

Die Artenvielfalt des durchschnittlichen Dauergrünlands der Schweiz

Ein Vergleich zu naturschutzfachlich wertvollen Wiesen und Weiden

Von BARBARA SCHLUP, THOMAS STALLING, MATTHIAS PLATTNER und DARIUS WEBER

Abstracts

Artenreiches, extensiv bewirtschaftetes Dauergrünland hat in der Schweiz in den vergangenen Jahrzehnten infolge landwirtschaftlicher Intensivierung und Nutzungsaufgabe stark abgenommen. Es stellt sich die Frage, welche Artenvielfalt in der modern genutzten schweizerischen „Normallandschaft“ noch zu finden ist und wie sich diese vom extensiv bewirtschafteten Dauergrünland unterscheidet. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde die Artenvielfalt und Artenzusammensetzung in ausgewählten extensiv bewirtschafteten Dauergrünlandflächen ermittelt und mit den schweizerischen Durchschnittswerten der Artenvielfalt von Gefäßpflanzen, Moosen und Gehäuseschnecken aus dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) verglichen.

Das modern genutzte Dauergrünland zeigt im schweizerischen Landesdurchschnitt im Vergleich zu traditionellen Nutzungsformen nach wie vor eine große Artenvielfalt der drei betrachteten Artengruppen. Während bei den Gefäßpflanzen die durchschnittliche Artenzahl im extensiv bewirtschafteten Grünland höher ist als im Landesdurchschnitt auf gleichartigen Standorten, sind bei Moosen und Gehäuseschnecken keine Unterschiede festzustellen. Bei den Gefäßpflanzen zeigt sich zudem, dass im extensiv bewirtschafteten Dauergrünland mehr Kenn- und Charakterpflanzen sowie Pflanzenarten der Roten Liste vorkommen. Insbesondere gilt das für Halbtrockenrasen. Die Unterschiede in den Artenzusammensetzungen von Gefäßpflanzen zwischen dem extensiv bewirtschafteten Dauergrünland und den landesweiten Durchschnittswerten können durch Nährstoffgradienten erklärt werden.

Species Diversity of Average Permanent Grassland in Switzerland – Comparison to meadows and pastures with high nature conservation value

Extensively cultivated permanent grassland with a high species diversity has strongly decreased in Switzerland over the last decades owing to agricultural intensification and abandonment. The question arises which diversity of species can still be found in the current 'usual' cultural landscape of Switzerland and how it differs from extensively cultivated permanent grasslands.

The study presented analyses the species diversity and species composition in select extensively cultivated permanent grasslands, and it compares the findings with average values of the species diversity of vascular plants, mosses and snails according to the 'Biodiversity Monitoring Switzerland'.

Currently cultivated permanent grasslands in the Swiss average still show a high species diversity in the three species groups compared to traditional land use forms. Whilst for vascular plants the average number of species in extensively used grasslands is higher than the national average on comparable sites, the analysis showed no difference for mosses and snails. Additionally, the vascular plants included more indicator and character species and more plant species of the Red List on extensively cultivated grassland. The differences of the species composition of vascular plants between extensively cultivated permanent grassland and the nationwide average values can be ascribed to nutrient gradients.

1 Einleitung

Dauergrünland zählt mit einem Flächenanteil von 22% nicht nur hinsichtlich der Ausdehnung (EEA 2005), sondern auch hinsichtlich der Artenvielfalt zu den bedeutendsten Habitattypen Europas. Als prägendes Landschaftselement in Europa beherbergt es einen überwiegenden Teil der Biodiversität der landwirtschaftlich genutzten Flächen (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Seit dem letzten Jahrhundert findet im Dauergrünland ein steter Wandel der Bewirtschaftung statt, bei dem traditionelle Nutzungsformen durch rationellere Produktionsmethoden ersetzt werden (MACDONALD et al. 2000, STRIJKER 2005, WATT et al. 2007). Das Dauergrünland wird tendenziell früher und häufiger ge-

schnitten. Parallel dazu lassen sich die meisten Flächen mit wenig Düngeaufwand in ertragreichere Wiesen oder Weiden überführen. Die Intensivierung findet vor allem an jenen Standorten statt, wo bisher abgelegene, für den Bauern schwer zugängliche Flächen besser erschlossen werden. An schlecht zugänglichen Standorten wird im Gegenzug die Bewirtschaftung aufgegeben, wodurch der Prozess der Verbrachung und schließlich Verbuschung eingeleitet wird.

Durch diese Nutzungsintensivierung und -aufgabe nahm die Fläche an traditionell bzw. extensiv bewirtschaftetem Dauergrünland stark ab (VEEN et al. 2009, WATT et al. 2007). Zusätzlich führte diese Entwicklung zu einem starken Rückgang

der Artenvielfalt im Dauergrünland (GREEN 1990, STOATE et al. 2009, WESCHE et al. 2012). Viele der in Europa gefährdeten Arten sind heute auf die verbleibenden Flächen von extensiv bewirtschaftetem Dauergrünland als Rückzugsorte angewiesen (DUELLI & OBRIST 2003, KAULE 1991, SUKOPP et al. 1978).

In der Schweiz nimmt das Dauergrünland einen Anteil von 28% der Landesfläche ein (Bundesamt für Landwirtschaft 2011). Der Pflanzenbestand des Dauergrünlands ist in Abhängigkeit der unterschiedlichen Klima- und Bodenverhältnisse sehr vielgestaltig. Der Landwirt beeinflusst den Pflanzenbestand mit Düngung, Einsaat, Beweidung und Mahd. Bei einer extensiven Bewirtschaftung weist das

Dauergrünland eine sehr hohe Artenvielfalt auf. Ganz besonders gilt das für die traditionellen, leicht gedüngten Goldhaferwiesen (Gebirgsfettwiesen) des schweizerischen Berggebietes (MARSCHALL 1951) und für die Halbtrockenrasen (Trespenrasen) (EGGENBERG et al. 2001, POSCHLOD & WALLIS DE VRIES 2002).

Entsprechend den Entwicklungen in Europa hat auch in der Schweiz der Anteil des extensiv bewirtschafteten Dauergrünlands in den vergangenen Jahrzehnten stark abgenommen. Bei den Wiesen betrug er 1989 gesamtschweizerisch noch 10 bis 15% der Dauergrünlandfläche (THOMET et al. 1989), wovon der größte Flächenanteil im Alpenraum zu finden war. Heute dürfte dieser Anteil sowohl für Wiesen als auch für Weiden noch geringer sein. Besonders betroffen sind die Magerwiesen und -weiden der trockenen und feuchten Standorte. Die ursprünglich weit verbreiteten Halbtrockenrasen (ZOLLER 1954) sind im Aargauer Jura beispielsweise zwischen 1950 und 1985 um 95% zurückgegangen (MÖCKLI 1989). Aber auch die leicht gedüngten Glatthafer- und Goldhaferwiesen sind heute stark im Abnehmen begriffen. Diese waren bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts die häufigsten und ertragsreichsten Futterwiesentypen im Mittelland bzw. in den Bergregionen. Die Glatthaferwiesen nahmen weit mehr als die Hälfte der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein (DIETL 1995).

