

Die Entwicklung von ehemaligen Ackerflächen unter extensiver Beweidung (Wulfener Bruch)

Sandra MANN und Sabine TISCHEW

13 Abbildungen und 2 Tabellen

Abstract

MANN, S.; TISCHEW, S.: The development of former arable land with extensive grazing by megaherbivores (Wulfener Bruch). – *Hercynia N. F.* 43 (2010): 119–147.

In Germany since the seventies of the last century large areas of floodplain grasslands have been meliorated, ploughed and used for intensive cropping. Since 1996, a local NGO – the NABU Köthen – works successfully in restoring species-rich floodplain grasslands in the “Wulfener Bruch” area (Saxony-Anhalt). Bit by bit, more than 40 ha of former arable land were bought and restored. This study shows the successful restoration of two former arable fields that have been abandoned in the years 2001 and 2002 respectively. After abandonment, a year-round grazing regime with Heck-cattle and Przewalski-horses without additional feeding and low stocking density was applied. In the year 2003, three different treatments were realized on the sites: natural recovery, hay transfer, and seeding of a commercial seed mixture. Until 2007, on sites with natural recovery and hay transfer, species-rich plant communities developed, comprising many target species of floodplain grasslands. With ongoing time, problematic species such as *Cirsium arvense* decreased their coverage without specific management measures. Furthermore, our results show that restoration success depends strongly on the groundwater table. The more the groundwater table converges towards its original state, the better the establishment of typical floodplain grassland species. Especially on drier sites, the sowing of commercial seed mixtures led to dense grass swards, thus impeding the colonization of target species.

Key words: restoration, biodiversity, megaherbivore grazing, natural recovery, hay transfer, seed addition

1 Einleitung

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts sind für die Grünländer Deutschlands massive Flächenverluste zu verzeichnen. Davon sind insbesondere auch die Feuchtgrünländer betroffen (RIECKEN et al. 2006). Sie wurden entwässert und nachfolgend als Ackerland genutzt. Seit Beginn der 90er Jahre stehen vor dem Hintergrund der Umsetzung der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie der Europäischen Union (European Council 1992) Renaturierungsmaßnahmen auf ehemaligen Standorten der Feuchtgrünländer im Fokus vieler Naturschutzaktivitäten (ŠEJFER et al. 2008, VÉCRIN et al. 2002, MANCHESTER et al. 1999). Die Umwandlung von Acker in Grünland kann dabei auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Eine spontane Besiedlung mit typischen Arten der Feuchtgrünländer wird als sehr langwierig beschrieben (OELMANN et al. 2009, BISCHOFF et al. 2009, DONATH et al. 2007, MANCHESTER et al. 1999). Sehr erfolgreich ist dagegen der Übertrag von Mahdgut aus artenreichen Reliktbeständen auf die Ackerbrachen (SCHMIEDE et al. 2009, DONATH et al. 2007, HÖLZEL & OTTE 2003) oder die Einsaat mit regional vermehrten artenreichen Saatgutmischungen (TÖRÖK et al. 2010, HELLSTRÖM et al. 2009, MANCHESTER et al. 1999). Bei großflächigen Umwandlungen von Acker in Grünland wurden und werden aber nach wie vor kommerzielle Saatgutmischungen eingesetzt, da diese weitaus billiger sind als Mahdgutüberträge oder regional vermehrte Wildpflanzen (TISCHEW et al. im Druck). Die Entwicklung artenreicher Feuchtgrünländer auf ehemaligen Ackerstandorten wird oft auch durch eine nicht ausreichende Wiedervernässung der Standorte erschwert, da angrenzend an die Renaturierungsflächen noch Ackerbau betrieben wird oder andere Flächennutzer dem Grundwasseranstieg nicht zustimmen (u. a. ŠEJFER et al. 2008).

Vor diesen Problemen standen auch regionale Naturschutzakteure im Wulfener Bruch, eines der großen ehemaligen Feuchtgebiete in Sachsen-Anhalt. Der Regionalverband des Naturschutzbundes und die Primigenius gGmbH haben es sich zum Ziel gesetzt, durch den Kauf und die Umwandlung von Acker in Grünlandflächen in Verbindung mit einer sukzessiven Wiedervernässung wieder ein durchgehendes Biotopverbundsystem aus Feuchtflächen im Wulfener Bruch zu schaffen. Seit 2001 konnten mehr als 40 ha Ackerland erworben und in Grünland umgewandelt werden. Da auch die nachfolgende Pflege der großen Flächen möglichst nachhaltig gesichert werden sollte, wurden bei der Renaturierung der Flächen völlig neue Wege gegangen. Die Ackerflächen wurden sofort nach Brachlegung durch Heckrinder und z.T. auch Przewalski-Pferde beweidet. Ein aktiver Artentransfer konnte aus Kostengründen nur kleinflächig vorgenommen werden. In Kooperation mit der Hochschule Anhalt (FH) wurde begleitend zu den praktischen Maßnahmen ein Forschungsvorhaben gestartet, das zum einen verschiedene Methoden der Beschleunigung der Besiedlungsprozesse durch Grünlandarten testen sollte und zum anderen das Ziel hatte, die natürlichen Wiederbesiedlungsprozesse zu dokumentieren und zu analysieren.

Hierbei standen folgende Fragen im Vordergrund:

- Wie entwickeln sich die Ackerbrachen bei extensiver Beweidung und ohne Initialensetzungen (Spontanbesiedlung)?
- Wie stark beeinflusst das aktive Einbringen von typischen Feuchtgrünlandarten über Initialensetzungen den Besiedlungsprozess?
- Welche Auswirkungen hat der Einsatz von kommerziellen Saatgutmischungen auf den Renaturierungsprozess?
- Wie beeinflussen unterschiedliche Grundwasserflurabstände die Wiederbesiedlungsgeschwindigkeit mit typischen Feuchtgrünlandarten?

2 Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Wulfener Bruch liegt in Sachsen-Anhalt, nördlich der Stadt Köthen. Derzeit sind 972 ha des Wulfener Bruchs als Natura 2000-Gebiet und Vogelschutzgebiet ausgewiesen. Weiterhin befindet sich das Bruch im Biosphärenreservat „Mittelbe“. Vor Errichtung der Elbdeiche in den Jahren 1856 bis 1861 gehörte das Gebiet insbesondere im Winter zum Überschwemmungsbereich der Elbe (DARMER et al. 1998). Relativ geringe Grundwasserflurabstände von 0,3 m bis 0,8 m (ROCHLITZER 1993), mit zeitweisem Überstau in nassen Jahren, führten zur Entwicklung von Anmoorböden und einer Nutzung als Grünland (DARMER et al. 1998). Seit Anfang der 1970er Jahre wurden in dem Gebiet großflächig Meliorationsmaßnahmen durchgeführt, welche zu einem drastischen Absinken des Grundwasserstandes um 1 m führten (DARMER et al. 1998). Dies führte neben einer Intensivierung der Grünlandnutzung zum Umbruch vieler Grünländer und einer anschließenden intensiven ackerbaulichen Nutzung. Die Folge waren eine starke Veränderung der Bodenverhältnisse und eine rasant voranschreitende Verarmung der ehemals artenreichen Grünlandflächen.

Im Moment stellt sich die hydrologische Situation so dar, dass im Frühjahr und Herbst z. T. noch relativ hohe Grundwasserstände zu verzeichnen sind, jedoch bei weitem nicht die Grundwasserflurabstände vorherrschen, wie sie für den Erhalt und die Entwicklung artenreicher Feucht- und Wechselfeuchtgrünländer Voraussetzung sind. In den Sommermonaten herrschen in der Regel sehr lange Trockenperioden mit sehr niedrigen Grundwasserständen vor.

Die in die nachfolgenden Untersuchungen einbezogenen Flächen liegen überwiegend außerhalb der FFH- und Naturschutzgebiete. Sie stellen jedoch sehr wichtige Bindeglieder zwischen den bestehenden Grünländern dar. Es handelt sich um zwei ehemalige, intensiv genutzte Ackerflächen mit einer Größe von jeweils ca. 10 ha. Beide Ackerflächen wurden in ein Beweidungssystem mit bereits bestehenden Grünlandflächen integriert. Die Beweidungsstärke liegt in der Regel zwischen 0,3 und 0,6 GVE/ha, kann

aufgrund der Jungtiere zeitweise während der Vegetationsperiode auch etwas höher sein (schriftl. Mitt. Wenk 2005, 2010).

Da die Flächen aufgrund unterschiedlicher Ausprägungen in der Höhengivellierung kleinräumig wechselnde Entwicklungspotenziale besitzen (Feuchtweide/Wechselfeuchtweide bis mesophile Weidestandorte), wurden entsprechend der unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen verschiedene Versuchsböcke eingerichtet (vgl. Karte 1, Tab. 1). Alle Untersuchungsflächen liegen entlang des „Landgrabens“ zwischen Wulfen und Diebzig. In dieser Arbeit werden Ergebnisse der Versuchsanlagen A, B, D und F vorgestellt. Um die Entwicklungsschritte der ehemaligen Ackerflächen bewerten zu können, werden für die Auswertungen zudem bereits bestehende, angrenzende Grünlandflächen in die Betrachtungen (L) einbezogen.

2.2 Untersuchungsvarianten

In unterschiedlichen Feuchtestufen (Tab. 1) wurden drei Varianten unter dem Einfluss extensiver Beweidung untersucht: Spontansukzession, Auftrag von samenreichem Mahdgut und Ansaat einer Regelsaatgutmischung. Zwei Blockversuche wurden unter Berücksichtigung aller drei Varianten angelegt, eine Versuchsreihe ausschließlich mit der Variante Spontanbesiedlung mit extensiver Beweidung und eine Versuchsreihe mit einem großflächigen Mahdgutauftrag und extensiver Beweidung.

• Spontane Besiedlungsprozesse mit extensiver Beweidung (K)

In dieser Variante wurden seit Aufgabe der Ackernutzung, abgesehen von dem Beginn der extensiven Beweidung, keine weiteren Maßnahmen durchgeführt.

• Mahdgutauftrag mit extensiver Beweidung (I)

Auf einer Fläche von ca. 1,5 ha sowie auf den 5 m x 5 m großen Flächen der Blockversuche wurde diasporeereiches Mahdgut von artenreichen Spenderflächen aus dem Wulfener Bruch aufgetragen, um so die Etablierung gebietseigener Arten sicherzustellen.

Da die Mahdgutüberträge nicht sofort mit Beginn der Untersuchungen umgesetzt werden konnten, sondern erst im dritten und vierten Jahr nach Aufgabe der Ackernutzung erfolgten, hatte sich bereits sukzessionsbedingt eine Krautschicht entwickelt. Vor dem Mahdgutauftrag wurden daher die Flächen gemäht und das Schnittgut entfernt. Dies war notwendig, um einen gleichmäßigen Auftrag und das Anliegen des Mahdgutes am Boden sicherzustellen. Die Mahd der Spenderflächen, welche maximal 1,5 km entfernt lagen, und der Auftrag des frischen Mahdgutes erfolgten jeweils am gleichen Tag. Die Auftragsstärke betrug ca. 5 cm bis 8 cm (frisch und locker aufliegend). Vor Durchführung der Mahdgutaufträge wurde jeweils der Status quo der Flächen erfasst.

• Einsaat mit Regelsaatgutmischung (RSM) mit extensiver Beweidung (G)

In den Versuchsböcken A und B wurde die Variante Ansaat einer Regelsaatgutmischung untersucht. Die Ansaat erfolgte 2002 per Hand mit ca. 10 g/qm, was in etwa 1/3 bis 1/4 der empfohlenen Ansaatmenge entspricht (schriftl. Mitt. Wenk 2003). In der Saatgutmischung waren enthalten: *Lolium perenne* (mit den Sorten *Liprina*, *Lihersa* und *Lipondo*), *Festuca pratensis* (Sorte *Lifara*), *Festuca rubra* (NFG), *Phleum pratense* (Sorte *Leutimo*), *Poa pratensis* (Sorte *Limagie*) und *Dactylis glomerata*.

2.3 Untersuchungsflächen - Kurzcharakteristik der Flächen und Zuordnung der Untersuchungsvarianten

Ehemalige Ackerfläche 1 – Größe 10 ha; Beweidung mit Heckrindern und Przewalskipferden

Die Fläche wurde im Jahr 2001 letztmalig ackerbaulich genutzt (Winter-Roggen) (mdl. Mitt. Wenk 1993). Im Winter 2001/2002 war die Fläche für einen Zeitraum von mehreren Wochen fast vollständig überstaut.

Im Jahr 2002 erfolgte durch den neuen Flächenbewirtschafter die streifenweise Einsaat einer Regelsaatgutmischung (RSM), welche in die Untersuchungen der Blockversuche A und B einbezogen wurde. Seit 2002 wird die Fläche beweidet. Nordwestlich grenzt eine seit 1999 bestehende Extensivweide an, wobei die Tiere durch einen Durchgang zwischen den Flächen beide Bereiche ganzjährig parallel nutzen. Da sich auf der ehemaligen Ackerfläche erst Pflanzenbestände entwickeln mussten, war diese Verknüpfung der Flächen auch für eine ausreichende Versorgung der Tiere mit Futter notwendig (vgl. Abb. 1).

Hinsichtlich des Wasserhaushaltes ist der erste Teilbereich (Blockversuch A) überwiegend durch feuchte Bodenverhältnisse gekennzeichnet. Im zweiten Teilbereich (Blockversuch B) herrschen trockene bis periodisch frische, z. T. feuchte Bodenverhältnisse vor. Der dritte Teilbereich (Versuchsanlage D), in dem großflächig Mahdgut übertragen wurde, ist wieder als frisch bis wechselfeucht einzuschätzen.

Ehemalige Ackerfläche 2 – Größe 10 ha; Beweidung mit Heckrindern

Die letzte ackerbauliche Nutzung (Mais) dieser Fläche erfolgte im Jahr 2002 (mdl. Mitt. Wenk 2003). Seit Sommer 2003 wird die Fläche mit Heckrindern beweidet. Vor Beginn der Beweidung wurden keine Begrünungsmaßnahmen durchgeführt. Auf der Fläche befinden sich Bereiche mit sehr unterschiedlich ausgeprägtem Feuchtehaushalt. Die Stufen reichen von wechselfeucht, über frisch / z. T. wechselfeucht bis hin zu feucht. In einem kontinuierlich sehr feuchten Bereich wurden im Sommer 2006 Dauerbeobachtungsflächen für vegetationskundliche Erfassungen eingerichtet (Versuch F). An die ehemalige Ackerfläche grenzen nördlich und westlich bestehende, zum Teil intensiv genutzte, Grünlandflächen an. Teile dieser Flächen wurden bereits seit 2003 im Verbund mit der ehemaligen Ackerfläche beweidet. Ein weiteres Teilstück wurde im Jahr 2005 eingetiert.

