	24,34	K, H	0	T	3	1	0	
<i>Bromus erectus</i> Huds.	F	5	4	4	6	5	G	SC/CSR	0 0 -1	G	3	H	S	0,60	5	6	2	18,15	K, H	1	T	1	1	0	2
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	F	6	4	5	4	5	G	R/CR	-1 -2 1	G	3	T	S	0,43	5	4	1	23,25	K, G	1	T	1	0	0	
<i>Bromus inermis</i> Leyss.						5	K	C	2 -2 -2	FK	5	H, G	S	0,60	6	2	2			0	S	2	1	0	
<i>Bromus sterilis</i> L.						5	G	R/CR	-1 -2 1	G	5	T	S	0,45	5	2	1	30,46	K	0	T	1	0	0	
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	T	2	4	3	3						6	G, H	S	1,05	7	2	2	6,10	G						
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtner						1	K				5	A, T	W	0,45	4	7	1			0	T	1	0	0	
<i>Caltha palustris</i> L.	F	4	7	3	1	3	G	S/CSR	-1 -1 -1	G	6	H	S	0,23	4	3	2	18,93	K	0	T	3	0	1	
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	F	4	1	1	4	6	G	C/CR		G	9	G, H	S	2,00	6	4	2								
<i>Campanula patula</i> L.	F	5	2	2	4	1	B	CSR	0 0 0	FK	5	H	S	0,45	5	3	2	32,17	K	1	T	1	0	0	
<i>Campanula rapunculoides</i> L.	F	3	6	6	4	1	K	CSR	0 0 0	FK	4	H	S	0,55	6	4	2			1	S	3	1	0	
<i>Campanula rotundifolia</i> L. s.str.	F	4	4	4	1		G	S	-2 2 -2	G	2	H	S	0,23	6	5	2	32,22	K, H	1	T	3	1	0	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	F	3	7	6	2	1	G	R	-2 -2 2	G	6	T	W	0,36	1	#	1			1	T	1	0	0	2
<i>Cardamine pratensis</i> L. s.str.	F	6	7	3	1	3	G	R/CSR	-1 -1 1	G	x	H	W	0,35	4	3	2	20,60	K, G	1	T	2	1	0	
<i>Carduus crispus</i> L.						4	K	CR	0 -2 0	FK	9	H	S	1,20	7	3	2			-		1	0	0	
<i>Carex acuta</i> L.						3	K	CS	0 0 -2	FK	4	G, A	W	0,90	5	2	2	12,70	K, G	1	T	3	1	0	
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	T	5	6	3	2	4	G	C/SC		G	5	G, A	S	0,75	6	2	2								
<i>Carex disticha</i> Huds.	F	4	4	4	3	2	K	CSR	0 0 0	FK	5	G	S	0,45	5	2	2			0	T	3	1	0	1
<i>Carex hirta</i> L.	T	5	8	6	3	5	G	C/CSR	-1 -1 -1	G	5	G	S	0,45	5	2	2	17,17	K, G	0	T	3	1	0	1
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	F	4	4	4	2	3	G	S/SC	-1 1 2	G	2	G	S	0,15	5	2	2			1	T	3	1	0	
<i>Carex ovalis</i> Good.	F	5	4	6	3	2	G	S/CSR	-1 -1 -1	G	3	H	S	0,40	6	2	2	23,46	K, G	1	T	1	1	0	
<i>Carex riparia</i> Curtis	F	3	8	8	2	2	K	CSR	0 0 0	FK	4	G, H	W	0,20	4	3	2	16,05	G	1	S	3	1	0	
<i>Carex vulpina</i> L.	T	3	4	4	2	3	K	CSR	0 0 -2	FK	4	A, H	W	1,05	0,4	2	2	9,52	G	0	T	3	1	0	
<i>Carum carvi</i> L.	T	6	6	6	6	4	G	C	2 -2 -2	FK	6	H	S	0,55	5	2	2	16,17	G	1	S	1	0	1	
<i>Centaurea jacea</i> L. s.l.	T	5	4	4	4	4	G	C	2 -2 -2	FK	3	H	S	0,85	6	6	2</								

Tabelle 76. Fortsetzung