Neben dem Flächenverlust ist das Dauergrünland der Schweiz im letzten Jahrhundert auch artenärmer geworden. Ein Vergleich von historischen Vegetationsaufnahmen aus den Jahren 1880/1900 mit der aktuellen Situation zeigt, dass sich innerhalb von 120 Jahren die durchschnittliche Artenvielfalt auf 81 Wiesen fast halbiert hat (RECHSTEINER 2009). In Goldhaferwiesen ist zwischen 1940 und 2008 die Anzahl der Pflanzenarten um mindestens 15% zurückgegangen (HOMBURGER 2009). Vergleichbare Entwicklungen wurden für Glatthaferwiesen (ZOLLER 1983) und Halbtrockenrasen dokumentiert (FISCHER & STÖCKLIN 1997). Daher stellt sich die Frage, welche Artenvielfalt in der „Normallandschaft“ bzw. dem durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz heute noch zu finden ist und wie sich diese im Vergleich zum extensiv bewirtschafteten Dauergrünland unterscheidet. Bislang fehlt hierzu ein landesweiter Vergleich.

Mit dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) stehen erstmals Daten zur Verfügung, welche einen standardisierten Überblick über die Artenvielfalt des Dau-

ergrünlands in der Schweiz ermöglichen. In dieser landesweiten Stichprobeninventur werden alle Dauergrünlandtypen gemäß ihrem proportionalen Vorkommen erfasst. Das BDM misst die kleinräumige Artenvielfalt und ihre zeitliche Veränderung von Gefäßpflanzen-, Moos- und Gehäuseschneckenarten in Wiesen und Weiden. Es verarbeitet die Messungen zu allgemeingültigen Durchschnittswerten, die damit das Ergebnis von standörtlichen und klimatischen Voraussetzungen und der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zum Ausdruck bringen (Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz 2006).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde die Artenvielfalt von Gefäßpflanzen-, Moos- und Gehäuseschnecken-Arten in extensiv bewirtschaftetem Dauergrünland nach denselben Erhebungsmethoden wie im BDM ermittelt. Ziel dieser Untersuchung war es, herauszufinden, wie sich die Artenzahl sowie die Artenzusammensetzung des durchschnittlichen Dauergrünlands der Schweiz von diesen beispielhaften, naturschutzfachlich wertvollen Dauergrünlandflächen unterscheiden.

2 Methode

2.1 Durchschnittliches Dauergrünland der Schweiz

Die Daten zum durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz stammen aus den Erhebungen des Biodiversitätsmonitorings Schweiz (BDM) (www.biodiversitymonitoring.ch). Das BDM überwacht die Artenvielfalt der Gefäßpflanzen, Moose und Gehäuseschnecken in einer systematischen Stichprobe von rund 1 600 Aufnahmeflächen (HINTERMANN et al. 2002, WEBER et al. 2004). Im Zeitraum 2005 bis 2009 fielen 462 dieser Aufnahmeflächen ins Dauergrünland. Diese Daten werden in der vorliegenden Arbeit zur Charakterisierung des durchschnittlichen Dauergrünlands der Schweiz verwendet.

2.2 Extensives Dauergrünland

Zur Untersuchung des extensiven Dauergrünlands wurden verschiedene Vegetationstypen ausgewählt (Goldhaferwiese, Kammgrasweide, Glatthaferwiese und Halbtrockenrasen), welche für die Schweiz charakteristische Lebensräume bzw. Nutzungsformen des Dauergrünlands darstellen. Es wurden gutachterlich elf Untersuchungsgebiete abgegrenzt, welche für den jeweiligen Vegetationstyp eine typische Artenzusammensetzung aufweisen und in traditioneller Weise exten-

siv bewirtschaftet oder gepflegt werden (Beispiele s. Abb. 7). Dabei wurde versucht, innerhalb einer biogeografischen Region oder innerhalb der Schweiz eine räumliche Streuung zu erreichen (Abb. 1). Die Feldarbeit wurde zwischen 2008 und 2009 nach denselben Messmethoden wie im BDM durchgeführt (s.u.).

Innerhalb jedes Untersuchungsgebiets wurden drei bis zehn Aufnahmeflächen zufällig verteilt. Das Auffinden der Flächen erfolgte mit Hilfe eines GPS-Geräts. Die Aufnahmeflächenzentren wurden mit Hilfe eines im Boden versenkten Magneten markiert, so dass sie für eine mögliche zukünftige Bearbeitung exakt wieder auffindbar sind.