Vergleichsflächen zur Analyse der Annäherung an den Zielzustand (L)

Um die Entwicklung der ehemaligen Ackerflächen besser bewerten zu können, wurde eine bereits seit 1999 beweidete Fläche für entsprechende Vergleiche herangezogen (L). Die Vegetationsaufnahmen er-

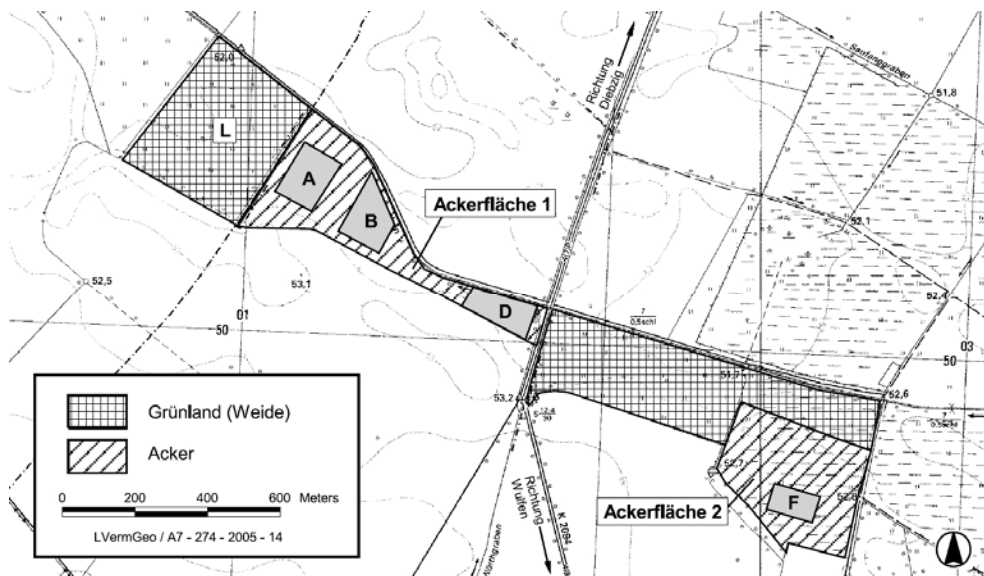


Abb. 1 Karte - Überblick: ehemalige Ackerflächen, Lage der Versuche und alte Weideflächen.

Fig. 1 Map - Overview with former arable land, location of trials and old pastures.

Tab. 1 Übersicht Versuchsflächen (K = Spontane Besiedlung, I = Mahdgutauftrag, G = Ansaat mit Regelsaatgutmischung).

Tab. 1 Overview of trials (K = natural recovery, I = hay transfer, seeding of a commercial seed mixture).

Fläche	„Ackerfläche 1“			„Ackerfläche 2“
	A	B	D	F
Feuchtehaushalt	feucht bis periodisch frisch	trocken bis periodisch frisch bis feucht	frisch bis wechselfeucht	kontinuierlich feucht
Letzte ackerbauliche Nutzung	2001	2001	2001	2002
Beweidungsbeginn	2002	2002	2002	2003
Varianten	K, I, G	K, I, G	I	K
(Versuchs-)Flächeneinrichtung	2003	2003	2004	2005
Zeitpunkt des Mahdgutübertrags (Auftragsflächengröße)	09/2005 (5 m x 5 m)	09/2005 (5 m x 5 m)	09/2004 (flächig 1,5 ha)	-
Jahr der streifenförmigen RSM- Ansaat	2002	2002		
Anzahl Wiederholungen	10 / 15 je Variante	15 je Variante	12	16
Weidetiere	Heckrinder, Przewalskipferde	Heckrinder, Przewalskipferde	Heckrinder, Przewalskipferde	Heckrinder

folgten im Jahr 2005 im Rahmen eines Studentischen Projektes (HOFMANN et al. 2005). Vor 1999 wurde diese Fläche als Intensivgrünland (Mahd) genutzt. Durch die extensive Beweidung hat sie sich innerhalb von sechs Jahren zu einer wesentlich arten- und struktureicheren Fläche entwickelt.

2.4 Vegetationserfassung

2.4.1 Vegetationsaufnahmen

Zur langfristigen Beobachtung der Entwicklungsprozesse erfolgte auf allen Varianten die Einrichtung von fest mit Metallhohlstäben markierten Dauerbeobachtungsflächen. Die Markierungen wurden zur Vermeidung von Verletzungen bei den Tieren ebenerdig eingeschlagen und farblich markiert. Weiterhin wurden für jede Fläche die GPS-Daten erfasst.

Für die Versuchsflächen A und B erfolgte die Einrichtung im Blockdesign. Die Größe der Aufnahmeflächen beträgt 5 m x 5 m, da dies dem Minimumareal des sich zukünftig entwickelnden Biototyps Grünland entspricht (DIERSSEN 1990, DIERSCHKE 1994). Die Vegetationsaufnahmen wurden jeweils in den Sommermonaten ab Mitte Juli durchgeführt. Zur Anwendung kam die Aufnahmeskala nach ZACHARIAS (1996).

Für alle Arten einer Aufnahme wurde erfasst, ob sie fertil und/oder steril vorkommen. Für typische Feuchtwiesen-/Frischwiesenarten erfolgte eine Individuenzählung mit der Erfassung von sterilen und fertilen Individuen (ab ca. 50 Individuen eine Schätzzählung).

Als weitere Parameter wurden erfasst: Strauchschicht, Krautschicht und Streuschicht – jeweils in Prozent und unter Angabe der Schichthöhen (Minimal, Durchschnitt, Maximal), prozentuale Deckungswerte zu vegetationsfreien Bereichen, Kryptogamen, Algen, und Kot sowie die Parameter Mikrorelief nach AG BODEN (1994) und aktuelle Bodenfeuchte nach AG BODEN (1994).

Um für die statistischen Auswertungsmethoden eine ausreichend hohe Anzahl an Stichproben zur Verfügung zu haben, wurde eine Wiederholungsanzahl von 15, mindestens jedoch 10 Aufnahmen je Variante und Bereich angestrebt (vgl. GLAVAC 1996).

2.4.2 Angrenzende Flächen und Spenderflächen

Da für die Entwicklung der Untersuchungsflächen das Diasporenangebot aus der Umgebung sowie das Diasporenpotenzial der Spenderflächen einen entscheidenden Faktor darstellen, erfolgten hier Erhebungen von Gesamtartenlisten mit Häufigkeitsklassen. Für die Vergleichsfläche L liegen zudem Vegetationsaufnahmen (5 m x 5 m) vor.

2.5 Datenanalyse

Für die Auswertung der Daten werden neben der klassischen Vegetationskunde weiterhin Methoden der multivariaten Statistik genutzt. Da bei diesen Methoden die erhobenen Datenreihen in Bezug zu Standort- oder Zeitgradienten gesetzt werden können und im Ordinationsdiagramm die Darstellung dieser Gradienten über abstrakte Achsen erfolgt, welche diese Gradienten interpretieren (WHITTAKER 1967, NOY-MEIR & WHITTAKER 1977), stellen diese multivariaten Ordinationsverfahren gerade zur Analyse von Sukzessionsprozessen bzw. Entwicklungsprozessen sowie standörtlichen Differenzierungsprozessen geeignete statistische Methoden dar. Besonders hervorzuheben ist zudem, dass bei Auswertungen mit diesen Verfahren quantitative Eigenschaften von Parametern (Artdaten, bioindikative Parameter) berücksichtigt werden können.

Zur Verdeutlichung der Entwicklungsprozesse auf den umgewandelten Ackerflächen wurde eine Datenanalyse mit dem Programm CANOCO für Windows durchgeführt. Einbezogen wurden alle untersuchten Einzelflächen mit den entsprechenden Artdaten. Ausgenommen wurden lediglich Arten, die insgesamt (in allen Aufnahmen und allen Jahren) nur ein einziges Mal auftraten. Nachdem der Datensatz mit einer DCA (Detrended Correspondence Analysis; Lengths of gradient 3.154) getestet wurde, folgte eine Indirekte Gradientenanalyse – PCA (Principle Components Analysis). Die Daten wurden für die Berechnung wurzeltransformiert.

3 Ergebnisse

3.1 Entwicklung ausgewählter Vegetationsschichten

Bedingt durch den ein bis drei Jahre nach Aufgabe der ackerbaulichen Nutzung liegenden Untersuchungsbeginn, hatten sich zum Zeitpunkt der Ersterfassung bereits erste Vegetationsbestände angesiedelt. Somit ergaben sich bei den Ersterfassungen durchschnittliche Krautschichtdeckungen von ca. 60 % bis 90 %. Innerhalb der unterschiedlichen Feuchtestufen zeigt sich, dass die feuchteren Flächen (F, A, D) in der Regel höhere Deckungsgrade aufweisen als die trockeneren Flächen (B), hier also eine beschleunigte Besiedlung der ehemaligen Äcker erfolgt (Abb. 2). Der leichte Deckungsrückgang im Jahr 2005 auf fast allen Flächen lässt sich möglicherweise durch die sehr trockenen Witterungsverhältnisse erklären. Im darauf folgenden Jahr stiegen die Deckungsgrade der Krautschicht wieder an und sanken auf den feuchteren Flächen zum Sommer 2007 wieder leicht ab, jedoch nicht unter das Niveau von 2005. Diese Schwankungen in der Krautschicht sind, berücksichtigt man auch das noch junge Entwicklungsstadium der Flächen, durchaus als normaler Entwicklungsprozess und keinesfalls negativ einzuschätzen. Hinzu kommen unterschiedliche Witterungsbedingungen in den Untersuchungsjahren, damit einhergehende Schwankungen bei den Grundwasserflurabständen sowie der Einflussfaktor Beweidung. Alle Bereiche der Weideflächen wurden zwar von den Tieren gut angenommen, dennoch gab es je nach Futteraufwuchs und auch Dargebot auf anderen, angrenzenden Flächen zeitweise unterschiedliche Nutzungsintensitäten.

Auffällig sind sowohl bei der Krautschicht, als auch den anderen Schichten nicht unerhebliche Standardabweichungen. Hier muss jedoch wieder berücksichtigt werden, dass es sich für Flächen mit dem

Entwicklungsziel „artenreiches Weidegrünland“ um junge Entwicklungsstadien und keine gereiften Vegetationsbestände handelt. Die Abnahme der Standardabweichungen mit zunehmendem Flächenalter zeigt für die Krautschicht, dass sich die Bestände im Laufe der Jahre zunehmend stabilisierten. Außerdem kann für Weidegrünland ohnehin nicht von derart homogenen Beständen ausgegangen werden wie für gemähte Grünlandflächen.

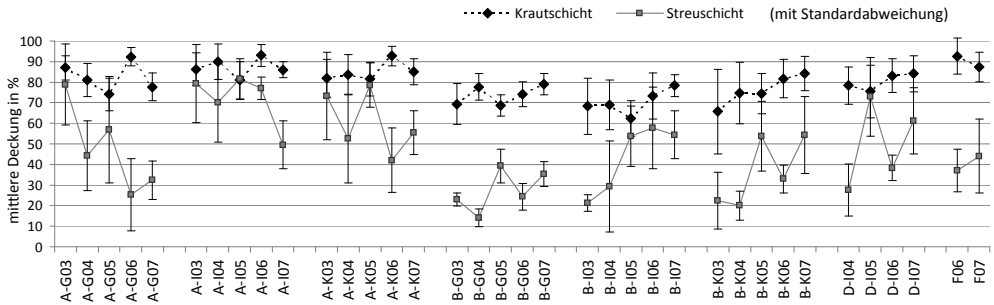


Abb. 2 Mittlere Deckungsgrade der Krautschicht und Streuschicht (A-* = feucht bis periodisch frisch, B-* = trocken bis periodisch frisch bis feucht, D-* = frisch bis wechselfeucht, F-* = kontinuierlich feucht; *-G = Ansaat mit Regelsaatgutmischung, *-I = Mahdgutaufrag, *-K = Spontane Besiedlungsprozesse).

Fig. 2 Average coverage of herb layer and litter layer, A-* = wet conditions and periodically fresh, B-* = dry to periodically wet conditions, D-* = fresh to periodically wet conditions, F-* = permanent wet sites; *-G = seeding of commercial seed mixture, *-I = hay transfer, *-K = natural recovery).

Sehr große Schwankungen traten in den Untersuchungsjahren bei den Streudeckungen auf (Abb. 2). Auch unterscheiden sich die Streuschichten zwischen den Einzelplots innerhalb der Varianten deutlich, was sich in den großen Standardabweichungen widerspiegelt. Für eine Analyse dieser Situation sollte jedoch auch die jeweilige Schichtstärke einbezogen werden. So zeigt Abb. 3 (unten), dass die Streuschichten auf allen Flächen mit durchschnittlich unter 0,5 cm relativ gering waren und sich kaum dichte Streuauflagen bildeten. Selbst partiell etwas dickere Schichten, welche die Linie der „Streuschicht Höhe max“ darstellt, waren immer nur sehr kleinflächig ausgeprägt und blieben überwiegend unter einer Stärke von 1 cm. Hier kommen vor allem zwei Faktoren zum Tragen. Zum einen werden die Weidereste aus der Vegetationsperiode in den Wintermonaten von den Tieren gefressen, da keine Zufütterung (außer in Notzeiten) erfolgt. Weiterhin wird die Streu auf den Flächen relativ schnell abgebaut. Auch auf den Flächen mit punktuellen Initialensetzungen/ Mahdgutaufrag sind im Jahr nach dem Auftrag kaum nennenswerte höhere Streuschichten vorhanden (A-I und B-I im Herbst 2005 mit 5 m x 5 m Flächen). Da diese ehemalige Ackerfläche nach dem Mahdgutübertrag auch ca. drei Wochen für die Tiere gesperrt wurde und eine Flächenbegehung im Spätherbst erfolgte, kann sicher davon ausgegangen werden, dass das Mahdgut nicht kurz nach Auftrag abgefressen wurde. Für den Block D (Auftrag im Herbst 2004), ergeben sich ähnliche Ergebnisse. Nur an relativ wenigen Stellen wurden im Folgejahr des Mahdgutübertrages höhere Maximalwerte (im Durchschnitt unter 1 cm) erreicht.

Interessant ist auch die Betrachtung der ermittelten Höhen der Krautschicht (Abb. 3). Die durchschnittlichen Höhen stiegen von überwiegend ca. 20 cm auf 30–40 cm im Jahr 2004 (2. bzw. 3. Entwicklungsjahr) und sanken dann wieder relativ einheitlich auf durchschnittlich 15–20 cm. Eine Ausnahme bilden die eingesäten Bestände im Block B (trockener), wo die Krautschicht insgesamt niedriger blieb. Sowohl die Schwankungen in der Höhe der Krautschichten innerhalb der Untersuchungsjahre als auch die relativ niedrigen Krautschichtshöhen in den RSM-Grasansaat haben eine gemeinsame Ursache: die Ruderalart *Cirsium arvense* (Acker-Kratzdistel). Wie auch Abb. 7 zeigt, dominierte *Cirsium arvense* in den Anfangsjahren den überwiegenden Teil der Flächen. Diese Art erreichte auch, neben sehr wenigen anderen, aber

nie so dominant auftretenden Arten, die Maximalwerte der Krautschichthöhen. Mit ihrem Rückgang korreliert folglich auch der Rückgang der Krautschichthöhen. Da *Cirsium arvense* sich in den zum Teil sehr dichten RSM-Grasansaat nur sehr schlecht etablieren konnte, blieb hier auch die Höhe der Krautschicht geringer. Auf den feuchten Teilflächen konnte sich die Gräsermischung aus gebietsfremden Arten wesentlich schlechter etablieren (Abb. 6) und somit waren für *Cirsium arvense* bessere Etablierungsbedingungen gegeben. Dies gilt jedoch nicht nur für *Cirsium arvense* – die zwar keine Zielart (vgl. Tab. 2, im Anhang) ist, jedoch eine typische Art dieser Entwicklungsstadien darstellt – sondern auch für weitere gebietsheimische Arten, wie nachfolgende Auswertungen zeigen.