Art	Wurzeltiefe	Nutzungs- Wertzahlen				Quelle	Lebensstrategie nach Grime				Nährstoff-Zeigewert	Lebensform	Blattsaunder	Wuchshöhe	Blühbeginn (Monat)	Blühdauer (Monat)	Lebensdauer	SLA		Samenbank		vegetative Ausbreitungsfähigkeit	unterirdische Ausläufer	oberirdische Ausläufer	Futterpräferenz		
		M	W	TV	FW		C	S	R	Quelle								Quelle	Quelle	Quelle							
<i>Equisetum palustre</i> L.	T	6	8	4	1	1	G	CR/CSR	0	-1	0	G	3	G	S	0,10	6	4	2		1	S	3	1	0		
<i>Erigeron acris</i> L.						1	G	SR	-2	0	0	G	2	T, H	W	0,35	6	4	2		0	S	1	0	0		
<i>Erophila verna</i> (L.) DC. s.l.	F	4	7	5	2	1	G	SR	-2	0	0	G				0,09	3	3	1	42,48	G	1	T	1	0	0	
<i>Euphorbia exigua</i> L.						3	K	R	-2	-2	2	FK	4	T	W	0,13	6	5	1		1	T	1	0	0		
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.						5	G	R	-2	-2	2	G	7	T	W	0,20	6	4	1		1	T	1	0	0		
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve						4	G	R/CR	-1	-2	1	G	6	T	S	0,68	7	4	1		1	T	1	0	0		
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	T	7	6	7	5	4	G	CSR	0	0	0	G	5	H	W	1,20	6	2	2	15,12	G	0	T	2	1	0	2
<i>Festuca pratensis</i> Huds. s.l.	F	6	4	6	9	4	G	CSR	0	0	0	G	6	H	S	0,70	6	2	2	33,71	K	0	T	1	1	0	1,33
<i>Festuca rubra</i> L.						3	G	CSR	0	0	0	G	x	H	W	0,55	6	2	2	18,23	K	1	T	1	1	0	2
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	T	3	2	2	4	3	G	C/SC	1	-1	-2	G	5	H	S	1,00	6	3	2	14,90	K	0	T	3	1	0	1,5
<i>Fragaria vesca</i> L.						2	G	CSR				FK	6	H	W	0,13	5	2	2	19,85	K			2	0	1	
<i>Fraxinus excelsior</i> L.						6	G	C	2	-2	-2	G	7	P	S	25,00	4	2	2	23,99	K, C	0	T	1	0	0	
<i>Fumaria muralis</i> Sond. ex W. D. J. Koch							G	R/CR				G	6	T	S	0,45	6	4	1								
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.		4	3	3	2	5	G	R/CR	-1	-2	1	G	6	T	S	0,40	6	5	1	40,82	K	1	T	1	0	0	
<i>Galium aparine</i> L.	F	3	2	1	2	5	G	CR	0	-2	0	G	8	T	V	1,30	6	5	1	30,01	K, H	0	T	1	0	0	
<i>Galium mollugo</i> L. s.str.	T	7	3	3	4	3	B	C	2	-2	-2	FK	5	H	S	0,63	5	5	2	28,31	K	0	T	3	1	0	1
<i>Galium palustre</i> L. s.l.	F	4	1	1	4	3	G	CR/CSR	0	-1	0	G	4	H	W	0,48	5	5	2	27,00	G	1	T	3	1	0	1
<i>Galium verum</i> L. s.str.	T	5	4	4	4	2	G	SC/CSR	0	-1	0	G	3	H	W	0,45	6	4	2	16,23	K, G	0	T	3	1	0	1
<i>Gentianella ciliata</i> (L.) Borkh.						1	K	CSR	0	0	0	FK	2	H	S	0,19	8	3	2		0	T	3	1	0		
<i>Geranium columbinum</i> L.						5	G	SR	-2	0	0	G	7	T	S	0,35	6	2	1		1	S	1	0	0		
<i>Geranium dissectum</i> L.						5	G	R/RSR	-2	-1	1	G	5	T	W	0,35	5	4	1		1	T	1	0	0		
<i>Geranium pratense</i> L.	T	5	2	2	3	5	B	C	2	-2	-2	FK	7	H	S	0,40	6	3	2		1	T	3	1	0		
<i>Geranium pusillum</i> Burm. f.						5	K	C	2	-2	-2	FK	7	T	W	0,23	5	6	1		1	T	1	0	0		