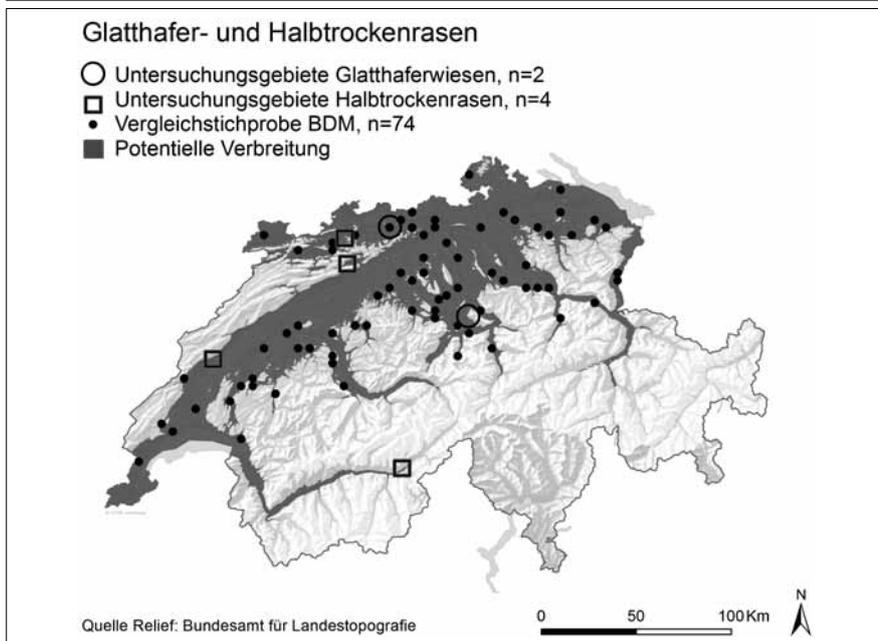
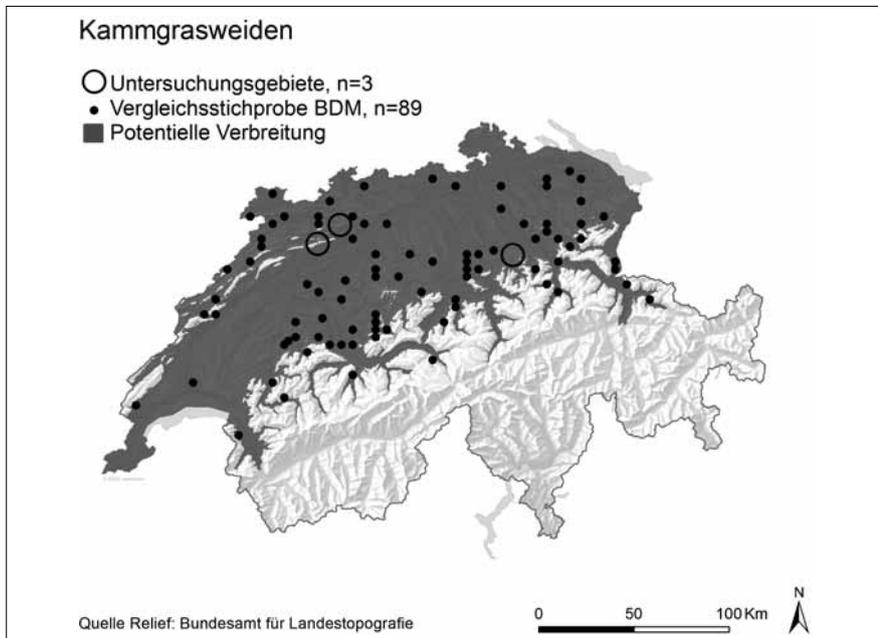
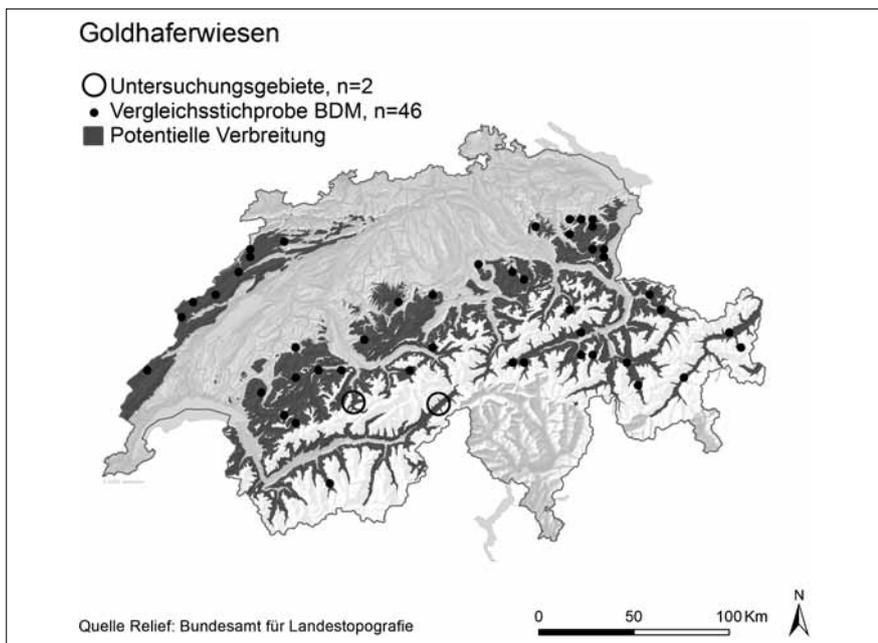
2.3 Messmethoden

Für die Aufnahme der Gefäßpflanzen erfolgten zwei Besuche jeder Probestfläche innerhalb vorgegebener Zeitfenster zwischen April und September. Die Zeitfenster unterschieden sich nach der entsprechenden Dauer der Vegetationszeit pro Höhenstufe, in der die Probestfläche liegt. Notiert wurden alle Arten, die innerhalb der kreisförmigen 10-m²-Messfläche wurzeln.

Moose wurden während der ersten Begehung im Anschluss an die Vegetationsaufnahme durch den Botaniker gesammelt. Von jeder mutmaßlichen Moosart wurde eine kleine Probe genommen. Alle Moose, die innerhalb der 10-m²-Messfläche wuchsen, wurden berücksichtigt. Die Proben wurden danach im Labor durch Spezialisten sortiert und auf die Art bestimmt.

Für die Gehäuseschnecken fand die Probeentnahme während der zweiten Begehung der Messfläche im Anschluss an die Vegetationsaufnahme statt. Der Bearbeiter stach insgesamt acht Bodenproben von je 0,6L Volumen. In die Proben gelangte der Oberboden samt Streuschicht bis in 5 cm Tiefe. Die Entnahmeorte für die Proben lagen regelmäßig angeordnet auf einer Kreislinie 0,5 m außerhalb der Messfläche. Zusätzlich zu den Bodenproben suchte der Bearbeiter innerhalb der Messfläche auch oberirdisch nach Gehäuseschnecken und sammelte diese auf Fels, Stein, Holz, Pflanzenteilen etc. ein. Generell nicht registriert wurden Nacktschnecken. Das Aufbereiten der Proben und die Bestimmungsarbeit erfolgten durch Spezialisten im Labor.

Ausführliche Beschreibungen der Arbeitsmethoden sind unter www.biodiversitymonitoring.ch/de/downloads/methoden.html zu finden.



2.4 Typisierung des durchschnittlichen Dauergrünlands der Schweiz

Die 462 Aufnahmeflächen des BDM, welche das durchschnittliche Dauergrünland der Schweiz charakterisieren, wurden anhand der Kriterien Naturraum, Höhenlage und Beweidung jeweils einem der Vegetationstypen Goldhaferwiese, Kammgrasweide, Glatthaferwiese oder Halbtrockenrasen zugewiesen. Diese Zuordnung entspricht somit dem Potential der 462 Standorte. Neben diesem Potential bestimmen Boden, Untergrund, kleinräumige Standortfaktoren und die lokale Bewirtschaftung, welcher Vegetationstyp sich an einem Standort bildet.

In der Analyse wurde die biogeographische Region Südschweiz nicht einbezogen, da sich diese in der Artenzusammensetzung stark von der übrigen Schweiz unterscheidet.

► Goldhaferwiesen (Polygono-Trisetion)

Als Vergleichsdatensatz dienen alle BDM-Aufnahmen aus den biogeographischen Regionen Jura, Mittelland, Alpennordflanke und Zentralalpen mit den Hauptnutzungen Wiesen, Weiden und Alpweiden sowie der landwirtschaftlichen Nutzung „Wiese“ (www.biodiversitymonitoring.ch/pdfs/downloads/737_Anleitung_Z9-Pflanzen_v11.pdf, S. 10), die aus einer Höhe von 900 bis 1 900 m ü. NN stammen. Diese Auswahl deckt in etwa das Dauergrünland der montanen Stufe ab, in der die Goldhaferwiesen auf gemähten Flächen früher vorherrschender Vegetationstyp waren („potenzielle Verbreitung“, Abb. 1).