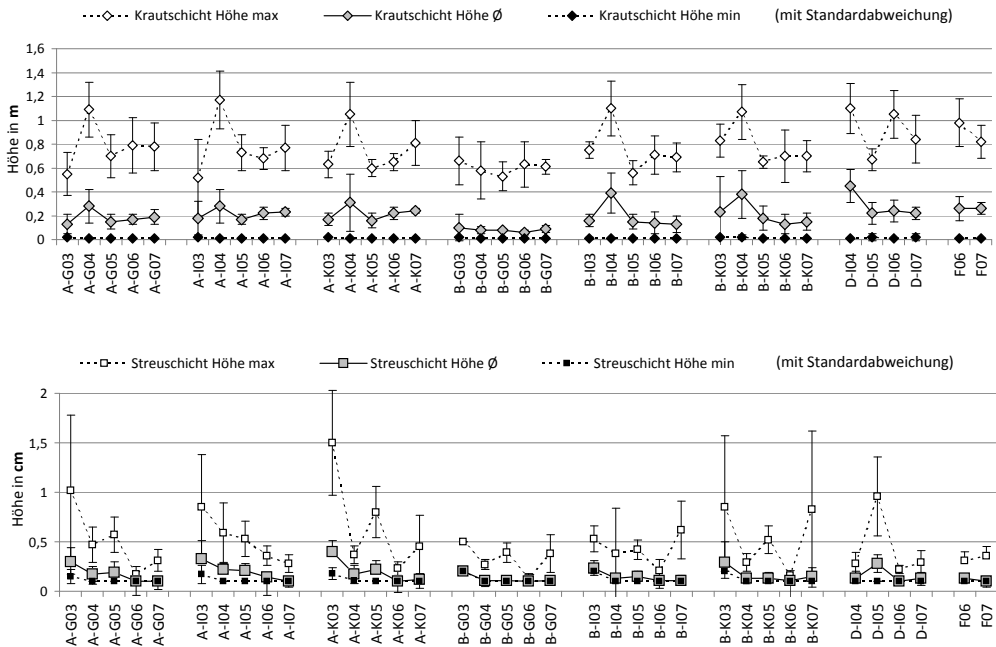


Abb. 3 Höhen der Krautschicht (in m / oben) und Streuschicht (in cm / unten).

Fig. 3 Maximum height of herb layer (m, see above) and of litter layer (cm, see below).

Die vegetationsfreien Bereiche nahmen, bis auf wenige Ausnahmen, kontinuierlich ab. Auch bei Betrachtung dieser Schicht (Abb. 4) wird deutlich, dass insbesondere in den feuchteren Flächen die Vegetationsentwicklung schneller voranging als in den trockeneren Bereichen. So lagen im Block A die vegetationsfreien Bereiche bereits 2003 in der Regel deutlich unter 10 %, während sie in dem weniger feuchtebegünstigten Block B im Jahr 2003 noch bei knapp über 20 % lagen und erst später auf 10 % zurückgingen. Der frische bis zeitweise feuchte Block D sowie F (feucht) bestätigen diese Aussagen.

Die Entwicklung der Kryptogamenschicht (insbesondere Moose) verlief auf den Flächen sehr unterschiedlich. Zwei bis drei Jahre nach Nutzungsaufgabe war diese Schicht in allen Bereichen mit lediglich sehr geringen Deckungsgraden ausgeprägt. In den feuchteren Bereichen (A) nahm die Kryptogamenschicht in den Folgejahren kontinuierlich zu. Durch den Auftrag von diasporenreichem Mahdgut (A-I) im Jahr 2005 stagnierte die Entwicklung der Kryptogamen, da sich durch die Abdeckung die Wachstumsbedingungen für diese Schicht verschlechterten. Wie Abb. 2 und 3 zu entnehmen ist, wurde das aufgetragene Material (dessen Reste im Jahr 2006 ebenfalls als Streuschicht erfasst wurden) jedoch sehr schnell abgebaut. Die-

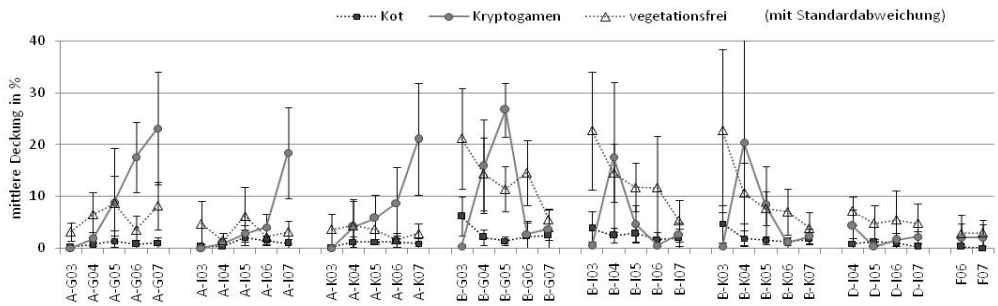


Abb. 4 Mittlere Deckungsgrade der Schichten Kot, Kryptogamen, vegetationsfrei.

Fig. 4 Average coverage of the layers: dung, bryophytes/lichens and bare ground.

ser schnelle Abbau des Mahdgutes wurde sicherlich durch die hier noch relativ guten Feuchtigkeitsverhältnisse begünstigt.

Da es sich um Beweidungsflächen handelt, wurde auf den Flächen auch der Deckungsgrad von Kot erfasst. Hier zeigte sich, dass bis auf sehr wenige Flächen fast in allen Vegetationsaufnahmen Kot durch die Tiere verbraucht wurde (im Schnitt 1,6 %). Dies deutet auf eine relativ homogene Nutzung der Weidefläche hin.

3.2 Entwicklung der Krautschicht

Wie Abb. 5 zeigt, gab es in der Krautschicht im Laufe der Untersuchungsjahre sowohl in den feuchteren (A, D, F) als auch trockeneren Flächen (B) relativ starke Veränderungen. Das Diagramm (Abb. 5) zeigt die Anteile der mittleren Deckungsgradsummen der Kräuter, Gräser (gesplittet in Süßgräser, Sauergräser & Binsen) sowie Gehölze. Im Block A (feucht) nahmen sowohl in den Ansaaten der Regelsaatgutmischung (RSM / A-G), den Flächen mit Initialensetzung (A-I) und den Kontrollen (A-K) die krautigen Arten relativ gleichmäßig ab. Im Gegenzug nahmen die Süßgräser stark zu. Während in den Varianten „Initialensetzung“ und „Kontrolle“ zu Beginn der Untersuchungen (zwei Jahre nach Aufgabe der Ackerntzung) fast keine Gräser vorhanden waren, erreichten sie auf den Flächen mit der RSM-Ansaat erwartungsgemäß mit knapp über 20 % etwas höhere Werte. Innerhalb von vier Jahren stieg jedoch die Deckung der Süßgräser in allen drei Varianten auf ca. 50 % bis 60 %. Die Sauergräser und Binsen waren im Jahr 2003 auf allen Varianten der feuchteren Standorte (A, F; außer D) mit ca. 20 % Deckung vertreten, nahmen nachfolgend jedoch, bis auf eine kurzzeitige Wiederzunahme im Jahr 2006, ab. Ausschlaggebend ist hierfür der Zusammenbruch der anfänglich stärker ausgeprägten Bestände von *Bolboschoenus maritimus* (Strand-Simse) (vgl. auch Abb. 7). Diese Art ist im Wulfener Bruch aufgrund des leichten Salzeinflusses, insbesondere auf nassen, gestörten Standorten (Brachestadien), sehr typisch, wird jedoch bei Aufkommen anderer, konkurrenzstärkerer Arten relativ schnell wieder verdrängt. Gehölze, welche fast ausschließlich in der Krautschicht auftraten, sind auf allen Flächen mit verschwindend geringen Deckungsgraden von meist unter 0,1 % zu verzeichnen.

Im Block B (trocken) zeigten vor allem die eingesäten Flächen einen anderen Entwicklungsverlauf. Schon kurze Zeit nach der Einsaat dominierten mit > 60 % bis zu > 80 % die Süßgräser. Krautige Arten waren bei Beginn der Untersuchungen mit sehr geringen Deckungsgraden unter 5 % vertreten, nahmen jedoch im Laufe der Zeit zu. Sauergräser und Binsengewächse waren ebenso wie Gehölze in diesen Bereichen kaum anzutreffen. In den Varianten „Initialensetzung“ und „Kontrolle“ ist vom Jahr 2003 bis zum Jahr 2006 ein Rückgang der Kräuter und eine Zunahme der Gräser zu verzeichnen. Dieser Entwicklungstrend kehrte sich von 2006 zu 2007 in diesen beiden Varianten (B-I, B-K) wieder um, so dass die Deckungsgradanteile der Kräuter und Gräser sich wieder etwas annäherten. Auch in diesen beiden Varianten sind kaum Sauer-

gräser, Binsen und Gehölze vorhanden. Der Untersuchungskomplex D (frisch bis wechselfeucht) zeigte ähnliche Entwicklungsverläufe wie der Block A, auch wenn die Abnahme der Kräuter zwischen 2004 und 2007 nicht ganz so stark verlief wie im Block A. Der sehr nasse Bereich F, der seit 2003 nicht mehr ackerbaulich genutzt wurde, weist im Vergleich zu allen anderen Flächen die höchsten Deckungsgrade bei den Arten der Krautschicht auf und ähnliche Werte bei den Süßgräsern. Es etablierten sich folglich auch ohne eine Ansaat, über vorwiegend spontane Besiedlungsprozesse, relativ dichte Pflanzenbestände.

Für die nachfolgenden Auswertungen wird noch eine ältere Weidefläche (L), die sich an die „Ackerfläche 1“ anschließt, einbezogen. Diese mit Heckrindern und Przewalski-Pferden beweidete, ehemalige Intensivgrünlandfläche hatte sich seit 1999 zu einer struktur- und artenreichen Weide entwickelt und soll für Vergleiche hinsichtlich einer positiven Grünlandentwicklung herangezogen werden. Die Deckungen der krautigen Arten lagen hier nach 5-jähriger Entwicklungszeit leicht unter denen der anderen Flächen mit etwa 6- bis 7-jähriger Entwicklungszeit. Die Anteile der Süßgräser sind ebenfalls vergleichbar. Weiterhin waren auch hier die Anteile von Sauergräsern, Binsen und Gehölzen verschwindend gering.

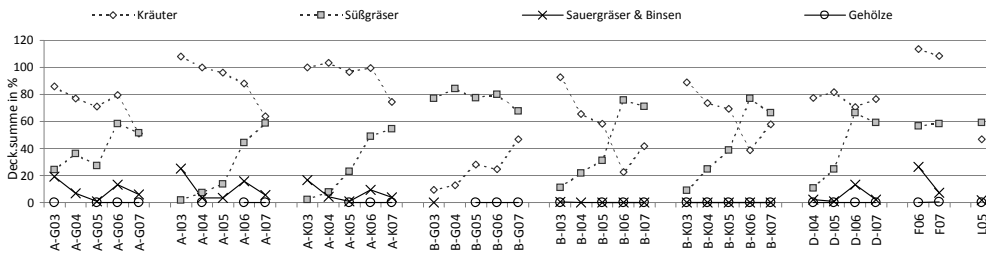


Abb. 5 Entwicklung der mittleren Deckungsgradsummen je Versuch und Jahr der krautigen Arten, Süßgräser, Sauergräser und Binsen sowie Gehölze.

Fig. 5 Development of cumulative average coverage of herbs, grasses, sedges and woody species per trial and year.

Über die unterschiedlichen Entwicklungsschritte geben die Abbildungen 5 bis 8 Aufschluss. In Abb. 6 wurden die Kräuter und Gräser verschiedenen Gruppen zugeordnet (vgl. auch Tab. 2, im Anhang). Zu den Zielarten zählen jeweils Arten, welche aus vegetationskundlicher Sicht und entsprechend der Flächenpotentiale eine positive Entwicklung der Weide anzeigen. In die Gruppe der „sonstigen Kräuter“ sind Arten eingeordnet, für die sich eine Eingruppierung schwierig gestaltet, da sie in sehr geringen Deckungsgradanteilen durchaus typisch sein können, bei Vorkommen mit höheren Werten jedoch eher als Störzeiger anzusprechen sind (z.B. *Mentha arvensis* [Acker-Minze], *Picris hieracioides* [Gewöhnliches Bitterkraut] oder *Vicia tetrasperma* [Viersamige Wicke]). In der Gruppe „Ruderalarten“ sind alle Kräuter und Gräser zusammengefasst, die in der klassischen Vegetationskunde als Ruderalarten und Störzeiger in Wiesen und Weiden angegeben werden (z. B. ELLENBERG 1996, DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Dieser Gruppe wurde für die nachfolgenden Auswertungen auch *Bolboschoenus maritimus* zugeordnet, da diese Art untypisch für ausgereifte Grünlandbestände ist und auch im Wulfener Bruch vorwiegend auf gestörten Standorten, in sehr jungen Entwicklungsstadien von Brachflächen und als „Ackerunkraut“ auf sehr nassen Ackerflächen auftritt. Die Art *Potentilla anserina* (Gänse-Fingerkraut) wird als einzige Art extra gefasst, da sie zum Teil sehr dominant auftritt; und wird bei anderen Auswertungen prinzipiell der Gruppe der sonstigen Kräuter zugeordnet. Die Gruppe „Gräser-RSM“ enthält Arten, die sich in der Ansaatmischung befanden. Diese Gruppe wurde gebildet, da im Gelände eine Unterscheidung zwischen eingesäten Zuchtsorten und gebietseigenen und entsprechend spontan etablierten Individuen nicht möglich war, die Entwicklung der angesäten, nicht gebietseigenen Bestände jedoch nachvollziehbar dargestellt werden soll.

Betrachtet man die einzelnen ökologischen Artengruppen, fällt der durchweg hohe Anteil an Ruderalarten auf (Abb. 6). Dies kann mit den relativ jungen Entwicklungsstadien dieser Flächen und der vorherigen,

intensiven Landwirtschaft, die auch mit enormen Veränderungen der Standortbedingungen (Boden, Wasserhaushalt, Diasporenhauhalt etc.) einherging, erklärt werden.

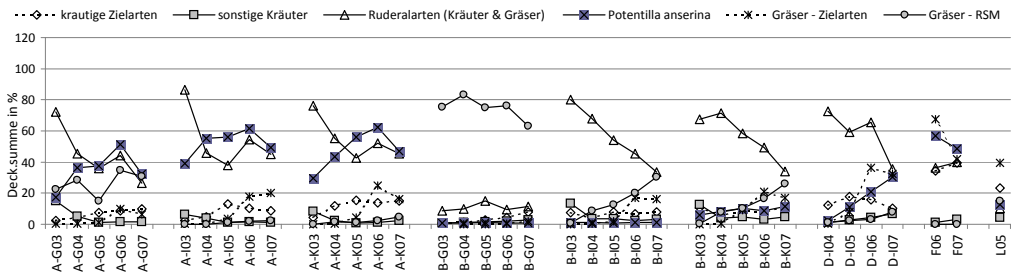


Abb. 6 Deckungsgradsummen verschiedener ökologischer Artengruppen und ausgewählter Arten (krautige Zielarten, sonstige Kräuter, Ruderalarten, *Potentilla anserina*, Gräser-Zielarten, Gräser der Regelsaatgutmischung).

Fig. 6 Cumulative average coverage of different ecological species groups and selected plant species (herbaceous target species, other herbaceous species, ruderal species, *Potentilla anserina*, graminoid target species, grasses from commercial seed mixture).