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm. f.						4	G	CSR	0	0	0	G	8	H	W	0,48	5	6	2	29,73	K	1	S	2	1	0	
<i>Geranium robertianum</i> L. s.str.						4	G	R/CSR	-1	-1	1	G	7	T, H	W	0,30	5	6	1	49,48	K	1	T	1	0	0	
<i>Geum urbanum</i> L.						3	G	S/CSR	-1	-1	1	G	7	H	W	0,75	5	6	2	35,20	K	0	T	2	1	0	1
<i>Glechoma hederacea</i> L.	F	8	5	5	2	3	G	CSR	0	0	0	G	7	G, H	W	0,25	4	3	2	31,92	K, G	1	T	3	0	1	
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	T	5	3	4	5	4	G	CR	0	-2	0	G	7	A, H	W	0,70	5	4	2	24,35	G	1	T	3	1	0	1
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	T	4	2	2	5	3	G	C	2	-2	-2	G	9	A, H	W	1,45	7	2	2	14,65	G	0	T	1	1	0	1
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.						1	G	R	-2	-2	2	G	4	T	V	0,13	7	2	1	39,43	G	1	T	1	0	0	2
<i>Gratiola officinalis</i> L.						1	K	CSR	0	0	0	FK	4	H	W				-		1	S	3	1	0		
<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.						4	G	S/CSR	-1	-1	1	G	4	H	S	0,65	5	2	2	19,40	K	0	T	2	1	0	
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	T	7	3	3	6	5	G	CR	0	-2	0	G	8	H	S	1,00	6	4	2	16,48	K, G	1	T	2	1	0	2,5
<i>Hieracium aurantiacum</i> L.	F	5	6	6	3	1	G	CSR	0	0	0	FK	2	H	W	0,35	6	3	2		0	S	3	0	1		
<i>Hieracium pilosella</i> L.	F	4	7	7	3	1	G	S/CSR	-1	-1	1	G	2	H	W	0,18	5	6	2	25,52	K	0	T	3	0	1	2
<i>Hieracium piloselloides</i> Vill.						1	K	CSR	0	0	0	FK	2	H	W	0,50	5	4	2		0	S	2	1	0		
<i>Holcus lanatus</i> L.	F	6	4	4	5	2	G	CSR	0	0	0	G	5	H	W	0,65	6	3	2	24,99	K, G, H	1	T	1	1	0	2
<i>Hordeum vulgare</i> L.						6	K	CR	0	-2	0	FK				0,90	5	3	1		0	T	1	0	0		
<i>Humulus lupulus</i> L.						5	G	C				FK	8	H	S	3,00	7	2	2	35,61	K			3	1	0	
<i>Hypericum perforatum</i> L.	F	3	4	4	2	1	G	CR/CSR	0	-1	0	G	4	H	S	0,45	7	2	2	29,79	K, G	1	T	3	1	0	
<i>Hypericum tetrapetrum</i> Fr.	F	2	2	2	2	1	G	CSR	0	0	0	G	5	H	W	0,45	7	2	2		1	S	2	1	0		
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	T	5	8	8	2	3	G	CSR	0	0	0	G	3	H	S	0,38	6	4	2		1	T	2	1	0		
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	T	5	8	8	2	3	G	CSR				FK	3	H	S	0,38	6	4	2					2	1	0	
<i>Inula conyzae</i> (Griess.) Meikle						2	G	S/RSR	-2	1	-1	G	3	H	W	0,65	6	5	2		1	S	3	1	0		
<i>Juncus articulatus</i> L.	F	4	4	4	2	1	G	CSR	0	0	0	G	2	H	W	0,35	7	2	2	9,80	K, G	1	T	2	1	0	
<i>Juncus bufonius</i> L.						1	G	R/RSR	-2	-1	1	G	4	T	S	0,18	5	4	1	22,18	G	1	T	1	0	0	1
<i>Juncus conglomeratus</i> L.	T	4	6	6	2	1	G	C/SC	1	-1	-2	G	3	H	S	0,60	5	3	2	11,07	K	1	T	2	1	0	
<i>Juncus effusus</i> L.	T	4	7	6	2	1	G	C/SC	1	-1	-2	G	4	H	S	0,90	6	3	2	8,51	K	1	T	2	1	0	1