► Kammgrasweiden (Cynosurion)

Als Vergleichsdatensatz dienen alle BDM-Aufnahmen aus den biogeographischen Regionen Jura, Mittelland und Alpennordflanke mit den Hauptnutzungen Wiesen, Weiden und Alpweiden sowie der landwirtschaftlichen Nutzung „Weide“ (Link wie vor), die aus einer Höhe von < 1 200 m ü. NN stammen. Diese Auswahl deckt in etwa das Dauergrünland der kollinen bis montanen Stufe ab, in der die Kammgras-

Abb. 1: Lage der als Untersuchungsgebiete definierten extensiv bewirtschafteten Goldhaferwiesen (oben), Kammgrasweiden (Mitte) und Glatthaferwiesen bzw. Halbtrockenrasen (unten). Ebenso dargestellt sind die Aufnahmeflächen des durchschnittlichen Dauergrünlands (Vergleichsstichprobe BDM) und das potenzielle Verbreitungsgebiet des jeweiligen Vegetationstyps. Die Südalpen wurden nicht in die Analyse einbezogen.

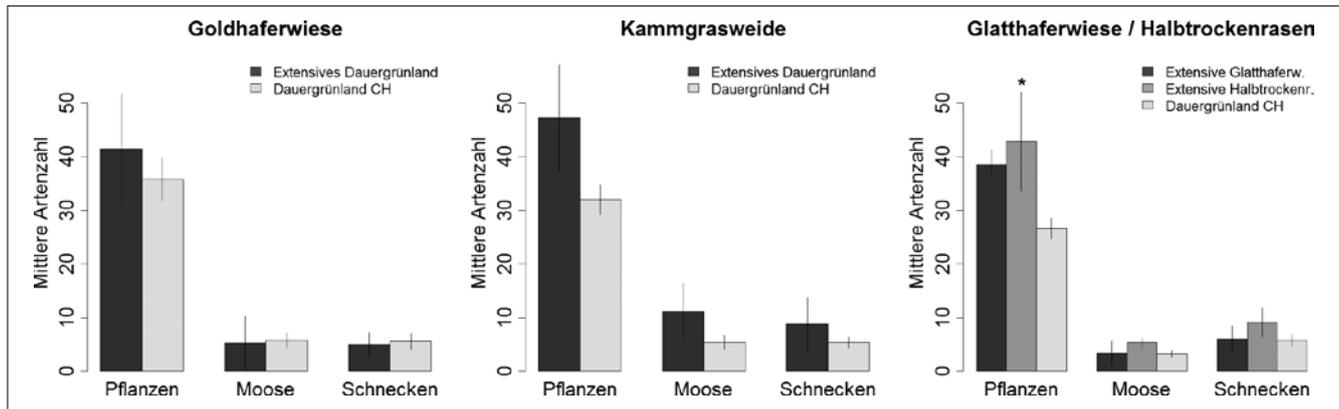


Abb. 2: Mittlere Artenvielfalt und Standardfehler von Gefäßpflanzen, Moosen und Gehäuseschnecken auf 10 m² Bodenfläche in extensiv bewirtschafteten Goldhaferwiesen (links), Kammgrasweiden (Mitte) und Glatthaferwiesen bzw. Halbtrockenrasen (rechts) im Vergleich mit dem durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz. Signifikante Unterschiede sind mit Sternchen markiert.

weide auf beweideten Flächen ursprünglich vorherrschender Vegetationstyp war („potenzielle Verbreitung“, Abb. 1).

► **Glatthaferwiesen (Arrhenaterion) und Halbtrockenrasen (Mesobromion)**
 Als Vergleichsdatensatz dienten alle BDM-Aufnahmen aus den biogeographischen Regionen Jura, Mittelland, Alpennordflanke und Zentralalpen mit den Hauptnutzungen Wiesen, Weiden und Alpweiden sowie der landwirtschaftlichen Nutzung „Wiese“ (Link wie vor), die aus einer Höhe von <700 m üB. NN stammen. Diese Auswahl deckt in etwa das Dauergrünland der kollinen bis unteren montanen Stufe ab, in der die Glatthaferwiese oder der Halbtrockenrasen auf gemähten Flächen ursprünglich vorherrschender Vegetationstyp waren. Eine Abgrenzung zwischen Glatthafer- und Halbtrockenrasen war nicht möglich, da die beiden Wiesentypen nicht nur vom Standort, sondern maßgeblich auch von der Bewirtschaftung beeinflusst werden („potenzielle Verbreitung“, Abb. 1).

2.5 Auswertung

Die Artenzahlen von Gefäßpflanzen, Moosen und Gehäuseschnecken wurden für die verschiedenen Aufnahmeflächen des extensiven Dauergrünlands in jedem Untersuchungsgebiet gemittelt. Aus diesen Werten wurde anschließend für die vier Vegetationstypen (Goldhaferwiese, Kammgrasweide, Glatthaferwiese und Halbtrockenrasen) ein Mittelwert pro Artengruppe berechnet. Diese mittleren Artenzahlen pro Vegetationstyp wurden mit den Artenzahlen aus der Vergleichsstichprobe des BDM verglichen. Die Unterschiede der mittleren Artenzahlen wurden mit einem Generalized Linear Model (GLM) auf Signifikanz getestet (Familie „quasipoisson“). Die Berechnung wurde

wiederholt für typische Gefäßpflanzen, welche als Charakterarten im pflanzensoziologischen Sinne gelten, und so genannte Kennarten, welche ihren Verbreitungsschwerpunkt im jeweiligen Vegetationstyp haben (nach DELARZE & GONSETH 2008). Zudem wurde die Berechnung auch für Arten durchgeführt, welche regional auf der Roten Liste der Gefäßpflanzen der Schweiz (MOSER et al. 2002) stehen.

Die Pflanzenartenzusammensetzung der Aufnahmeflächen in den Untersuchungsgebieten und in der Vergleichsstichprobe des BDM wurde in einem Ordinationsplot verglichen. Aufnahmen ähnlicher Artenzusammensetzung werden in einer solchen Darstellung nahe beieinander projiziert, unterschiedliche Aufnahmeflächen weit voneinander entfernt. Als Ordinationsmethode wurde die Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) verwendet (LEGENDRE & LEGENDRE 1998). Die Methode erlaubt es, die Artenzusammensetzungen mit Umweltvariablen in Beziehung zu setzen und diese in Form von Pfeilen zusammen mit den Aufnahmen und Arten im Ordinationsplot darzustellen. Als Umweltvariablen dienten die öko-

logischen Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (LANDOLT et al. 2010) stellvertretend für die ökologischen Standorteigenschaften. Als Klimafaktoren wurde die Licht- (L), Temperatur- (T) und Kontinentalitätszahl (K) gewählt, als Bodenfaktoren die Feuchte- (F), Reaktions- (R) und Stickstoffzahl (N).