Einen sehr hohen Anteil an der Gruppe der Ruderalarten haben insbesondere *Cirsium arvense* (Abb. 7, oben), *Elytrigia repens* und *Bolboschoenus maritimus* (Abb. 7, unten). Während *Cirsium arvense* wie beschrieben abnahm, bzw. sich auf den trockeneren Flächen mit RSM-Grasansaat (B-G) kaum ansiedelte, nahm *Elytrigia repens*, wieder mit Ausnahme der recht dicht geschlossenen, trockeneren Grasansaat, zu. *Bolboschoenus maritimus* ging auf den feuchteren Flächen (A, F) tendenziell zurück und hatte sich auf den trockeneren Flächen (B) ohnehin kaum etablieren können. Damit zeigt die Art in frühen Besiedlungsphasen von ehemaligen Ackerstandorten einen ruderalen Charakter, was auch durch ihr Fehlen in den Aufnahmen der alten Weidefläche (L) bestätigt wird. Durch die früheren Meliorationsmaßnahmen und die intensive ackerbauliche Nutzung wurde der frühere Anmoorboden stark geschädigt und verdichtet. Dies förderte auch das starke Wachstum von *Potentilla anserina* (Gänsefingerkraut), das vor allem auf den feuchteren Flächen diese Verdichtungen anzeigt, jedoch im fünften Untersuchungsjahr (sieben Jahre nach Nutzungsaufgabe) wieder abnahm. Durch dieses „Wechselspiel“ zwischen unterschiedlichen Ruderalarten, nimmt der Anteil dieser Artengruppe nur allmählich ab. Es kann jedoch auch durch den Wechsel von Arten innerhalb dieser Artengruppe, welche zum Teil auch verschiedene Altersstadien in Sukzessionsprozessen repräsentieren, ein positiver Entwicklungstrend abgeleitet werden. Positiv ist weiterhin, dass durch die ablaufenden Entwicklungsprozesse zeitweise auch seltenere Ruderalarten wie *Bromus arvensis* (Acker-Trespe) oder die Ackerwildkrautart *Aphanes arvensis* (Acker-Frauenmantel) vorkamen.

Eine Analyse der Daten mit dem Programm CANOCO (Abb. 8 a-c) zeigt eine relativ klare Trennung zwischen den feuchten und trockeneren Bereichen. Besonders deutlich wird die Abtrennung der trockeneren Vegetationsbestände mit RSM-Grasansaat (B-G). In diesen Bereichen entwickelten die angesäten Arten sehr schnell dichte Bestände und bildeten für weitere Arten regelrechte Etablierungsbarrieren. Zwischen den Untersuchungsjahren gibt es daher kaum größere Veränderungen hinsichtlich der Artenzusammensetzung (Wegfall/Hinzukommen von Arten) oder stärkere Schwankungen in den Deckungsgraden einzelner Arten. Somit sind die „Entwicklungssprünge“ im Vergleich zu den anderen Flächen wesentlich kleiner. Man kann deshalb von einer Stagnation in der Entwicklung sprechen.

Die Veränderungen auf den trockeneren Flächen mit Initialensetung (B-I) und den Kontrollflächen (B-K) sind wesentlich stärker, unterscheiden sich aber dennoch deutlich von den feuchten Flächen (A, D, F) (Abb. 8 a). Aus den Abbildungen 8b und 8c wird durch die ergänzenden Achsenansichten (Achse 1 zu 3;

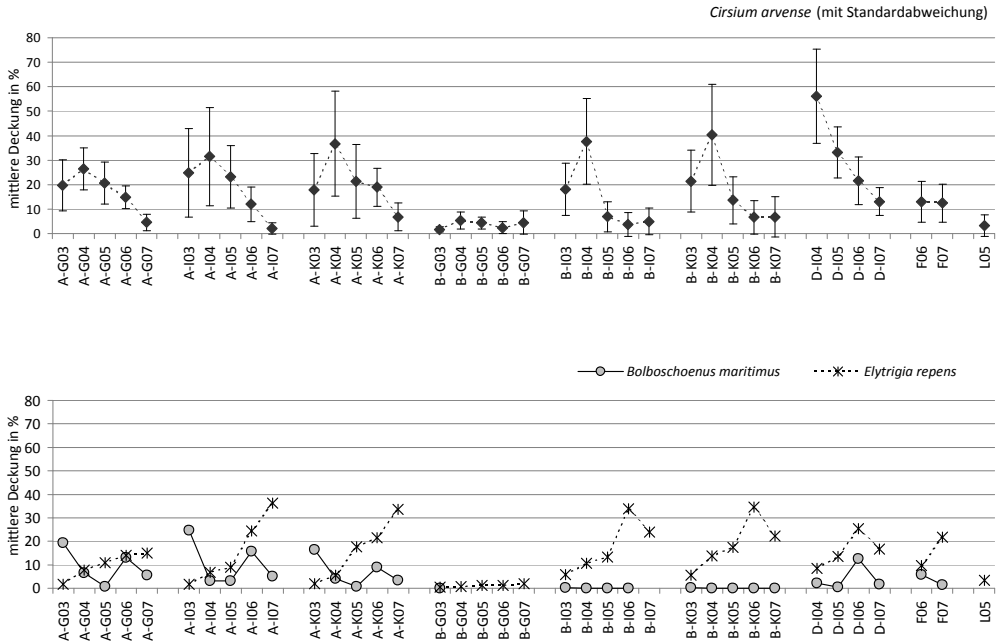


Abb. 7 Entwicklung der mittleren Deckungsgrade der Ruderalarten / Brachezeiger *Cirsium arvense*, *Bolboschoenus maritimus* und *Elytrigia repens*.

Fig. 7 Development of the average coverage of selected ruderal species: *Cirsium arvense*, *Bolboschoenus maritimus* and *Elytrigia repens*.

Achse 3 zu 4) ersichtlich, dass sich alle untersuchten Flächen noch deutlich von den älteren Extensivweideflächen (L) unterscheiden. Bis sich vergleichbare Entwicklungszustände entwickelt haben, werden die Flächen sicherlich noch mehrere Jahre benötigen.

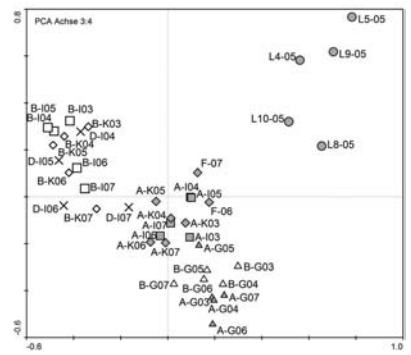
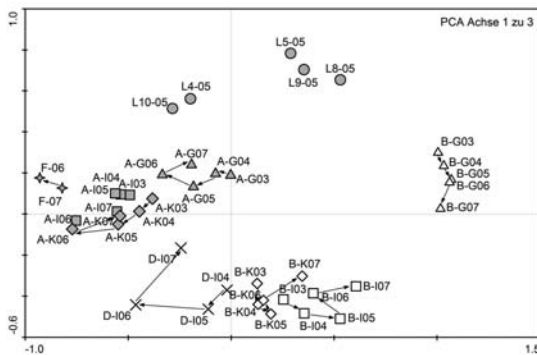
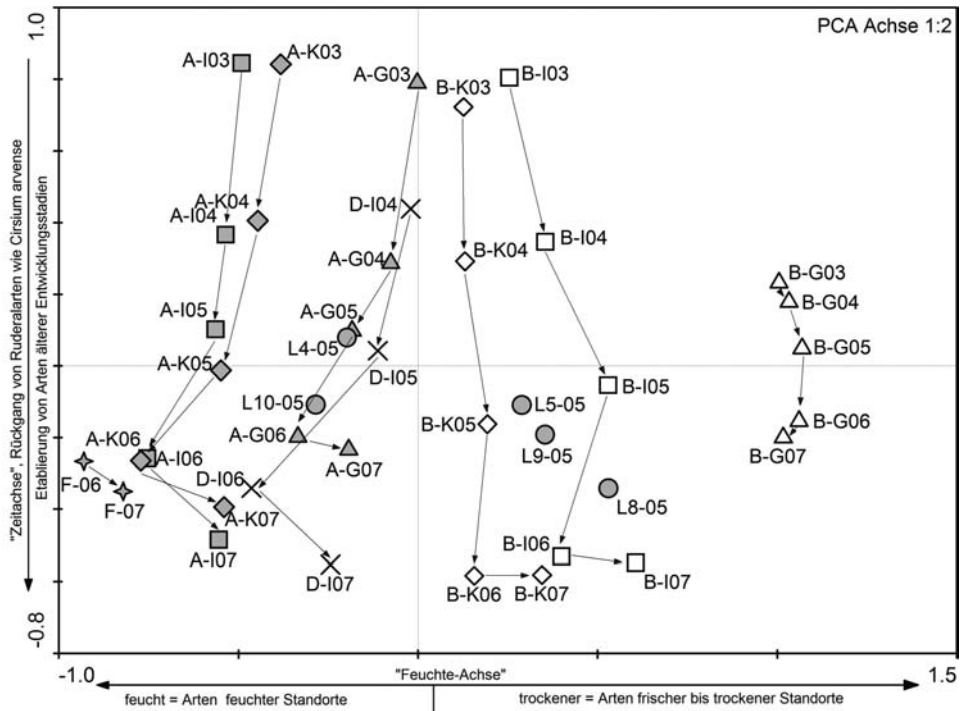
3.3 Artenzahlen und Artenzusammensetzung

Die mittleren Artenzahlen je Vegetationsaufnahme und Versuch zeigen überwiegend eine jährliche Zunahme von Arten (Abb. 9). Auf den ehemaligen Ackerflächen sind die Artenzahlen hierbei höher als auf der seit 1999 beweideten Weidefläche. Die höheren Artenzahlen auf den Versuchsflächen sind insbesondere durch die auch im Jahr 2007 hohen Anteile an Ruderalarten begründet. Wenngleich diese Artengruppe insgesamt im Deckungsgrad abnimmt, bleiben auch bei fortschreitender Entwicklung Vertreter mit geringen bis mittleren Deckungsgraden über lange Zeiträume in den Flächen bestehen.

Betrachtet man die Artenzahlen, welche insgesamt je Aufnahmevariante (z.B. A-G; A-I; A-K etc.) und Jahr erfasst wurden, bestätigt sich die hohe Artenvielfalt auf den Flächen (Abb. 10). Positiv sind die Zunahmen bei den Zielarten (Gräser und Kräuter).

3.4 Ausgewählte Zielarten

Um die Etablierung typischer Feucht- und Wechselfeuchtwiesenarten besser bewerten zu können, wurden zusätzlich zur Deckungsgradschätzung für ausgewählte Arten Individuenzählungen durchgeführt, wobei jeweils die Anzahl steriler und fertiler Individuen erfasst wurde. Die Ergebnisse unterscheiden sich je nach Flächen und Feuchtigkeitsstufen. Die besten Etablierungserfolge sind auf den Flächen mit besserer



Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.304	0.168	0.120	0.091	1.000
Cumulative percentage variance of species data:	30.4	47.2	59.2	68.3	
Sum of all eigenvalues					1.000

Abb. 8 Indirekte Gradientenanalyse (PCA) mit den Artdaten je Versuch und Jahr (a = oben; b = unten links, c = unten rechts).

Fig. 8 Principal components analysis (PCA) of the relevés from summer 2003 to 2007. Arrows connect the site locations in different years.

Wasserversorgung zu verzeichnen (A, D, F). Sowohl die Artenanzahlen als auch die jeweiligen Individuenzahlen liegen hier höher als auf trockeneren Bereichen (B). Neben dem Wasserhaushalt zeigt aber offensichtlich auch die Entfernung zu geeigneten Diasporenquellen von Zielarten eine deutliche Wirkung. Beispielsweise grenzt der Block A unmittelbar an eine seit 1999 beweidete Fläche an und die Tiere kön-

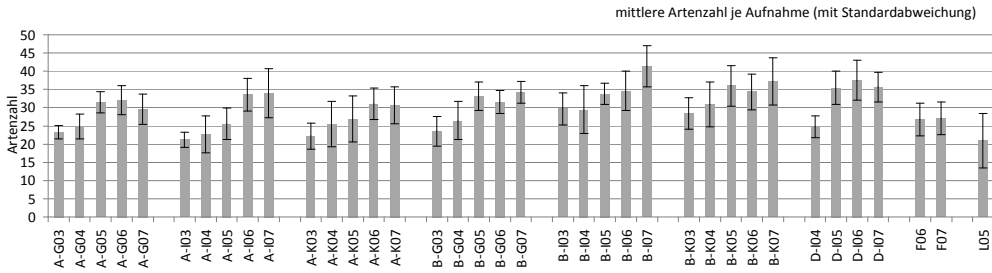


Abb. 9 Mittlere Artenanzahl je Aufnahme­fläche in den einzelnen Versuchen und Jahren.

Fig. 9 Average number of species per permanent plot for all trials and years.

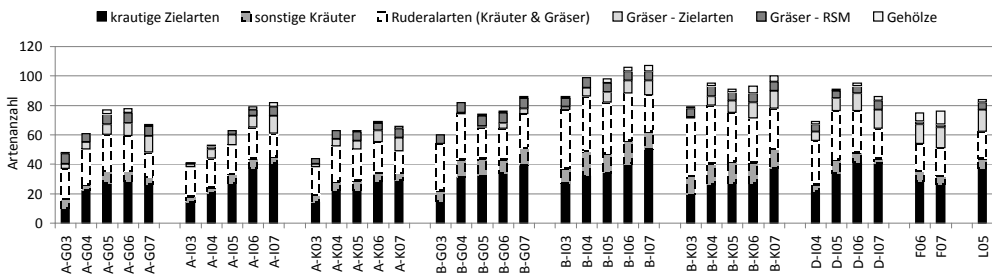


Abb. 10 Artenzahlen in den ökologischen Gruppen (krautige Zielarten, sonstige Kräuter, Ruderalarten (Kräuter und Gräser), Gräser-Zielarten, Gräser aus der Regelsaatgutmischung, Gehölze) je Variante und Jahr.

Fig. 10 Number of species in ecological groups (herbaceous target species, other species, ruderal species, graminoid target species, grasses from commercial seed mixture, woody species) per permanent plot and year .

nen über einen ca. 30 m breiten Durchgang auf die ehemalige Ackerfläche gelangen. Weiterhin liegt die vergleichsweise artenreiche Weide in Hauptwindrichtung (Abb. 1).

Innerhalb der noch relativ gut wasserversorgten Bereiche (A, D, F) konnten sich mehrere typische Feucht- und Wechselfeuchtwiesenarten etablieren, zum Teil auch mit höheren Individuenzahlen (Abb. 11 bis 13). Erfolgreiche Arten in der Spontanbesiedlung sind zum Beispiel *Inula britannica* (Wiesen-Alant), *Stachys palustris* (Sumpf-Ziest), *Symphytum officinale* (Gewöhnlicher Beinwell), *Pulicaria dysenterica* (Großes Flohkraut) oder auch *Lythrum salicaria* (Blutweiderich). Sowohl bei den weit verbreiteten als auch bei den naturschutzfachlich besonders interessanten, seltenen Arten war zu beobachten, dass insbesondere Arten erfolgreich waren, die leichte Samen besitzen (Windausbreitung) und zum Keimen offene und feuchte Standorte benötigen. Weitere Untersuchungen auf den Flächen zeigen zudem, dass besonders hohe Individuenzahlen entsprechender Zielarten in den Bereichen entlang der Tierpfade sowie auf Flächen in unmittelbarer Nachbarschaft zu in Hauptwindrichtung liegenden Diasporenquellen auftraten.