<i>Juncus inflexus</i> L.	F	5	7	6	2	1	G	SC				FK	4	H	W	0,45	6	3	2					1	1	0	
<i>Juncus tenuis</i> Willd.						1	K	CSR	0	0	0	FK	5	H	W	0,28	6	4	2	10,94	K, G	1	T	1	0	0	
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult. s.str.	T	5	3	2	3	5	G	CSR	0	0	0	G	4	H	S	0,55	7	2	2	20,54	K	0	T	2	1	0	
<i>Lactuca serriola</i> L.						2	K	CR	0	-2	0	FK	4	H, T	W	0,90	7	3	1	18,07	G	1	T	1	0	0	
<i>Lamium amplexicaule</i> L.						3	K	R	-2	-2	2	FK	7	T	W	0,20	4	5	1		1	T	1	0	0		
<i>Lamium purpureum</i> L. s.l.						3	G	R	-2	-2	2	G	7	T, H	W	0,30	3	8	1		1	T	1	0	0	2	
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	T	5	2	3	7	6	G	CSR	0	0	0	G	6	H	S	0,65	6	3	2	24,76	K, G	0	T	3	1	0	2
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	F	7	7	7	6	3	G	R/CSR	-1	-1	1	G	5	H	W	0,30	7	3	2	31,47	K, G	0	T	1	1	0	1,5
<i>Leontodon hispidus</i> L.	F	5	5	5	6	4	B	CSR	0	0	0	FK	6	H	W	0,35	6	5	2	27,03	K	1	T	1	1	0	1
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. s.str.						2	G	C/CSR	1	-1	-1	G	3	H	W	0,45	6	5	2		1	S	3	1	0	0	
<i>Linum catharticum</i> L.	F	4	4	3	2	1	G	SR	-2	0	0	G	2	T	S	0,18	6	2	1	33,57	K	1	T	1	0	0	
<i>Lolium perenne</i> L.	F	8	8	8	9	4	G	CR/CSR	0	-1	0	G	7	H	W	0,35	5	6	2	17,42	G, H	1	T	2	1	0	2

Tabelle 76. Fortsetzung

Art	Wurzeltiefe	Nutzungs- Wertzahlen	Samengewicht	Lebensstrategie nach Grime				Nährstoff-Zeigewert	Lebensform	Blattaussdauer	Wuchshöhe	Blühbeginn (Monat)	Blühdauer (Monat)	Lebensdauer	SLA		Samenbank		vegetative Ausbreitungs- fähigkeit	unterirdische Ausläufer	oberirdische Ausläufer	Futterpräferenz				
															Quelle	Quelle										
				M	W	TV	FW								Quelle	C	S	R					Quelle			
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i> (Gillib.) Lange	F	4	8	8	3	2	E	R	-2	-2	2	FK	4	H, T	S	0,09	6	5	2	27,42	G	1	S	2	1	0
<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>	F	5	9	9	3	2	G	R/CSR	-1	-1	1	G	6	H	S	0,23	6	5	2	24,65	K	1	T	2	1	0
<i>Plantago media</i> L.	T	4	8	8	3	2	B	CSR	0	0	0	FK	3	H	W	0,28	5	5	2	18,84	K	1	T	2	1	0
<i>Poa angustifolia</i> L.												3	H, G	W	0,55	5	2	2			1	T	3	1	0	
<i>Poa annua</i> L.	F	9	9	9	6	2	G	R	-2	-2	2	G	8	T, H	W	0,16	1	#	1	31,81	H	1	T	1	0	0
<i>Poa palustris</i> L.	F	5	2	2	6	2	B	CS	0	0	-2	FK	7	H	W	0,65	6	2	2	19,56	G	0	T	3	0	1
<i>Poa pratensis</i> L. s.str.	F	9	8	8	9	2	G	CSR	0	0	0	G	3	H, G	W	0,55	5	2	2	27,62	K	1	T	3	1	0
<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	F	8	6	6	7	1	G	CR/CSR	0	-1	0	G	7	H, C	W	0,70	6	2	2	22,96	G, H	1	T	3	0	1