Die Artenzahlen wurden vor der Analyse mit einer Hellinger-Transformation transformiert (LEGENDRE & GALLAGHER 2001), um den Einfluss von extremen Werten, z.B. seltenen Arten, zu reduzieren. Die Auswertungen wurden mit der Statistiksoftware R durchgeführt (IHAKA & GENTLEMEN 1996). Für die Ordinationen wurden die Funktion „cca“ in der R-Library „vegan“ (www.r-project.org) verwendet.

3 Resultate

3.1 Vergleich der Artenzahlen

Im durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz leben auf einer 10 m² großen Fläche durchschnittlich weniger Gefäßpflanzenarten als in extensiv bewirtschaftetem Dauergrünland (Tab. 1, Abb. 2). Die Unterschiede sind aber nur in Halbtrocken-

Tab. 1: Mittlere Artenzahl und 95%-Vertrauensintervalle von Gefäßpflanzen, Moosen und Gehäuseschnecken im extensiv bewirtschafteten Dauergrünland und im durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz.

mittlere Artenzahl und Vertrauensintervall	Gefäßpflanzen		Moose		Gehäuseschnecken	
	extensives Dauergrünland	Dauergrünland CH	extensives Dauergrünland	Dauergrünland CH	extensives Dauergrünland	Dauergrünland CH
Goldhaferwiesen	41 ± 10 (n=2)	36 ± 4 (n=46)	5 ± 5 (n=2)	6 ± 1 (n=46)	5 ± 2 (n=2)	6 ± 2 (n=46)
Kammgrasweiden	47 ± 10 (n=3)	32 ± 3 (n=89)	11 ± 5 (n=3)	5 ± 1 (n=89)	9 ± 5 (n=3)	5 ± 1 (n=89)
Glatthaferwiesen	38 ± 3 (n=2)	27 ± 2 (n=74)	3 ± 2 (n=2)	3 ± 1 (n=74)	6 ± 2 (n=2)	6 ± 1 (n=74)
Halbtrockenrasen	43 ± 9 (n=4)	27 ± 2 (n=74)	5 ± 1 (n=4)	3 ± 1 (n=74)	9 ± 3 (n=4)	6 ± 1 (n=74)

Tab. 2: Mittlere Artenzahl und 95%-Vertrauensintervalle von als Kenn- und Charakterarten bekannten Gefäßpflanzen und von Gefäßpflanzen der Roten Liste im extensiv bewirtschafteten Dauergrünland und im durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz.

mittlere Artenzahl und Vertrauensintervall	Kenn- und Charakterarten		Rote-Liste-Arten	
	extensives Dauergrünland	Dauergrünland CH	extensives Dauergrünland	Dauergrünland CH
Goldhaferwiesen	11 ± 1 (n = 2)	7 ± 0 (n = 46)	4 ± 32 (n = 2)	2 ± 1 (n = 46)
Kammgrasweiden	12 ± 2 (n = 3)	9 ± 0 (n = 74)	2 ± 5 (n = 3)	1 ± 0 (n = 74)
Glatthaferwiesen	21 ± 12 (n = 2)	13 ± 1 (n = 74)	1 ± 1 (n = 2)	1 ± 0 (n = 74)
Halbtrockenrasen	14 ± 6 (n = 4)	1 ± 0 (n = 74)	6 ± 5 (n = 4)	1 ± 0 (n = 74)

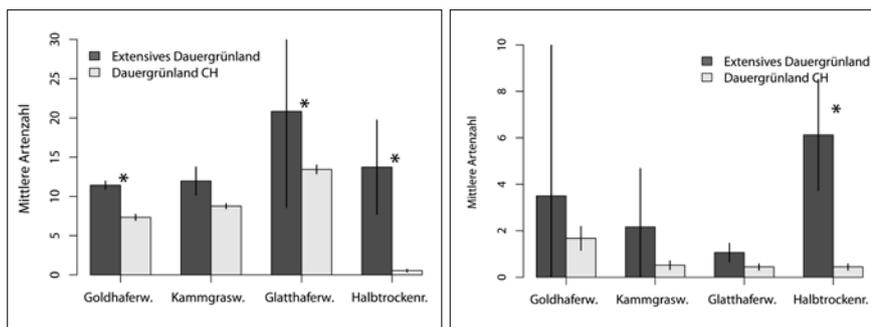


Abb. 3: Mittlere Artenvielfalt und 95%-Vertrauensintervall von Gefäßpflanzen, welche Kenn- und Charakterarten verschiedener Vegetationstypen (nach DELARZE & GONSETH 2008, links) oder Arten der Roten Liste sind (rechts). Verglichen werden die Artenzahlen des extensiven Dauergrünlands mit dem durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz. Signifikante Unterschiede sind mit Sternen markiert.

rasen statistisch signifikant (p -Wert = 0.001). Bei den Moosen und Gehäuseschnecken unterscheiden sich die Artenzahlen zwischen dem durchschnittlichen und dem extensiven Dauergrünland wenig (Abb. 2).

3.2 Vergleich der Artenzahlen von Artengruppen

Das durchschnittliche Dauergrünland der Schweiz weist im Mittel weniger Kenn- und Charakterarten auf als das extensiv bewirtschaftete Dauergrünland (Tab. 2, Abb. 3). Die Unterschiede sind statistisch signifikant für die Goldhaferwiesen, Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen (p -Wert = 0.043, p -Wert = 0.041, p -Wert < 0.0001). Auch Arten der Roten Liste sind im durchschnittlichen Dauergrünland weniger zu finden. Dieser Zusammenhang ist aber nur in extensiv bewirtschafteten Halbtrockenrasen signifikant (p -Wert = 0.042).

3.3 Vergleich der Artenzusammensetzung

► Goldhaferwiesen

Zum Vergleich der Artenzusammensetzungen der Goldhaferwiesen wird der Ordinationsraum betrachtet, welcher durch die ersten beiden Achsen der CCA aufgespannt wird. Die Daten enthalten

eine Gesamtvarianz von 6,4. Davon erklären die ökologischen Zeigerwerte der Gefäßpflanzen 11,8%. Die erste gemeinsam mit der zweiten Achse der CCA erklären zusammen 66% der in den Daten gefundenen Varianz. Es kann somit angenommen werden, dass der wesentliche Teil der Struktur der Artenzusammensetzungen in den ersten zwei Achsen enthalten ist.

Die erste Achse korreliert mit der Stickstoffzahl (0,38) und zeigt damit einen schwachen Nährstoffgradienten. Die mittlere Stickstoffzahl ist am höchsten bei den Aufnahmeflächen des durchschnittlichen Dauergrünlands der Schweiz (Abb. 4). Der Ordinationsplot spiegelt auch geographische bzw. klimabedingte Unterschiede der Artenzusammensetzung von Aufnahmeflächen wider, indem einige Aufnahmeflächen der extensiven Goldhaferwiesen mit der Kontinentalitätszahl korrelieren.