Mit *Centaurea jacea* (Wiesen-Flockenblume), *Ononis spinosa* (Dornige Hauhechel) und *Silau silau* (Wiesen-Silau) werden in Abb. 12 und 13 Arten dargestellt, die aufgrund fehlender Diasporenquellen oder schwerer Samen nicht oder kaum mittels spontaner Prozesse auf die Flächen gelangen konnten. Diese Arten traten bis 2007 ausschließlich auf den Flächen mit Mahd­gut­auftrag (A-I; B-I; D) auf. Da sie in den Jahren nach den Mahd­gut­überträgen (D = 2004; A, W = 2005) bei ihrer jeweils erstmaligen Erfassung entweder als Keimlinge oder Jungpflanzen aufgenommen wurden, kann davon ausgegangen werden, dass sie tatsächlich durch das diasporenhaltige Mahd­gut­ eingebracht wurden. Zum Teil konnten sogar schon nach dem ersten Jahr, spätestens aber im zweiten Jahr nach den Initialensetzungen erste fertile Individuen

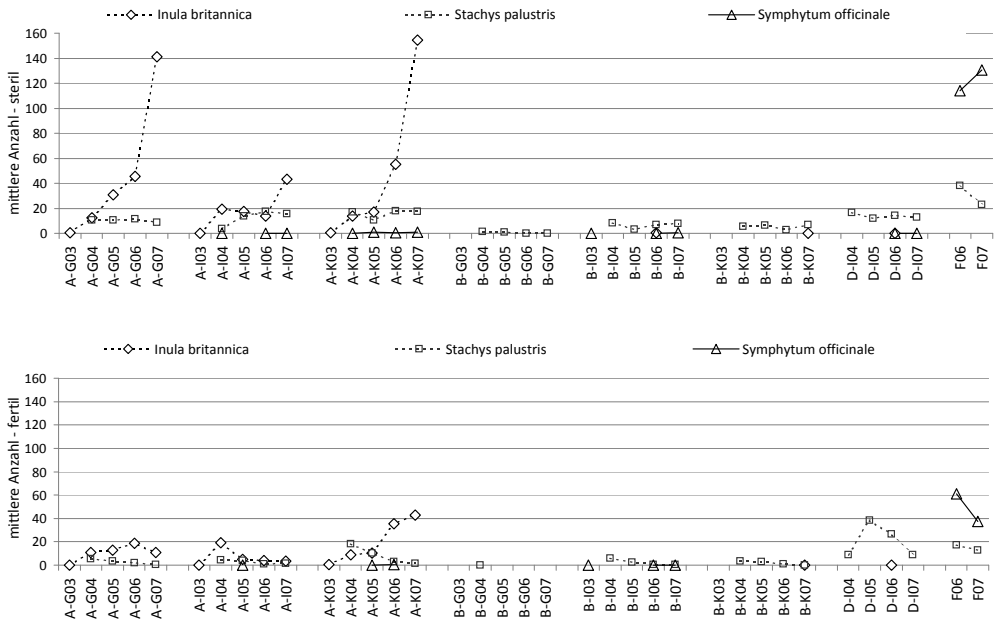


Abb. 11 Anzahl der Individuen ausgewählter Zielarten (*Inula britannica*, *Stachys palustris*, *Symphytum officinale*): steril (oben), fertil (unten).

Fig. 11 Number of individuals of selected target species (*Inula britannica*, *Stachys palustris*, *Symphytum officinale*): vegetative (above), generative (below).

nachgewiesen werden (z.B. auch bei *Cirsium canum* [Graue Kratzdistel], *Silaum silaus* [Wiesen-Silau] oder *Centaurea jacea* [Wiesen-Flockenblume]. Insgesamt wurden durch das Mahdgut jedoch weniger Arten als erwartet übertragen. Zum einen waren die Startbedingungen durch die bereits bestehende Vegetation nicht optimal (Konkurrenz) und zum anderen folgte unmittelbar nach einem extrem trockenen Sommer im Jahr 2005 ein sehr strenger Winter und wieder ein relativ trockener Sommer, so dass viele Keimlinge (die bei zwischenzeitlichen Begehungen beobachtet wurden), wieder abgestorben waren. Zu bemerken war jedoch, dass einige Arten eine Vegetationsperiode in Keimruhe verbrachten, da eine Reihe von Arten erst im zweiten Jahr nach den Mahdgutüberträgen keimte.

4 Diskussion

Die Renaturierung von naturschutzfachlich wertvollem Grünland, unabhängig ob eine Nutzung als Wiese oder Weide folgen soll, stellt in der Regel einen langandauernden Prozess dar. In verschiedenen Untersuchungen wurden Möglichkeiten für geeignete Renaturierungsmethoden unterschiedlichster Standorte diskutiert. Viele dieser Untersuchungen bestätigen auch die Entwicklungsverläufe und Ergebnisse im Wulfener Bruch.

MILBERG (1992) und THOMPSON et al. (1997) beschreiben, dass die meisten Samen von Wiesenpflanzen im Boden nur zwei bis drei Jahre überdauern. Auf langjährig intensiv genutzten Ackerflächen ist folglich die Diasporenbank des Bodens in der Regel vergleichsweise gering ausgeprägt (z.B. MROTZEK & SCHMIDT 1993, SCHOPP-GUTH 1997, TISCHEW 1994, BOSSHARD 2000). Bei Zulassen spontaner Besiedlungsprozesse können jedoch viele Arten über spontane Einwanderungsprozesse unter bestimmten Rahmenbedingungen relativ schnell einwandern. Analysen zu spontanen Besiedlungsprozessen von Ackerbrachen

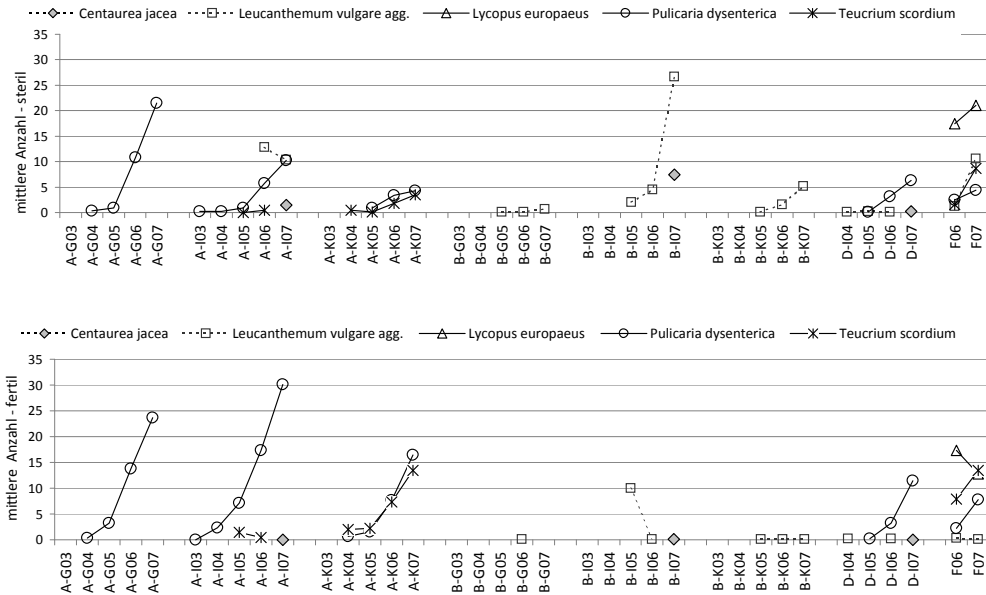


Abb. 12 Anzahl der Individuen ausgewählter Zielarten (*Centaurea jacea*, *Leucanthemum vulgare agg.*, *Lycopodium europaeus*, *Pulicaria dysenterica*, *Teucrium scordium*): steril (oben), fertil (unten).

Fig. 12 Number of individuals of selected target species (*Centaurea jacea*, *Leucanthemum vulgare agg.*, *Lycopodium europaeus*, *Pulicaria dysenterica*, *Teucrium scordium*): vegetative (above), generative (below).

(z.B. KAPLAN 1987, TISCHEW 1994, WARMING 1996, MANTHEY 1998, SCHMIDT 1998) belegen, dass die Natur oft vergleichsweise schnell in der Lage ist, Flächen auch ohne umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen zu begrünen. Das konnte auch für den Wulfener Bruch bestätigt werden. Ein wesentliches Ziel der Renaturierung ist jedoch nicht nur die Begrünung der Flächen, sondern auch die Etablierung entsprechend wertvoller und artenreicher Vegetationsbestände. Hierbei spielt insbesondere auch die Ausprägung der umgebenen Biotope (potentielle Lieferbiotop für Diasporen) eine wesentliche Rolle, wobei einerseits die Entfernung aber auch die Größe und Qualität der Flächen eine große Rolle spielen. Nur von entsprechend großen und qualitativ hochwertigen Flächen, mit hohen Anteilen an Zielarten, die auch die Möglichkeit haben zur Reife zu gelangen, können ausreichend Diasporen auf die zu entwickelnden Flächen gelangen. Bei fehlenden Diasporenquellen können auch die von URBANSKA (1992) beschriebenen first-comer-Effekte zur Etablierung zielartenarmer Vegetationsbestände und einer Verlangsamung der Entwicklungsprozesse führen. Im Wulfener Bruch sind zwar noch einige artenreiche Wiesen und Weiden in der Umgebung der Renaturierungsflächen vorhanden, in den Anfangsjahren dominierten jedoch die aus der Diasporenbank oder dem Diasporeneintrag aufgelaufenen Ruderalarten die Vegetation. Sehr klar zeigte sich dieser Effekt auch in den Ansaaten mit Regelsaatgutmischungen, die in den trockenen Bereichen sehr dichte Bestände entwickelten und die Etablierung von Arten aus der Umgebung fast vollständig verhinderten (vgl. VÉCRIN et al. 2002). Eine Schlussfolgerung bei nicht ausreichendem Vorhandensein von Diasporen und der von MANCHESTER et al. (1999), BAKKER & BERENDSE (1999), VERHAGEN et al. (2001) und DONATH et al. (2007) beschriebenen sehr langsamen spontanen Einwanderung von Zielarten in die zu etablierenden Grünlandflächen, ist die Unterstützung der Einwanderungsprozesse durch Initialensetzungen (vgl. BOSSHARD 2000). Beschrieben wurden in der Literatur bereits verschiedene Verfahren. So kommen für die Beschleunigung der natürlichen Besiedlungsprozesse mit naturnahen Methoden z.B. Mahdgrutaufgaben, Ansaaten, Sodenschüttungen oder Mulchdecksaaten aus Materialien gebietsheimischer Herkunft in Frage (BRADSHAW & HANDLEY 1982, MOLDER & SKIRDE 1993, MOLDER 1995, KIRMER & MAHN 1996, KÜHN

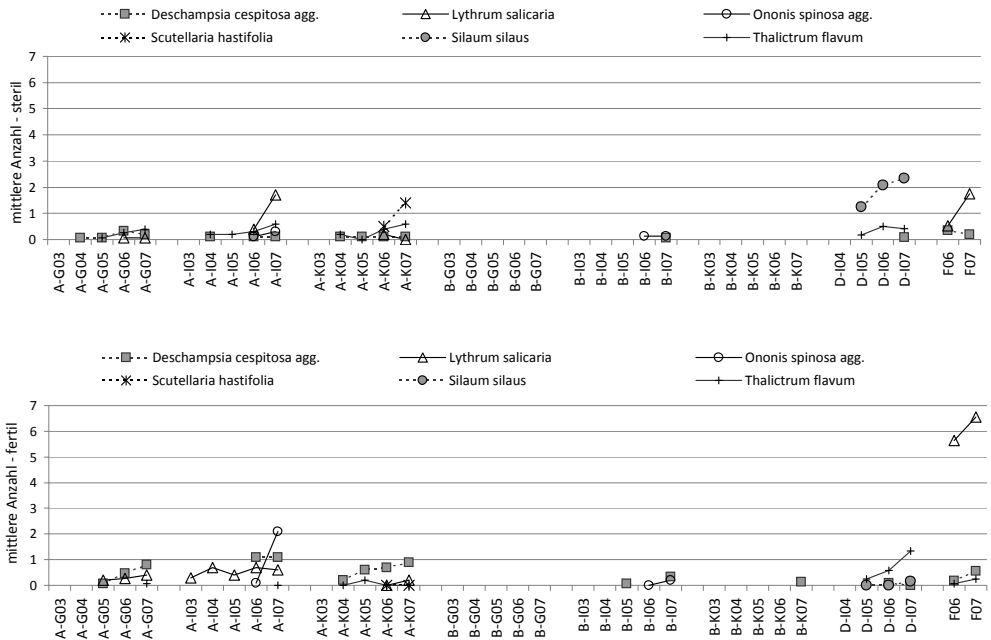


Abb. 13 Anzahl der Individuen ausgewählter Zielarten (*Deschampsia cespitosa* agg., *Lythrum salicaria*, *Ononis spinosa* agg., *Scutellaria hastifolia*, *Silaum silaus*, *Thalictrum flavum*): steril (oben), fertil (unten)

Fig. 13 Number of individuals of selected target species (*Deschampsia cespitosa* agg., *Lythrum salicaria*, *Ononis spinosa* agg., *Scutellaria hastifolia*, *Silaum silaus*, *Thalictrum flavum*): vegetative (above), generative (below)

1997, KELLER & KOLLMANN 1998, PATZELT & PFADENHAUER 1998, BOSSHARD 2000, TISCHEW & KIRMER 2003, KIRMER 2004a, KIRMER 2004b, KIRMER & TISCHEW 2006, DONATH et al. 2007, KIEHL et al. 2010). Häufig entscheidet im Naturschutz jedoch auch die Frage nach den Kosten über eine finanzierbare und dennoch effiziente Methode. So kann, wie im Fall des Wulfener Bruch, die Koppelung von spontanen und initiierten Prozessen, in dem beispielsweise eine Mahdgutaufgabe nur punktuell oder auf Teilflächen erfolgt („Besiedlungsfenster“), eine sinnvolle Strategie sein. Auf diese Weise können gewünschte Zielarten mit verhältnismäßig geringem Aufwand eingebracht werden. Wie die Ergebnisse im Wulfener Bruch zeigen, war diese Methode durchaus erfolgreich, auch wenn die Deckungsgradanteile der eingebrachten Arten aufgrund der bereits etablierten Ruderalarten unter den Erwartungen blieben. Zusätzlich wirkten sich die ungünstigen Witterungsverhältnisse nach der Mahdgutübertragung negativ auf die Etablierung der Arten aus. Diese Erfahrungen decken sich auch mit Ergebnissen von Mahdgutüberträgen in Grünlandbeständen, bei denen nur dann höhere Etablierungsraten erzielt werden konnten, wenn die Flächen vorher gepflügt oder geeget wurden (z.B. POSCHLOD & BIEWER 2005, HÖLZEL et al. 2006, DONATH et al. 2007, KIEHL et al. 2010).

Auf den Flächen im Wulfener Bruch konnten aber trotz der nicht optimalen Ausgangsbedingungen, in Bezug auf die Dominanz der Ruderalarten auf der Fläche und der gestörten Standortverhältnisse, vergleichsweise viele Zielarten auf den Flächen erfasst werden. Da die Bereiche kurz nach Aufgabe der Ackernutzung mit Robustrassen extensiv beweidet wurden und in das Beweidungskonzept auch bestehende, zum Teil naturschutzfachlich wertvolle und artenreiche Flächen integriert wurden, haben durch die Weidetiere bedingte Ausbreitungsprozesse einen deutlich positiven Einfluss auf die Entwicklung der Fläche. Wie MANN & TISCHEW (im Druck) zeigen konnten, waren insbesondere entlang der Tierpfade besonders viele Vorkommen an Zielarten zu verzeichnen. Auch andere Autoren (z. B. FISCHER et al. 1995, BONN & PO-

SCHLOD 1998, KRATOCHWIL & SCHWABE 2001) schreiben weidenden Tieren eine große Bedeutung bei der Unterstützung der Einwanderungsprozesse durch Endozoochorie und Epizoochorie zu. Neben dem Effekt, dass die Tiere Arten von den benachbarten Weideflächen mit auf die Zielflächen verfrachteten, tragen sie auch mit dazu bei, erfolgreich etablierte Arten innerhalb der Weiden weiter zu verbreiten. Dies ist auch insofern wichtig, da die meisten (Ziel-)Arten nur sehr langsame Ausbreitungsgeschwindigkeiten zeigen (vgl. BONN & POSCHLOD 1998). Desweiteren fehlen überflutungsgekoppelte Ausbreitungsvektoren im Wulfener Bruch. Demgegenüber ist anzunehmen, dass Fernausbreitungsereignisse über Anemochorie bei der Besiedlung der Ackerbrachen im Wulfener Bruch eine Rolle gespielt haben, da artenreiche Bestände an die Flächen aus Hauptwindrichtung angrenzen (vgl. TACKENBERG 2001, TACKENBERG et al. 2003).