<i>Polygonum aviculare</i> L. (s.l.)	F	4	9	9	2	4	G	R	-2	-2	2	G	6	T	S	0,28	5	7	1	16,53	G	1	T	1	0	0
<i>Polygonum</i> sp.						4	E										-					T	0	0	0	
<i>Populus hybridus</i>						3	K	C	2	-2	-2	FK				22,50	4	1	2			0	S	1	0	0
<i>Potentilla anserina</i> L.	F	8	9	9	2	3	G	CR/CSR	0	-1	0	G	7	H	S	0,33	5	4	2	20,30	K, G	0	T	2	1	0
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch.	F	3	4	5	3	3	G	S/CSR	-1	1	-1	G	2	H	W	0,20	5	4	2	31,79	K	1	T	2	1	0
<i>Potentilla reptans</i> L.	F	8	4	5	3	2	G	CR/CSR	0	-1	0	G	5	H	W	0,15	6	3	2	22,71	K, G	1	T	3	0	1
<i>Potentilla tabernaemontani</i> Asch.												2	H	W	0,13	4	3	2	17,28	K				2	1	0
<i>Primula veris</i> L.	F	5	5	5	3	3	G	S/CSR	-1	1	-1	G	3	H	W	0,20	4	3	2	16,47	K	0	T	2	1	0
<i>Prunella vulgaris</i> L.						3	G	CSR	0	0	0	G	x	H	W	0,18	6	4	2	23,62	K	1	T	1	1	0
<i>Prunus domestica</i> L. s.l.						6	K	C	2	-2	-2	FK				3,50	4	2	2			0	T	1	0	0
<i>Prunus spinosa</i> L. s.str.						6	K	C	2	-2	-2	FK	x	N	S	2,00	4	2	2	32,04	K, H, C	0	T	1	0	0
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.						1	E	SR	-2	0	0	FK	7	T	S	0,20	7	2	1			1	S	1	0	0
<i>Quercus robur</i> L.						6	G	SC	0	0	-2	G	x	P	S	40,00	5	1	2	19,38	K, H, C	0	T	1	0	0
<i>Ranunculus acris</i> L.	F	6	5	6	2	4	G	CSR	0	0	0	G	x	H	S	0,65	5	5	2	18,49	K	1	T	1	1	0
<i>Ranunculus aquatilis</i> agg.						2	K	S	-2	2	-2	FK	6	A	W	1,05	4	6	1			1	S	1	0	0
<i>Ranunculus auricomus</i> agg.	F	5	7	2	1	5	G	SR/CSR				G	x	H	W	0,30	4	2	2					1	1	0
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	F	6	5	4	2	5	G	SR	-2	0	0	G	3	G, H	S	0,25	5	3	2	20,96	K	1	T	1	1	0
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	F	7	7	4	1	4	G	R/CSR	-2	-1	1	G	7	G	V	0,13	3	3	2			0	T	1	1	0
<i>Ranunculus flammula</i> L.	F	4	7	3	1	2	G	CR/CSR	0	-1	0	G	2	H	S	0,30	5	5	2	13,59	G	1	T	3	0	1
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank s.l.						2	G	R/CSR	-1	-1	1	G	6	A	W	1,05	4	6	1	20,38	G	1	S	1	0	0
<i>Ranunculus repens</i> L.	F	8	7	7	3	5	G	CR	0	-2	0	G	7	H	W	0,28	5	4	2	19,02	G	1	T	3	0	1
<i>Ranunculus sardous</i> Crantz						4	E	SR	-2	0	0	FK	7	T	S	0,20	5	4	1			1	S	1	0	0
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.						1	G	R	-2	-2	2	G	9	T	S	0,40	6	5	1			1	T	1	0	0
<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich s.l.	F	4	8	2	1	5	B					3	T	S	0,45	5	4	1	21,03	K				2	0	0
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	F	3	2	2	2	1	E	CR	0	-2	0	FK	8	A, H	S	0,80	5	4	2	14,08	G	0	T	3	1	0
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	F	5	4	4	2	1	K	CS	0	0	-2	FK	6	G, H	S	0,40	5	5	2			1	S	3	1	0