► Kammgrasweiden

Die Daten enthalten eine Gesamtvarianz von 10, wovon die ökologischen Zeigerwerte der Gefäßpflanzen 8% erklären. Die beiden ersten Achsen der CCA erklären 66% der in den Daten gefundenen Varianz und stellen somit wesentliche Gradienten dar. Entlang der ersten Achse ist ein Nährstoffgradient ersichtlich, welcher ausgehend von den Aufnahmeflächen der

extensiv bewirtschafteten Weiden zu den Aufnahmeflächen der schweizerischen Durchschnittsweide zunimmt (Korrelation 0,63; Abb. 5).

► Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen

Die Daten enthalten eine Gesamtvarianz von 8,9; davon erklären die ökologischen Zeigerwerte der Gefäßpflanzen knapp 9%. Der von den ersten beiden Achsen der CCA aufgespannte Ordinationsraum repräsentiert 81% der in den Daten gefundenen Varianz. Die erste Achse korreliert stark mit der Stickstoffzahl (0,7) und zeigt einen von links nach rechts zunehmenden Nährstoffgradienten, entlang welchem die verschiedenen Aufnahmeflächen gruppiert sind (Abb. 6). Die mittlere Stickstoffzahl nimmt ausgehend von den extensiv bewirtschafteten Halbtrockenrasen über die extensiv bewirtschafteten Glatthaferwiesen zum durchschnittlichen schweizerischen Dauergrünland entsprechender Standorte ab.

4 Diskussion

Das Dauergrünland in der „Normallandschaft“ wird im Vergleich zum extensiv bewirtschafteten Dauergrünland meist als deutlich artenärmer eingeschätzt. Allerdings gibt es bislang wenige Studien, die dies für größere Räume und im Speziellen für die Schweiz zeigen (HOMBURGER 2009, PETER et al. 2009, RECHSTEINER 2009). In dieser Untersuchung verglichen wir die Artenzahlen von Gefäßpflanzen, Moosen und Gehäuseschnecken des durchschnittlichen Dauergrünlands der Schweiz mit beispielhaften extensiv bewirtschafteten Wiesen und Weiden. Dabei zeigt sich, dass das modern genutzte Dauergrünland im schweizerischen Landesdurchschnitt im Vergleich zu extensiven Nutzungsformen nach wie vor eine große Artenvielfalt auf kleiner Fläche zeigt. Abhängig von den betrachteten Organismen (Gefäßpflanzen, Moosen und Gehäuseschnecken) und Artengruppen (alle Arten, Kenn- und Charakterarten, Arten der Roten Liste) ist das Bild aber differenzierter.

Die Artenvielfalt von Gefäßpflanzen im durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz ist generell geringer als im extensiven Dauergrünland. Dies bedeutet, dass in Durchschnittswiesen und -weiden bereits Verluste von Arten stattgefunden haben. Das landesübliche Durchschnittsgrünland unterscheidet sich aber vom extensiven Dauergrünland nicht nur bezüglich der Artenvielfalt. Der geringere Anteil von Kenn- und Charakterarten sowie Arten der Roten Liste in den jeweiligen

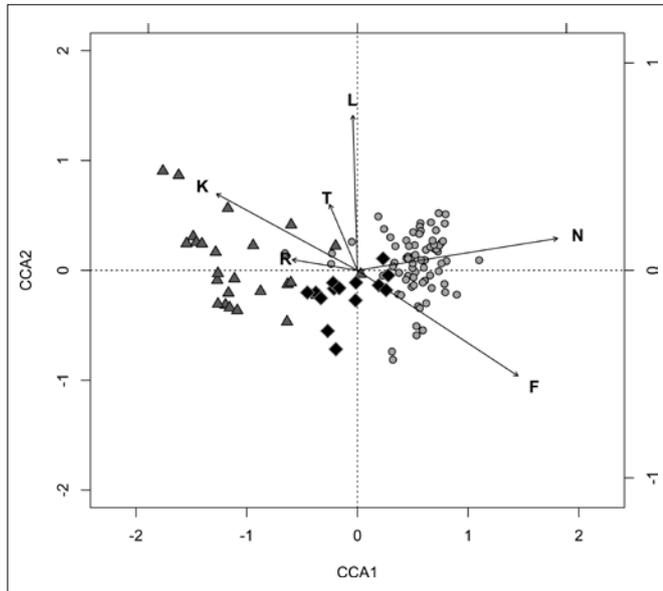
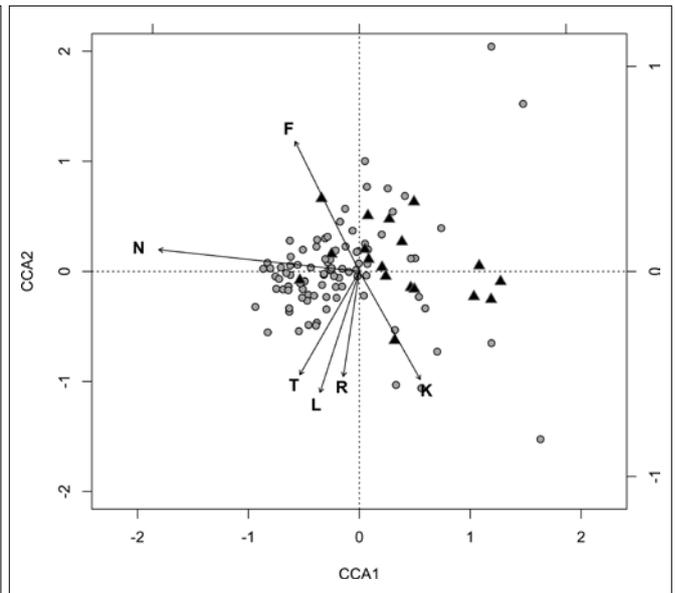
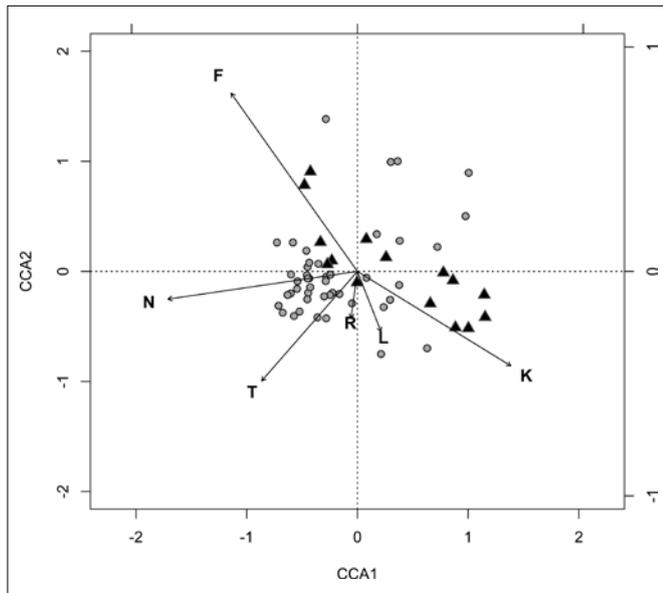


Abb. 4: Die Aufnahmeflächen der extensiven Goldhaferwiesen (Dreiecke) trennen sich vom Dauergrünland der Schweiz (Kreise) entlang eines schwachen Nährstoffgradienten von rechts (Stickstoffzahl N tief) nach links (Stickstoffzahl N hoch). Zudem heben sich wenige Aufnahmeflächen der extensiv bewirtschafteten Goldhaferwiesen im rechten Teil der Grafik durch erhöhte Kontinentalitätszahlen (K) von allen übrigen Aufnahmeflächen ab. Die Umweltvariablen sind als Pfeile angezeigt.