Durch die positiven Erfahrungen hinsichtlich des Einflusses der Weidetiere auf Entwicklungsprozesse in der Renaturierung wird für die Aufwertung bereits bestehender Grünländer, neben der in der Regel angewandten Pflege über Mahd, zunehmend auch die Pflege mittels extensiver Beweidung untersucht und diskutiert (z.B. MCCOY & RODRIGUEZ 1994, LUICK 1996, KAMPF 2000, RIECKEN et al. 2001, OVERMARS 2001, CORNELISSEN & VULINK 2001, SCHOLLE et al. 2001, LÜTKEPOHL 2001, ANDRES & REISINGER 2001, FISCHER 2001, SCHRAUTZER & JENSEN 2001, ZAHN et al. 2001, KRATOCHWIL & Schwabe 2001, BUNZEL-DRÜKE et al. 2008). Wie u. a. WALTHER (1994), QINGER et al. (1995) und BARTH et al. (2000) zeigen konnten, stellen diese beweideten Flächen auch wichtige Refugien für einige seltene Arten dar. Die Vorkommen von z. B. *Samolus valerandi* (Salzbunge) oder sogar *Cnidium dubium* (Brenndolde) in Trittsstellen oder anderen, durch die Tiere verursachten, Störstellen im Wulfener Bruch unterstreichen diese Aussagen. VERDÚ et al. (2000), BARTH et al. (2000) und WEIBULL et al. (2003) berichten außerdem von einer höheren Strukturvielfalt bei Beweidung der Grünlandstandorte.

Eine wesentliche Bedingung für den Erfolg der Beweidung ist der Verzicht auf eine Zufütterung. Lediglich bei hohen Schneelagen und sehr langen Kälteperioden ist ggf. eine Zufütterung notwendig (BUNZEL-DRÜKE & SCHARF, 2004). Auch eine ganzjährige Gabe von Mineralien ist für den Erhalt der Tiergesundheit nicht auszuschließen.

Eine Optimierung der Renaturierung von Flächen wie im Wulfener Bruch ist möglich, wird jedoch auch davon abhängen, welche finanziellen Mittel zur Verfügung stehen. Soll beispielsweise bei fehlender Akzeptanz für mehrjährige Phasen des Auftretens von Problemarten (*Cirsium arvense*) der Prozess der Etablierung von Grünlandarten zusätzlich beschleunigt werden, kann auf Ackerbrachen auch eine Koppelung der Beweidung mit einer Pflegemahd (ähnlich wie in zu etablierenden Wiesenbeständen) in den Anfangsjahren in Betracht gezogen werden (BOSSHARD 2000). Sollen höhere Individuendichten bei den Zielarten erreicht werden, können an Stelle von Mahdgut- bzw. Heuüberträgen kräuterreiche Mischungen aus regionalen Herkünften eingesät werden. Die Erfahrungen mit dieser Methode sind sehr positiv (MANCHESTER et al. 1999, BOSSHARD 2000), allerdings ist das Verfahren wesentlich kostenintensiver, wie z.B. auch ein Renaturierungsvorhaben auf der österreichischen Seite des Morava-Dyje Überschwemmungsgebietes zeigte (NEUHAUSER 2001). Auch dabei sollte in möglichst frühe Besiedlungsstadien oder nach nochmaliger Bodenbearbeitung eingesät werden, um die Konkurrenz der Ruderalarten zu vermindern. Da in nicht öffentlich geförderten Projekten Landwirte oder auch ausführende Naturschutzverbände ohne finanziellen Anreiz nur in Ausnahmefällen Samenmischungen regionaler Herkunft kaufen werden oder aufwändigere Techniken wie Mahdgutübertrag anwenden (MANCHESTER et al. 1999), stellt die extensive Megaherbivorenbeweidung eine kosteneffiziente Methode dar, um Biodiversität im Offenland zu entwickeln (REDECKER et al. 2002).

Abschließend ist jedoch noch einmal darauf zu verweisen, dass ein wesentliches Kriterium für den Erfolg der Renaturierungsvorhaben auch die Wiederherstellung natürlicher Grundwasserstände ist. In vielen Vorhaben zeigte sich, dass sowohl der grundsätzliche Erfolg einer Renaturierungsmaßnahme als auch der Zielerreichungszeitraum ganz wesentlich von diesem Parameter abhängen (ROSENTHAL 1995).

5 Zusammenfassung

MANN, S.; TISCHEW, S.: Die Entwicklung von ehemaligen Ackerflächen unter extensiver Beweidung (Wulfener Bruch). – *Hercynia N. F.* 43 (2010): 119–147.

Die Umwandlung von ehemaligen Ackerflächen in artenreiches Grünland ist, unabhängig von der künftigen Nutzungsform, insbesondere bei stark degenerierten Böden eine große Herausforderung. Nach einer zum Teil jahrzehntelangen intensiven Nutzung und der starken Entwässerung von Flächen bedarf es vieler Jahre, um wieder artenreiche Grünlandgesellschaften zu entwickeln.

Die Untersuchungen im Wulfener Bruch zeigen, dass auch bis zu sieben Jahre nach Beendigung der Ackerwirtschaft und Aufnahme einer extensiven Beweidung erwartungsgemäß noch keine ausgereiften Weidegrünländer vorhanden sind. Die Flächen durchlaufen jedoch sehr interessante Entwicklungsstadien, in denen in jeder Phase, neben klassischen Problemarten wie *Cirsium arvense*, auch immer wieder naturschutzfachlich sehr wertvolle Arten (z. B. *Bromus arvensis*, *Centaurium pulchellum*, *Samolus valerandi*, *Teucrium scordium*, *Scutellaria hastifolia*, *Inula britannica* und *Cirsium canum*) vorgefunden werden. Auf den Flächen etablierte sich eine enorm hohe Anzahl an Arten unterschiedlicher ökologischer Gruppen, darunter auch wichtige Zielarten. Auch wenn diese zum überwiegenden Teil noch keine sehr hohen Deckungsgrade aufweisen, spricht ihre Etablierung und stetige Zunahme für einen positiven Entwicklungstrend. Erwartungsgemäß nahmen die Ruderalarten/ Brachezeiger in den ersten Jahren sowohl bei den Artenzahlen als auch Deckungsgradsummen die größten Anteile ein. Die extensive Ganzjahresbeweidung ohne Zufütterung führte aber ohne zusätzliche Pflegemaßnahmen zu einem steten Rückgang dieser Arten, da vor allem in den Wintermonaten die überständige Ruderalvegetation sehr gut verbissen wurde.

Für die schnellere und gezielte Etablierung von Zielarten zeigten sich auch Mahdgutüberträge aus nahegelegenen, artenreichen Spenderflächen als geeignet. Sowohl bei flächigem als auch punktuellm Auftrag (Kostenreduzierung) konnten weitere Zielarten auf den Flächen etabliert werden, auch wenn die Ausgangbedingungen aufgrund bereits bestehender Vegetationsbestände (Konkurrenz) und ungünstigen klimatischen Bedingungen suboptimal waren.

Durch die Untersuchungen wird weiterhin deutlich, welchen enormen Einfluss ein intakter Wasserhaushalt auf die Renaturierung solcher Flächen besitzt. So sind die besten Entwicklungserfolge auf den nassen Flächen zu verzeichnen. In trockeneren Bereichen, die aufgrund der immer noch zu niedrigen Grundwasserstände zeitweise mit Wasser unterversorgt sind, stagniert die Entwicklung, insbesondere hinsichtlich der Etablierung von Feucht- und Wechselfeuchtwiesenarten. Eindeutig verzögert wurde der Entwicklungsverlauf bei Einsaat der Flächen mit kommerziellen Regelsaatgutmischungen, die sich aus wenigen Zuchtgräsern mit gebietsfremden Herkünften zusammensetzten. Die eingesäten Grasarten bildeten in diesen Bereichen dichte Vegetationsbestände, welche die weitere Etablierung gebietsheimischer Arten (sowohl Kräuter als auch Gräser) stark behindern. Auf den feuchteren Standorten waren diese Effekte nicht zu verzeichnen, da sich die Regelsaatgutmischung dort weniger erfolgreich etablieren konnte und ausreichend Nischen für die Etablierung der Zielvegetation erhalten blieben.

Die ganzjährige Beweidung ohne Zufütterung bewirkte eine erfolgreiche Abschöpfung des Aufwuchses und die Entwicklung dichter Streuauflagen konnte vermieden werden. Die Beweidung bringt neben der effektiven Entnahme des Aufwuchses noch weitere Vorteile. So werden Arten, neben Wind und ggf. Wasser (seltene Hochwasserereignisse) auch durch die Tiere auf die zu renaturierenden Flächen verfrachtet. Dies geschieht zum Beispiel durch den Kot, aber auch durch die Anhaftung an Fell und Hufen. Durch die Integration bereits bestehender, artenreicher Weidefläche in den Beweidungsverbund mit Ackerbrachen können diese Prozesse erfolgreich gefördert werden. Ein positiver Nebeneffekt der Beweidung ist die Schaffung von Störstellen für die Keimung von Arten. Einige Arten wie beispielsweise *Samolus valerandi* (Salz-Bunge) und *Pulicaria dysenterica* (Großes Flohkraut) wurden im Wulfener Bruch besonders häufig entlang der Tierpfade und in Trittsiegeln beobachtet.

6 Literatur

- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. E. – Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Hannover.
- ANDRES, C.; REISINGER, E. (2001): Regeneration einer Binnensalzstelle mit Heckrindern. Erste Ergebnisse einer ganzjährigen Beweidung auf Flora, Vegetation, Heuschrecken und Wiesenbrüter an den Numburger Salzstellen (Nordthüringen). S. 290–299. – In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. Natur- u. Kulturlandschaft 4. – Höxter/Jena.
- BAKKER, J. P.; BERENDSE, F. (1999): Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. – Trends Ecol. Evol. **14**: 63–68.
- BARTH, U.; GREGOR, T.; LUTZ, P.; NIEDERBICHLER, C.; PUSCH, J.; WAGNER, A.; WAGNER, I. (2000): Zur Bedeutung extensiv beweideter Nassstandorte für hochgradig bestandsbedrohte Blütenpflanzen und Moose. – Natur und Landschaft **75**: 292–300.
- BIEWER, H.; POSCHLOD, P. (2005): Diaspore and gap availability limiting species richness in wet meadows. – Folia Geobotanica **40** (1): 13–34.
- BISCHOFF, A.; WARTHEMANN, G.; KLOTZ, S. (2009): Succession of floodplain grasslands following reduction in land use intensity: the importance of environmental conditions, management and dispersal. – J. Appl. Ecol. **46**: 241–249 (doi: 10.1111/j.1365-2664.2008.01581.x).
- BONN, S.; POSCHLOD, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. – Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- BOSSHARD, A. (2000): Blumenreiche Heuwiesen aus Ackerland und Intensiv-Wiesen. Eine Anleitung zur Renaturierung in der landwirtschaftlichen Praxis. – Naturschutz und Landschaftsplanung **32** (6): 161–167.
- BRADSHAW, A. D.; HANDLEY, J. F. (1982): An ecological approach to landscape design: Principles and problems. – Landscape Design **138**: 30–34.
- BUNZEL-DRÜKE, M.; BÖHM, C.; FINCK, C.; KÄMMER, G.; LUICK, R.; REISINGER, E.; RIECKEN, U.; RIEDL, J.; SCHARF, M.; ZIMBALL, O. (2008): Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung – „Wilde Weiden“. – Arb.gem. Biol. Umweltschutz Kreis Soest e. V., Bad Sassendorf-Lohne.
- BUNZEL-DRÜKE, M.; SCHARF, M. (2004): Naturentwicklung mit Rindern und Pferden in der Lippeaue. – NUA Seminarbericht **9**: 81–87.
- CORNELISSEN, P.; VULNIK, T. (2001): Effects of cattle and horses on vegetation structure – are cattle and horses browsers enough to stop development of shrubs and trees? S. 189–197. – In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. – Natur- u. Kulturlandschaft 4: Höxter/Jena.
- DARMER, G.; KADE, N.; HERRMANN, A.; SCHILG, R. (1998): NSG Wulfener Bruch und Erweiterungsflächen. Pflege- und Entwicklungsplan. Teil 1: Erhebung und Zusammenstellung der natürlichen Grundlagen. – Gutachten unveröffentlicht. Berlin/Wittenberg.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – Ulmer, Stuttgart.
- DIERSCHKE, H.; BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland. – Ulmer, Stuttgart.
- DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie. – Akademie-Verlag, Berlin.
- DONATH T. W.; BISSELS S.; HÖLZEL N.; OTTE, A. (2007): Large scale application of diaspore transfer with plant material in restoration practice - impact of seed and site limitation. – Biol. Conserv. **138**: 224–234.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen – in ökologischer, dynamischer und historischer Hinsicht. 5. Auflage. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- EUROPEAN COUNCIL (1992): Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora.
- FISCHER, A. (2001): Ergebnisse zum räumlichen Verhalten von Rindern auf extensivierten Niedermoorweiden. S. 309–316. – In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. – Natur- u. Kulturlandschaft 4: Höxter/Jena.
- FISCHER, S. F.; POSCHLOD, P.; BEINLICH, B. (1995): Die Bedeutung der Wanderschäfferei für den Artenaustausch zwischen isolierten Schafdriften. – Beitr. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **83**: 229–256.
- GLAVAC, V. (1996): Vegetationsökologie: Grundfragen, Aufgaben, Methoden. – Gustav Fischer Verlag Jena.
- HELLSTRÖM, K.; HUHTA, A.-P.; RAUTIO, P.; TUOMI, J. (2009): Seed introduction and gap creation facilitate restoration of meadow species richness. – J. Nat. Conserv. **17**: 236–244.
- HOFMANN, K.; GEIDEL, C.; GRANEIS, I.; OSTERLOH, K. (2005): Auswirkungen der Beweidung mit Megaherbivoren auf die Artenzusammensetzung und Vegetationsstruktur von Feuchtgrünland im Wulfener Bruch – Vergleich von Weide und Mähweide. – Unveröff. Projektarbeit, HS Anhalt (FH), Bernburg.
- HÖLZEL, N.; OTTE, A. (2003): Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. – Appl. Veg. Sci. **6**: 131–140.