<i>Rosa canina</i> L. s.l.						6	G	SC	0	0	-2	G	x	N	S	2,00	6	1	2	13,76	K	0	T	1	0	0
<i>Rubus fruticosus</i> agg.						5	G	SC				FK					-	31			K, H			2	0	0
<i>Rumex acetosa</i> L.	T	6	4	2	5	3	G	CSR	0	0	0	G	6	H	W	0,65	5	3	2	21,66	K, G	1	T	2	1	0
<i>Rumex crispus</i> L.	T	6	7	3	2	4	G	R/CR	-1	-2	1	G	6	H	W	0,90	6	3	2	13,28	G	1	T	2	1	0
<i>Rumex maritimus</i> L.						3	K	SR	-2	0	0	FK	9	T	S	0,35	7	3	1	38,14	G	1	T	1	0	0
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	T	7	7	3	2	4	G	CR	0	-2	0	G	9	H	W	0,85	7	2	2	22,43	K	1	T	2	1	0
<i>Sagina procumbens</i> L.						1	G	R/CSR	-1	-1	1	G	6	C, H	W	0,09	5	5	2			1	T	1	0	0
<i>Salix alba</i> L.						1	K	C	2	-2	-2	FK	7	P	S	18,00	4	2	2			1	T	1	0	0
<i>Sambucus nigra</i> L.						5	G	C				FK	9	N	S	5,00	6	2	2	31,00	K, H, C					
<i>Sanguisorba minor</i> Scop. s.l.	T	4	4	5	5	4	G	S	-2	2	-2	G	2	H	S	0,28	5	4	2	18,62	K	1	T	2	1	0
<i>Scleranthus annuus</i> L. s.str.						4	G	SR	-2	0	0	G	5	T	W	0,13	4	7	1			1	T	1	0	0
<i>Senecio erucifolius</i> L.						2	K	CSR	0	0	0	FK	4	H	S	0,78	7	3	2	13,40	K	1	T	2	1	0
<i>Senecio vulgaris</i> L.						2	G	R	-2	-2	2	G	8	T, H	W	0,20	2	#	1			1	T	1	0	0
<i>Sherardia arvensis</i> L.						4	G	SR	-2	0	0	G	5	T	W	0,13	6	5	1			0	T	1	0	0
<i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv.	F	4	2	2	2	2	G	CSR	0	0	0	G	x	H	W	0,55	5	3	2	22,25	K, G	1	T	2	1	0
<i>Sinapis arvensis</i> L.						4	G	R	-2	-2	2	G	6	T	W	0,45	6	5	1			1	T	1	0	0
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.						2	G	R/CR	-1	-2	1	G	7	T	S	0,45	5	6	1			1	T	1	0	0
<i>Sium latifolium</i> L.												7	A, H	W	0,90	7	2	2	22,27	G						
<i>Solidago virgaurea</i> L.						3	G	S/CSR	-1	1	-1	G	4	H	W	0,55	7	4	2	13,06	K	0	T	2	1	0
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill						2	G	R/CR	-1	-2	1	G	7	T	S	0,55	6	5	1	21,14	G	1	T	1	0	0
<i>Stachys palustris</i> L.	4	2	2	3	4		G	CR	0	-2	0	G	6	G	S	0,65	6	4	2	21,20	G	0	T	2	1	0
<i>Stachys sylvatica</i> L.	F	2	2	2	3	4	G	C/CR	1	-2	-1	G	7	H	S	0,65	6	4	2	53,35	K	1	T	2	1	0
<i>Stellaria graminea</i> L.	F	4	5	5	3	2	G	CSR	0	0	0	G	3	H	S	0,30	5	3	2	30,00	K, G	1	T	3	0	1
<i>Stellaria holostea</i> L.						5	G	CSR	0	0	0	G	5	C	I	0,23	4	2	2	28,88	K, G	0	T	3	0	1
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s.str.	F	7	4	4	3	2	G	R	-2	-2	2	G	8	T	W	0,22	1	#	1			1	T	1	0	0
<i>Stellaria palustris</i> Hoffm.						2	K	CSR	0	0	0	FK	2	H	W	0,28	5	3	2			1	S	2	0	1
<i>Symphitum officinale</i> L. s.l.	F	6	4	4	3	5	B	C/CR				G														