Abb. 5: Die Artenzusammensetzung der extensiv bewirtschafteten Kammgrasweiden (Dreiecke) ist ähnlich derjenigen des durchschnittlichen Dauergrünlands der Schweiz (Kreise). Die Aufnahmeflächen der extensiven Kammgrasweiden trennen sich vom Dauergrünland der Schweiz jedoch entlang eines graduellen Nährstoffgradienten von rechts (Stickstoffzahl N tief) nach links (Stickstoffzahl N hoch). Die Umweltvariablen sind als Pfeile angezeigt.

Abb. 6: Die Aufnahmeflächen der extensiv bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Dreiecke) und Glatthaferwiesen (Diamanten) trennen sich vom durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz (Kreise) entlang eines Nährstoffgradienten von links (Stickstoffzahl N tief) nach rechts (Stickstoffzahl N hoch). Die Umweltvariablen sind als Pfeile angezeigt.

Vegetationstypen zeigt qualitative Unterschiede in der Artenzusammensetzung.

Während bei den Goldhaferwiesen, Kammgrasweiden und Glatthaferwiesen der Artenpool im durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz noch vorhanden ist, werden viele charakteristische Arten der Halbtrockenrasen auf diesen Durchschnittsflächen gar nicht mehr gefunden. Im extensiv bewirtschafteten Dauergrünland wurden insgesamt 40 Kenn- und Charakterarten von Halbtrockenrasen gefunden; demgegenüber wurden nur 17 im durchschnittlichen Dauergrünland nachgewiesen. Von den Gefäßpflanzen der Roten Liste werden in extensiven Halbtrockenrasen 45 Arten gefunden, im durchschnittlichen Dauergrünland nur 14. Das Resultat weist darauf hin, dass eine Trivialisierung der Dauergrünlandfläche stattgefunden hat, indem Wiesen und Weiden magerer Standorte wie die Halbtrockenrasen in der „Normallandschaft“ zu einem großen Teil verschwunden sind.

Diese Tendenz zur Trivialisierung der Dauergrünlandflächen stellt auch das BDM Schweiz fest (BÜHLER & ROTH 2011). Die spezialisierten Grünlandarten werden zunehmend von nährstoffliebenden Generalisten wie z.B. dem Löwenzahn verdrängt, was zu einer Vereinheitlichung der Landschaft führt.

Die Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen dem durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz im Vergleich zum extensiv bewirtschafteten Dauergrünland (Abb. 4 bis 6) können zu einem großen Teil durch eine geringere Nährstoffversorgung des extensiven Dauergrünlands erklärt werden. Einen weiteren Teil erklärt die geografische Lage der Aufnahmeflächen beziehungsweise die damit verbundene floristische Differenzierung – insbesondere bei den Goldhaferwiesen.

Daraus kann geschlossen werden, dass der Nährstoffgehalt des Bodens im schweizerischen Durchschnittsgrünland höher ist als auf extensiv bewirtschaftetem Dauergrünland und die lokale Bewirtschaftung maßgeblich für die Biodiversität im Dauergrünland ist. Ähnliche Resultate wurden in vergleichbaren Studien in Deutschland (KLIMEK et al. 2007) und Schweden (COUSINS & ERIKSSON 2008) festgestellt. KLIMEK et al. zeigten, dass die Artenvielfalt und die Artenzusammensetzung in 117 untersuchten Dauergrünlandflächen hauptsächlich durch die Bewirtschaftungsmethode bzw. der Nährstoffversorgung beeinflusst werden. COUSINS & ERIKSSON fanden für das durchschnittliche Dauergrünland Schwedens, dass 16 auf Dauergrünland spezialisierte Gefäßpflanzenarten hauptsächlich durch die Bewirtschaftung beeinflusst werden.

Für die Moosvielfalt hat das Dauer-



Abb. 7: Typisches Beispiel einer untersuchten Kammgrasweide (links) und einer Glatthaferwiese (rechts) (Fotos: B. Ernst).

grünland eine hohe Bedeutung. Gemäß der Roten Liste der Moose (SCHNYDER et al. 2004) ist der Anteil gefährdeter Moosarten in landwirtschaftlich genutzten Habitaten am größten. Die hier gefundenen Unterschiede zwischen dem durchschnittlichen und dem extensivem Dauergrünland sind jedoch sehr klein und nicht statistisch signifikant. Generell kann aber gesagt werden, dass die Moosflora der intensiver bewirtschafteten Wiesenstandorte wie Goldhafer- und Glatthaferwiesen typischerweise artenarm sind, etwas artenreicher sind die Magerrasen und die Weiden. In dichten Grasbeständen haben es Moose schwer, aufzukommen, denn sie werden von den wüchsigeren Gräsern und Kräutern verdrängt. Magerrasen, ob trocken oder feucht, sind meist lückig und bieten den Moosen mehr Raum. In Weiden werden durch die grasenden Tiere offene Stellen geschaffen, welche für Pionierarten besiedelbar sind. Die Moos-Artenzahlen der untersuchten Lebensräume nehmen denn auch zu von den intensiveren hin zu den mageren Wiesen und den Weiden.

Die Anzahl der Gehäuseschnecken-Arten unterscheidet sich ebenfalls nur wenig zwischen dem durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz und dem extensiven Dauergrünland. Aktuell gibt es für Lebensräume des Offenlands kaum Untersuchungen zu Gehäuseschnecken, mit welchen dieses Resultat vergleichbar wäre. In Trockenweiden im Schweizer Jura zeigten BOSCHI & BAUR (2009), dass die mittlere Artenzahl von Gehäuseschnecken mit der Beweidungsintensität abnimmt. Extensive Weiden beherbergten im Durchschnitt 14, wenig intensive zehn und intensive Weiden acht Schneckenarten. Allerdings zeigt die Studie auch, dass für das Vorkommen von Gehäuseschnecken nicht die Pflanzengesellschaft eine entscheidende Rolle spielt, sondern

das Vorhandensein vielfältiger Strukturen. Diese gewährleisten die von den verschiedenen Arten benötigten Mikrolebensräume, welche z.B. durch eine extensive Beweidung gefördert werden. Unsere Resultate lassen deshalb vermuten, dass sich die hier untersuchten Wiesen in ihrem Strukturanteil nur unwesentlich von den untersuchten Weiden unterscheiden.