- HÖLZEL, N.; BISSELS, S.; DONATH, T.; HANDKE, K.; HARNISCH, M.; OTTE, A. (2006): Renaturierung von Stromtalwiesen am hessischen Oberrhein. – Natursch. u. biol. Vielfalt **31**. Bonn-Bad Godesberg: BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag.
- KAMPF, H. (2000): Beweidung in den Niederlanden. – Arb.gem. Biol. Umweltschutz Kreis Soest e.V. Heft 2/2000.
- KAPLAN, K. (1987): Zur Entwicklung junger Ackerbrachen im NSG "Fürstenkuhle" (Kreis Borken). – Natur- & Landschaftsk. **23**: 90–96.
- KELLER, M.; KOLLMANN, J. (1998): Bedeutung der Herkunft von Saatgut. Untersuchungen an Buntbrachen und anderen ökologischen Ausgleichsflächen. – Naturschutz u. Landschaftsplanung **30** (4): 101–106.
- KIEHL, K.; KIRMER, A.; DONATH, T.; RASLAN, L.; HÖLZEL, N. (2010): Species introduction in restoration projects – evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. – Basic and Appl. Ecol. 11 (im Druck).
- KIRMER, A. (2004a): Methodische Grundlagen und Ergebnisse initiiertes Vegetationsentwicklung auf xerothermen Extremstandorten des ehemaligen Braunkohlentagebaus in Sachsen-Anhalt. – Diss. Botanicae, Bd. 385.
- KIRMER, A. (2004b): Methoden der beschleunigten Biotopentwicklung – Beschleunigte Entwicklung von Offenlandbiotopen auf erosionsgefährdeten Böschungsstandorten. – In: TISCHEW, S. (Hrsg.): Renaturierung nach dem Braunkohleabbau. – Teubner-Verlag, Wiesbaden.
- KIRMER, A.; MAHN, E.-G. (1996): Verschiedene Methoden zur Initiierung von naturnaher Vegetationsentwicklung auf unterschiedlichen Böschungsstandorten in einem Braunkohlentagebau – Erste Ergebnisse. – Verh. Ges. Ökol. **26**: 377–385.
- KIRMER, A.; TISCHEW, S. (Hrsg.) (2006): Handbuch zur naturnahen Begrünung von Rohböden. – Teubner-Verlag, Wiesbaden.
- KRATOCHWIL, A.; SCHWABE, A. (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. – UTB-Reihe, Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- KÜHN, N. (1997): Renaturierung artenarmer Glatthaferwiesen im Tertiärhügelland. München: – AWI-Dissertationsdruck.
- LUICK, R. (1996): Extensive Rinderweiden – Gemeinsame Chancen für Natur, Landschaft und Landwirtschaft. – Natursch. Landschaftspl. **28** (2): 37–45.
- LÜTKEPOHL, M. (2001): Die Entwicklung von Sandheiden, Moorheiden und Ackerbrachen unter dem Einfluss der Beweidung durch Heidschnucken. – In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. – Natur- und Kulturlandschaft 4: Höxter/Jena.
- MANCHESTER, S., MCCANLly, S., TREWEEK, J., SPARKS, T., MOUNTFORD, J. (1999): The cost and practicability of techniques for the reversion of arable land to lowland wet grassland - an experimental study and review. – J. Env. Manag. **55**: 91–109.
- MANN, S.; TISCHEW, S.: Role of megaherbivores in restoration of species-rich grasslands on former arable land in floodplains. – (im Druck).
- MANTHEY, M. (1998): Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen auf Ackerbrachen im Stechlinsee-Gebiet. – Tuexenia **18**: 331–356.
- MCCOY, M. B.; RODRIGUEZ, J. M. (1994): Cattail (*Typha domingensis*) eradication methods in the restoration of a tropical, seasonal, freshwater marsh. In: MITSCH, W. J. (ed.): Global wetlands old world and new. – Elsevier Sciences: 469–482.
- MILBERG, P. (1992): Seed banks in a 35-year old experiment with different treatments of a seminatural grassland. – Acta Oecol. **13/6**: 743–752.
- MOLDER, F. (1995): Vergleichende Untersuchungen mit Verfahren der oberbodenlosen Begrünung unter besonderer Berücksichtigung areal- und standortbezogener Ökotypen. – Diss. Boden und Landschaft **5**: 1–242.
- MOLDER, F.; SKRIDE, W. (1993): Entwicklung und Bestandesdynamik artenreicher Ansaaten. – Natur u. Landschaft **68** (4): 173–180.
- MROTZEK, R.; SCHMIDT, W. (1993): Transekt- und Samenbankuntersuchungen zur Ermittlung von Veränderungen in der Ackerwildkrautvegetation nach Änderung der Bewirtschaftungsintensität. – Verh. Ges. Ökologie **22**: 139–143.
- NEUHAUSER, G. (2001): Restoration and management of the Morava-Dyje floodplain meadows. – Proceedings of EU-RÓSITE workshop: Restoration of wet and dry meadows. Bile Karpaty. Czech Republic.
- NOY-MEIR, I.; WHITTAKER, R. H. (1977): Continuous multivariate methods in community analysis: some problems and developments. – Vegetation **33**: 79–98.
- OELMANN, Y.; BROLL, G.; HÖLZEL, N.; KLEINEBECKER, T.; VOGEL, A.; SCHWARTZE, P. (2009): Nutrient impoverishment and limitation of productivity after 20 years of conservation management in wet grasslands of north-western Germany. – Biol. Conserv. (im Druck).
- OVERMARS, W. (2001): Entdeckungsreise Natürliche Beweidung 1989 – 2000. – In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. – Natur- u. Kulturlandschaft 4: Höxter/Jena.

- PATZELT, A.; PFADENHAUER, J. (1998): Keimungsbiologie und Etablierung von Niedermoor-Arten bei Ansaat durch Mähgutübertragung. – Zeitschrift f. Ökologie u. Naturschutz **7**: 1–13.
- QUINGER, B.; SCHWAB, U.; RINGLER, A.; BRÄU, A.; STROHWASSER, R. (1995): Landschaftspflegekonzept Bayern - Lebensraumtyp Streuwiesen, Band 2. – Bayer. Staatsministerium f. Landesentwicklung u. Umweltfragen, München.
- REDECKER, B.; FINCK, P.; HÄRDITTE, W.; RIECKEN, U.; SCHRÖDER, E. (2002): Pasture landscapes and nature conservation. – Springer Verlag, Heidelberg.
- RIECKEN, U.; FINK, P.; RATHS, U.; SCHRÖDER, E.; SSSYMAN, A. (2006): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschland, 2. fortgeschriebene Fassung. – NaBiV 34 – Münster Landwirtschaftsverlag.
- RIECKEN, U.; SCHRÖDER, E.; WOITHE, G. (2001): Halboffene Weidelandschaften und Wildnisgebiete als Ziele des Naturschutzes aus Bundessicht – Alternativen zum Erhalt und zur Pflege von Offenlandbiotopen. – In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. – Natur- u. Kulturlandschaft 4: Hörter/Jena.
- ROCHLITZER, R. (1993): Gedanken zur Sicherung des Feuchtgebietes Wulfener Bruch. – Naturschutz u. Forschung in Anhalt, Köthen.
- ROSENTHAL, G. (1995): Lassen sich Feuchtwiesen wiederherstellen? – In: Regeneration und Schutz von Feuchtgrünland. – Alfred Toepfer Akademie f. Naturschutz; NNA-Berichte **8**, Heft 2: 2–5.
- SCHMIDT, W. (1998): Langfristige Sukzession auf brachliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen – Naturschutz durch Nichtstun? – Natursch. Landschaftspf. **30**: 8–9.
- SCHMIEDE, R.; DONATH, T. W.; OTTE, A. (2009): Seed bank development after the restoration of alluvial grassland via transfer of seed-containing plant material. – Biol. Conserv. **142**: 404–413.
- SCHOLLE, D.; LEDERBOGEN, D.; ROSENTHAL, G. (2001): Ökologische und ökonomische Untersuchungen südwest-bayrischer Allmendweiden – eine Projektskizze. – In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. – Natur- u. Kulturlandschaft 4: Hörter/Jena.
- SCHOPP-GUTH, A. (1997): Diasporenpotenzial intensiv genutzter Niedermoorböden Nordostdeutschlands – Chancen für den Naturschutz? – Zeitschr. Ökol. u. Natursch. **6**: 97–109.
- SCHRAUTZER, J.; JENSEN, K. (2001): Management einer norwestdeutschen Flusstallandschaft durch großflächige Beweidung und Wiedervernässung. – In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. Natur- u. Kulturlandschaft 4, Hörter/Jena 2001.
- ŠEJFER, J.; JANAK, M.; ŠEJFEROVA, S. V. (2008): Management models for habitats in Natura 2000 Sites. 6440 Alluvial meadows of river valleys of the Cnidion dubii. – European Commission.
- TACKENBERG, O. (2001): Methoden zur Bewertung gradueller Unterschiede des Ausbreitungspotentials von Pflanzenarten - Modellierung des Windausbreitungspotentials und regelbasierte Ableitung des Fernausbreitungspotentials. – PhD thesis, Philipps University: Marburg.
- TACKENBERG, O.; POSCHLOD, P.; BONN, S. (2003): Assessment of wind dispersal potential in plant species. – Ecol. Monographs **73**: 191–205.
- THOMPSON, K.; BAKKER, J.; BEKKER, R. (1997): The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. – Cambridge University Press, Cambridge.
- TISCHEW, S. (1994): Zur Rolle des Diasporenfalls und der Diasporenbank für den Verlauf von Sekundärsukzessionen am Beispiel von Acker- und Grünlandbrachen des Mitteldeutschen Trockengebietes. – Diss. Univ. Halle-Wittenberg.
- TISCHEW, S.; BAASCH, A.; CONRAD, M.; KIRMER, A. (early online): Evaluating restoration success of frequently implemented compensation measures: Results, and demands for control procedures. – Restoration Ecology (doi: 10.1111/j.1526-100X.2008.00462.x).
- TISCHEW, S.; KIRMER, A. (2003): Entwicklung der Biodiversität in Tagebaufolgelandschaften: Spontane und initiierte Besiedlungsprozesse. – Nova Acta Leopoldina N. F. **87**, **328**: 249–286.
- TÖRÖK, P.; DEÁK, B.; VIDA, E.; VALKÓ, O.; LENGYEL, S.; TÓTHMÉRÉSZ, B. (2010): Restoring grassland biodiversity: Sowing low-diversity seed mixtures can lead to rapid favourable changes. – Biol. Conserv. **143**: 806–812.
- URBANSKA, K. M. (1992): Populationsbiologie der Pflanzen: Grundlagen, Probleme, Perspektiven. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena.
- VECRIN, M. P.; VAN DIGGELEN, R.; GREVILLIOT, F.; MULLER, S. (2002): Restoration of species-rich flood-plain meadows from abandoned arable fields in NE France. – Appl. Veg. Science **5**: 263–270.
- VERDÚ, J. R.; CRESPO, M. B.; GALANTE, E. (2000): Conservation strategy of a nature reserve in Mediterranean ecosystems: the effects of protection from grazing on biodiversity. – Biodiversity and Conserv. **9**: 1707–1721.
- VERHAGEN, R.; KLOOKER, J.; BAKKER, J. P.; VAN DIGGELEN, R. (2001): Restoration success of low-production plant communities on former agricultural soils after top-soil removal. – Appl. Veg. Science **4**: 75–82.

- WALTHER, B. (1994): Biomangement mit dem Schottischen Hochlandrind (*Bos taurus primigenius scoticus*). – Inauguraldissertation, Univ. Basel.
- WARMING, D. (1996): Die Entwicklung von Vegetation und Boden auf ehemaligen Ackerflächen im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. Ergebnisse einer Chronosequenzanalyse. – *Tuexenia* **16**: 451–496.
- WEIBULL, A.-C.; ÖSTMAN, Ö.; GRANQVIST, A. (2003): Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. – *Biodiversity and Conserv.* **12**: 1335–1355.
- WHITTAKER, R. H. (1967): Gradient analysis of vegetation. – *Biol. Rev.* **49**: 207–264.
- ZACHARIAS, D. (1996): Vegetationskundliche Dauerbeobachtung: Konzepte und Beispiele aus der Praxis Niedersachsen. In: Umweltbundesamt (ed.). – Tagungsmappe zu Seminar on Monitoring for Nature.
- ZAHN, A.; LANG, A.; MEINL, M. (2001): Galloway-Rinder als Landschaftsgestalter – Ein Naturschutzprojekt zur Pflege einer offenen Kulturlandschaft. In: GERKEN, B.; GÖRNER, M.: Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern – Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. – *Natur- u. Kulturlandschaft* 4: Höxter/Jena.

Manuskript angenommen: 15. Mai 2010

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Sandra Mann

Hochschule Anhalt (FH), Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und Landschaftsentwicklung
Strenzfelder Allee 28, 06406 Bernburg

E-Mail: s.mann@loel.hs-anhalt.de

Prof. Dr. habil. Sabine Tischew

Hochschule Anhalt (FH), Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und Landschaftsentwicklung
Strenzfelder Allee 28, 06406 Bernburg

E-Mail: s.tischew@loel.hs-anhalt.de

Anhang:

Tab. 2 Stetigkeitsklassen der erfassten Arten im ersten und letzten Erfassungsjahr je Versuch sowie Zuordnung der Arten zu den Gruppen für die Artenzahlauswertungen und Auswertungen mit ökologischen Artengruppen (inklusive der Arten, die zwischenzeitlich auftraten); I = 0 – 20 %, I = > 20 – 40 %, III = > 40 – 60 %, IV = > 60 – 80 %, V = > 80 – 100%; (Artenzahlauswertungen: 1 = Kräuter, 2 = Süßgräser, 3 = Sauergräser & Binsen, 4 = Gehölze; ökologische Artengruppen: 1 = krautige Zielarten, 2 = krautige Ruderalarten, 3 = Gräser – Zielarten, 4 = Gräser RSM, 5 = sonstige Kräuter, 6 = Gehölze, 7 = *Potentilla anserina*, 8 = Gräser – ruderal).

Tab. 2 Classes of steadiness of species in the first and last year of capture per trial and year (also species with occurrence between this period); I = 0 – 20 %, I = > 20 – 40 %, III = > 40 – 60 %, IV = > 60 – 80 %, V = > 80 – 100%; (number of species: herbs, grasses, sedges, and woody species; ecological groups: 1 = herbaceous target species, 2 = herbaceous ruderal species, 3 = graminoid target species, 4 = grasses from commercial seed mixture, 5 = other herbaceous species, 6 = woody species, 7 = *Potentilla anserina*, 8 = graminoid ruderal species).

	Artenzahlauswertungen	ökologische Artengruppen	A-G03	A-G07	A-I03	A-I07	A-K03	A-K07	B-G03	B-G07	B-I03	B-I07	B-K03	B-K07	D-I04	D-I07	F-06	F-07	L-05
<i>Acer negundo</i>	4	6																	
<i>Achillea millefolium</i> agg.	1	1		I				I		III	I	I	I	II		V			II
<i>Aethusa cynapium</i>	1	5											I						
<i>Agrimonia eupatoria</i>	1	1								I		I				I			
<i>Agrostis capillaris</i>	2	3										I							I
<i>Agrostis gigantea</i>	2	3		I				I		I		I				II		I	
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	2	3		I		III		II			I	I	I	II	I	I	III	II	I
<i>Ajuga reptans</i>	1	1																	
<i>Allium angulosum</i>	1	1														I			
<i>Alopecurus pratensis</i>	2	3															I		IV
<i>Althaea officinalis</i>	1	1														I			
<i>Amaranthus blitum</i> agg.	1	2							II		II		II						
<i>Anagallis arvensis</i>	1	2	I	II	III	I	IV	I	I	V	V	V	IV	IV	V	I	III	I	I
<i>Anthriscus sylvestris</i> agg.	1	1																	I
<i>Apera spica-venti</i>	2	8	I		II		II		IV	III	V	IV	IV	III	IV				
<i>Aphanes arvensis</i>	1	1								I		II		II					
<i>Arabidopsis thaliana</i>	1	2					I		I		II		I						
<i>Arctium lappa</i>	1	2	I		I				I		I		II		III		V	I	I
<i>Arctium tomentosum</i>	1	2		I		I			I	I	II	I	I	I	II			IV	I
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	1	5								I	I	II	I	I					
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	3				II		I		I		V		III		III			III
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	1	2		I		I			I	I	I	I	II	I	I	II			
<i>Asparagus officinalis</i>	1	2	I	II		I		I	III	IV	IV	IV	III	IV	I	II			
<i>Atriplex prostrata</i> agg.	1	2	V		V		V				II		II		IV		I		I
<i>Avena sativa</i>	2	8							I										
<i>Ballota nigra</i>	1	2													I				
<i>Bellis perennis</i>	1	1																	
<i>Bidens frondosa</i>	1	2	V	I	IV		V				I		II						
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	3	8	V	V	V	V	V	V	I		III		III	I	V	V	V	V	
<i>Brassica spec.</i>	1	2																	
<i>Bromus arvensis</i>	2	8	I	I					IV		I	II		II					
<i>Bromus hordeaceus</i> agg.	2	8	I						III	III		III		III		II			
<i>Bromus sterilis</i>	2	8									I	I				I			
<i>Bromus tectorum</i>	2	8							I										
<i>Calamagrostis epigejos</i>	2	8		II		III		III		I		II		II	II	III	I	I	

	Artenzahl- auswertungen	ökologische Artengruppen	A-G03	A-G07	A-I03	A-I07	A-K03	A-K07	B-G03	B-G07	B-I03	B-I07	B-K03	B-K07	D-I04	D-I07	F-06	F-07	L-05
<i>Erodium cicutarium</i> agg.	1	5								I		I	I	II					
<i>Euphorbia esula</i> agg.	1	1													I				
<i>Euphorbia exigua</i>	1	5								I			I	I			I	I	
<i>Euphorbia helioscopia</i>	1	2	I		I						I		I						
<i>Euphrasia officinalis</i> agg.	1	1																	
<i>Fallopia convolvulus</i>	1	2			I				III	IV	IV	IV	IV	III	II			I	
<i>Festuca arundinacea</i>	2	3		V		II		III		IV		V		V		III		I	III
<i>Festuca pratensis</i>	2	4	V	V		I	II	III	V	V	II	II	II	II	III	I	I		
<i>Festuca rubra</i> agg.	2	4	I	I					V	III	I		I		I				
<i>Festuca spec.</i>	2	4	IV	I		I	II	III				I		II		IV			
<i>Filago arvensis</i>	1	5								III				I	I				
<i>Filipendula vulgaris</i>	1	1										I							
<i>Frangula alnus</i>	4	6																I	
<i>Fraxinus excelsior</i>	4	6														I	I	I	
<i>Galinsoga parviflora</i>	1	2											I						
<i>Galium album</i>	1	1		I		IV		I		II		IV		I		IV		I	IV
<i>Galium aparine</i> agg.	1	2				I					II		I	I	IV	I	I	I	I
<i>Galium boreale</i> agg.	1	1														II			
<i>Galium palustre</i>	1	1				II											I	I	
<i>Galium verum</i> agg.	1	1				V						V				V			I
<i>Geranium pusillum</i>	1	5								III		V		IV					I
<i>Geum urbanum</i>	1	5																I	
<i>Glechoma hederacea</i>	1	1		III		V	I	IV	I	I	I	I	II	III	II	III		I	IV
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	1	1					I				I				I				
<i>Hedera helix</i>	4	6				I					I	I							
<i>Hieracium pilosella</i>	1	1										I							
<i>Holcus lanatus</i>	2	3		I		III		I				III		III	II	V	I	I	I
<i>Holcus mollis</i>	2	3												I					
<i>Humulus lupulus</i>	4	6																I	I
<i>Hypericum perforatum</i>	1	1				II						III			I	I			I
<i>Hypochoeris radicata</i>	1	1				I			I	V		III	I	III					
<i>Inula britannica</i>	1	1	II	V	II	IV	II	V						I					I
<i>Inula salicina</i>	1	1		I		II													
<i>Juncus articulatus</i>	3	3		II		I		II							I	II	V	V	I
<i>Juncus compressus</i> agg.	3	3		I										I	I	II		I	II
<i>Juncus gerardii</i>	3	3																	I
<i>Juncus inflexus</i>	3	3																I	I
<i>Juncus ranarius</i>	3	3	II	I	II	I	III				I				I		I		I
<i>Juniperus communis</i>	4	6																	
<i>Kickxia elatine</i>	1	5									I								
<i>Lactuca serriola</i>	1	2	II		III		III		I		III		III	II	III	I			
<i>Lamium album</i>	1	1																	I
<i>Lapsana communis</i>	1	2													I				
<i>Lathyrus tuberosus</i>	1	1																	I
<i>Leontodon autumnalis</i>	1	1								I		I				I			
<i>Leontodon hispidus</i>	1	1																	
<i>Leontodon taraxacoides</i>	1	1									I								
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	1	1				V				II	I	III		I	I		I	II	

	Artenzahl- auswertungen	ökologische Artengruppen	A-G03	A-G07	A-103	A-107	A-K03	A-K07	B-G03	B-G07	B-103	B-107	B-K03	B-K07	D-104	D-107	F-06	F-07	L-05
<i>Potentilla reptans</i>	1	1		I		I		I		I	I	I		I			I	I	I
<i>Prunella vulgaris</i>	1	1		I		I		I		I		I		I		II			II
<i>Prunus cerasifera</i>	4	6								I									
<i>Prunus domestica</i>	4	6																	
<i>Prunus spinosa</i>	4	6												I					
<i>Pulicaria dysenterica</i>	1	1		V	I	V		V								IV	I	II	
<i>Pyrus communis</i> agg.	4	6						I				I		I				I	
<i>Pyrus pyraster</i>	4	6															I		
<i>Ranunculus acris</i>	1	1								I						I			
<i>Ranunculus repens</i>	1	1		III		II		IV		I		II		I	II	IV	II	IV	III
<i>Raphanus raphanistrum</i>	1	2									II								
<i>Reseda luteola</i>	1	2																	
<i>Rhamnus cathartica</i>	4	6														I	III	IV	I
<i>Rhinanthus angustifolius</i>	1	1																	
<i>Roegneria canina</i>	2	8																	
<i>Rorippa palustris</i>	1	1			I		I												
<i>Rosa canina</i>	4	6				I						I		I		II		I	
<i>Rubus caesius</i>	4	6				I		I				II		I	I	I			I
<i>Rumex acetosa</i>	1	1				II		II		I	I	III	I	II		II			
<i>Rumex acetosella</i>	1	1											I						
<i>Rumex crispus</i>	1	1	I	I	II	II	II	I	I		I	I		I	IV	IV			
<i>Rumex maritimus</i>	1	1									I								
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	1	1																	
<i>Salix caprea</i>	4	6															I	I	
<i>Salix cinerea</i> agg.	4	6		I											I				
<i>Sambucus nigra</i>	4	6																	
<i>Samolus valerandi</i>	1	1	I	II		IV	I	III							II		II	IV	
<i>Sanguisorba officinalis</i>																			
<i>Scrophularia nodosa</i>	1	1				I													
<i>Scutellaria hastifolia</i>	1	1						I											
<i>Senecio aquaticus</i> agg.	1	1														II			
<i>Senecio jacobaea</i>	1	1													I				
<i>Senecio vernalis</i>	1	1																	
<i>Setaria viridis</i>	2	8																	
<i>Silaum silaus</i>	1	1														I			I
<i>Silene noctiflora</i>	1	5	I					I		III		IV							
<i>Silene pratensis</i>	1	1				I		I	I	I	I	I	I	I		I			
<i>Sisymbrium loeselii</i>	1	2														I			
<i>Sisymbrium officinale</i>	1	2						I		II			II	I	II				I
<i>Solanum nigrum</i>	1	5											I						
<i>Solidago canadensis</i>	1	2		I		I		I					I	I				I	I
<i>Sonchus arvensis</i>	1	2	IV		IV		IV		V	III	V	IV	V	II	V	I	IV	I	
<i>Sonchus asper</i>	1	2	III	II	III	I	III	I	I	III	III	I	III	III		III	I	III	
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	2	IV	I	IV	I	II	I		I	I		I		II		IV	I	
<i>Spergularia salina</i>	1	1																	
<i>Stachys palustris</i>	1	1	V	V	V	V	V	V	I	I	III	II	II	II	III	V	V	V	
<i>Stellaria media</i> agg.	1	1																	I
<i>Symphytum officinale</i>	1	1				I		I			I	I				I	V	V	III

	Artenzahl- auswertungen	ökologische Artengruppen	A-G03	A-G07	A-I03	A-I07	A-K03	A-K07	B-G03	B-G07	B-I03	B-I07	B-K03	B-K07	D-I04	D-I07	F-06	F-07	L-05
<i>Taraxacum laevigatum</i> agg.	1	1										I							
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	1	5	II	V	I	V		V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV	IV	III
<i>Tetragonolobus maritimus</i>	1	1										I							
<i>Teucrium scordium</i>	1	1						I									I	I	
<i>Thalictrum flavum</i>	1	1		I		I		I							I	I	I	I	
<i>Thlaspi arvense</i>	1	2					I		II		III		III		I				
<i>Torilis japonica</i>	1	2		I		I		I	I	I	I	II	III	III		I	I	I	
<i>Tragopogon dubius</i>	1	1								I		II							
<i>Tragopogon pratensis</i>	1	1																	
<i>Trifolium arvense</i>	1	1								I				I					
<i>Trifolium campestre</i>	1	1				II		I		II		II		I					
<i>Trifolium dubium</i> agg.	1	1		I						IV		IV		V		III	I	I	II
<i>Trifolium fragiferum</i>	1	1																	I
<i>Trifolium hybridum</i>	1	5	I	IV	I	II	I	III	I	V	II	IV	I	V	I	V	II	I	II
<i>Trifolium pratense</i>	1	1					I	I		II	I	I	I	I		I			
<i>Trifolium repens</i>	1	1								I		I		I	I				
<i>Triticum aestivum</i>	2	8									I								
<i>Tussilago farfara</i>	1	2											I						
<i>Urtica dioica</i>	1	2						I							I	I			I
<i>Veronica arvensis</i>	1	5							I	II	I	IV		I					I
<i>Veronica chamaedrys</i> agg.	1	1										I		I					
<i>Veronica officinalis</i>	1	1	I																
<i>Veronica persica</i>	1	2										I		II					
<i>Veronica serpyllifolia</i>	1	1																	
<i>Vicia angustifolia</i>	1	1								I		I		I					
<i>Vicia cracca</i> agg.	1	1												I					
<i>Vicia sepium</i>	1	1										I							I
<i>Vicia tetrasperma</i>	1	5		V		III		V		V		V	I	V	II	V	I	III	II
<i>Viola arvensis</i>	1	5					I			III	II	II	I	II	II				
<i>Xanthium spec.</i>	1	2														I			

Fortsetzung von S. 84

Das Kapitel –Physikalische Grundlagen– bietet eingangs wichtige Klärungen, wie z.B. den bereits erwähnten Unterschied von Wetter und Klima. Die wesentlichen Komponenten des Klimasystems werden dargestellt, dabei wird Wert auf die für die Klimadynamik wichtigen Aspekte gelegt. Hier können auch Leser, die Standardlehrbücher kennen, relevantes Wissen auffrischen oder neues dazugewinnen. Wer wie der Verfasser dieser Rezension als Biologie-Halblaie in dem Thema ist, lernt sogar sehr viel Neues. In diesem Kapitel wird auch der Treibhauseffekt als physikalisches Phänomen erläutert, wobei – für ein Lehrbuch angemessen – auch auf wichtige Formeln und Gleichungen zurückgegriffen wird. Ein genaues Verständnis der entsprechenden Textteile erfordert Grundkenntnisse der Physik, aber die wesentlichen Prinzipien sind auch ohne diese zu verstehen.

Das zweite Kapitel –Veränderungen in der Erdgeschichte– ist von besonderer Bedeutung, weil es sehr klar macht, was am Klimawandel wirklich erdgeschichtlich gesehen neu ist. Temperaturschwankungen hat es im Quartär, also seit den Eiszeiten immer gegeben, aber die laufende Erwärmung verläuft relativ rasch und ist gekoppelt mit atmosphärischen CO₂-Konzentrationen, wie es sie seit dem – sehr warmen – Tertiär nicht mehr gegeben hat. Wir stehen also wirklich vor Bedingungen, wie sie menschliche Gesellschaften noch nicht erlebt haben. Gleichsam *en passant* werden bei diesem historischen Überblick auch wichtige Theorien zur Entstehung der Eiszeiten erklärt.

Das Kapitel Klimadynamik ist sicher der technischste Teil des Buches, geht es doch hier um die Darstellung geeigneter statistischer Modelle und Kenngrößen, um dynamische Prozesse wie eben das Klima zu beschreiben. Naturgemäß ist hier ein mathematischer Blickwinkel nötig, der aber nur soweit verfolgt wird, wie zum Erläutern wichtiger dynamischer Phänomene wie El Niño / ENSO nötig ist. Auch bei der Beschreibung wichtiger Klimamodelle werden Formeln erwähnt, die aber anscheinend vor allem zeigen sollen, dass bei näherer Beschäftigung mit der Materie detailliertere, auch mathematische Fachkenntnisse nötig würden.

Beim –Nachweis des anthropogenen Klimawandels– wird entlang der im IPCC-Bericht gelegten Grundlagen der überzeugende Nachweis geführt, dass in der raschen, beinahe global beobachtbaren Erwärmung ein starkes anthropogenes Signal steckt. Nach gängigen wissenschaftlichen Kriterien muss es also als gesichert gelten, dass wir das Klima bereits jetzt verändern. Der Autor gibt dafür verschiedene Belege, und auch wer die wiederum stärker statistisch orientierte Ableitung des –optimalen Fingerabdrucks– (S. 151) nicht im Detail versteht, kann doch die Kernaussagen nachvollziehen.

–Das Klima der Zukunft– wird anhand der IPCC-Szenarien beschrieben, die in der gesamten Forschungsliteratur, die sich mit Klimawandel und dessen Effekten beschäftigt, inzwischen fundamentale Bedeutung haben. Wie in den anderen Kapiteln auch, werden die verschiedenen Möglichkeiten und Gefahren beleuchtet, dabei argumentiert der Verfasser vorsichtig, zeigt aber auch auf, was mit großer Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist. Auch wer die IPCC-Berichte kennt, bekommt hier wieder einmal vor Augen geführt, wie unausweichlich eine weitere Erwärmung der Erde schon jetzt ist.

Der Schlussabschnitt –Handlungsoptionen– scheint dabei vor allem der Bemühung um ein etwas versöhnlicheres Ende gewidmet zu sein. Hier wird nicht die kaum überschaubare Vielfalt an möglichen Maßnahmen dargestellt, sondern eher noch einmal betont, dass derzeit keinesfalls feststeht, wie stark die Veränderungen im Klima ausfallen werden. Daraus leitet sich dann die Schlussbemerkung ab, dass unter – wenn auch großen Anstrengungen – das weit diskutierte 2°C-Ziel vielleicht noch erreichbar ist.

Bedenkt man, dass es sich bei dem Buch um eine Neuschöpfung und nicht um eine schon mehrfach korrigierte Wiederauflage handelt, ist der Text auch formal ansprechend. Das Buch ist reich mit Farbgraphiken illustriert; und die meisten der gut hundert Einzelabbildungen wurden extra für das Buch gezeichnet oder zumindest bearbeitet. Bei dieser Fülle wundert es nicht, dass hier und da die Beschriftungen nicht ganz eindeutig sind, manchmal auch eine Legende das Verständnis erleichtern würde. So erschließt sich erst bei einigem Nachdenken, dass die schwarzen Flächen in Abb. 9 wohl den Verlauf des Meeresbodens nachzeichnen. Ein Beispiel für einen weiteren kleinen Fehler ist der Verweis (S. 108) auf Abb. 52, wo eigentlich Abb. 51 gemeint ist. Hier und da ist der Text auch etwas zu kompakt geraten. So werden nur Fachleute nachvollziehen können, wie –die meridionale (Nord / Süd-) Erstreckung der Vegetation vor

Fortsetzung S. 167