Während bei Moosen und Gehäuseschnecken eher geringe und nicht einheitliche Unterschiede in der Artenzahl zwischen dem durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz und dem extensiven Dauergrünland zu finden sind, gibt es deutliche Unterschiede bei den Gefäßpflanzen. Die durchschnittliche Artenzahl der Gefäßpflanzen ist in allen extensiven Dauergrünlandflächen höher als im Landesdurchschnitt auf gleichartigen Standorten. Das extensive Dauergrünland unterscheidet sich vom durchschnittlichen Dauergrünland der Schweiz außerdem dadurch, dass mehr Kenn- und Charakterarten vorkommen und mehr Arten der Roten Liste. Dieses ist besonders deutlich in Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen zu sehen. Schließlich zeigen Nährstoffgradienten, dass der Stickstoffgehalt des Bodens im schweizerischen Durchschnittsgrünland höher ist als auf extensiv bewirtschaftetem Dauergrünland, was sich in einer unterschiedlichen Artenzusammensetzung ausdrückt.

Die Resultate bestätigen demnach für die Gefäßpflanzen die Einschätzung, dass das Dauergrünland in der „Normallandschaft“ im Vergleich zum extensiv bewirtschafteten Dauergrünland artenärmer ist. Für Moose und Gehäuseschnecken hingegen kann das nicht bestätigt werden. Verallgemeinerte Aussagen zu Unterschieden der Biodiversität in der „Normallandschaft“ im Vergleich zu naturschutzfachliche wertvollen Dauergrünlandflächen sollten deshalb vorsichtig getroffen wer-

Fazit für die Praxis

- Gefäßpflanzen sind geeignet, um den Einfluss veränderter Nutzungspraktiken auf die Artenvielfalt im Grünland zu dokumentieren. Die ebenfalls untersuchten Moose und Mollusken zeigten dagegen kaum Unterschiede zwischen den Standorten.
- Die spezialisierten Grünlandarten werden zunehmend von Generalisten verdrängt, was zu einer Trivialisierung der Wiesen und Weiden und zu einer Vereinheitlichung der Landschaft führt.
- Besonders deutliche Unterschiede sind in Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen zu sehen. Solche Wiesen und Weiden magerer Standorte der tieferen Lagen sind in der „Normallandschaft“ heute zu einem großen Teil verschwunden. Sie sollten höchste Naturschutzpriorität genießen.
- Als Hauptfaktor für die beobachteten Unterschiede in der Artenzusammensetzung konnte das Nährstoffangebot und somit indirekt die Bewirtschaftungsmethode identifiziert werden.
- Im Dauergrünland der montanen Stufe sind die Unterschiede zwischen extensiv bewirtschafteten und durchschnittlichen Flächen kleiner, aber trotzdem bereits nachweisbar. Es ist zu befürchten, dass ohne Korrekturen an der Landwirtschaftspolitik diese Regionen dereinst ein ähnliches Schicksal wie die Tieflagen ereilen wird.

den.

Dank

Wir bedanken uns beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) für das Bereitstellen der Daten des Biodiversitätsmonitorings Schweiz, bei Martin Frei (Basel) und Sabine Joss (Beatenberg) für die Feldarbeit, bei Norbert Schnyder (Forschungsstelle

für Umweltbeobachtung, Rapperswil) für das Bestimmen der Moose und bei Dunja Al-Jabaji (Neueneegg) und Hajo Kobialka (Agentur Umwelt, Höxter, Deutschland) für das Bestimmen bzw. Kontrollieren der Gehäuseschneckenproben. Zudem bedanken wir uns beim gesamten Botanikteam des BDM für die Erhebung der Daten des Indikators „Artenvielfalt in Lebensräumen“.

Literatur

Bundesamt für Landwirtschaft (2011): Agrarbericht 2011. BBL, Vertrieb Publikationen, Bern.

BÜHLER, C., ROTH, T. (2011): Spread of common species results in local-scale floristic homogenization in grassland of Switzerland. *Diversity and Distributions* 17 (6), 1089-1098.

COUSINS, S.A.O., ERIKSSON, O. (2008): After the hot-spots are gone. Land use history and grassland plant species diversity in a strongly transformed agricultural landscape. *Appl. Veg. Sci.* 11, 365-374.

DELARZE, R., GONSETH, Y. (2008): Lebensräume der Schweiz. Ökologie – Gefährdung – Kennarten. Unter Mitarbeit von GALLAND, P., EGGENBERG, S., VUST, M. Ott, Thun, 424 S.

DIERSCHKE, H., BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland. Ulmer, Stuttgart. 239 S.

DIETL, W. (1995): Wandel der Wiesenvegetation im Schweizer Mittelland. *Z. Ökologie u. Naturschutz* 4, 239-249.

DUELLI, P., OBRIST, M.K. (2003): Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic Appl. Ecol.* 4, 129-138.

EEA (2005): Agriculture and Environment in EU-15 – the IRENA Indicator Report. European Environment Agency, Copenhagen.

EGGENBERG, S., DALANG, T., DIPNER, M., MAYER, C. (2001): Kartierung und Bewertung der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. Technischer Bericht. *Schr.-R. Umwelt* 325, Bundesamt für Umwelt, Bern, 252 S.

FISCHER, M., STÖCKLIN, J. (1997) Local extinctions of plants in remnants of extensively used calcareous grasslands 1950-1985. *Conserv. Biol.* 11, 727-737.

GREEN, B.H. (1990): Agricultural intensification and the loss of habitat, species and amenity in British grasslands: a review of historical change and assessment of future prospects. *Grass Forage Sci.* 45, 365-372.

HINTERMANN, U., WEBER, D., ZANGGER, A., SCHMILL, J. (2002): Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM. Zwischenbericht. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Hrsg., *Schr.-R. Umwelt* 342, 89 S.

HOMBURGER, H. (2009): Wandel von Gebirgsfettwiesen der Schweiz, Veränderungen der Artenvielfalt und der Artenzusammensetzung über sechs Jahrzehnte. Unveröff. Dipl.-Arb., Institut für Geobotanik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., 53 S.

IHAKA, R., GENTLEMAN, R. (1996): R: A language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 299-314.

Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz (2006): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. *Umwelt-Zustand* Nr. 0604. Bundesamt für Umwelt, Bern, 67 S.

LANDOLT, E., BÄUMLER, B., ERHARDT, A., HEGG, O., KLÖTZLI, F., LÄMMLER, W., NOBIS, M., RUDMANN-MAURER, K., SCHWEINGRUBER, F.H., THEURILLAT, J.-P.,

URMI, E., VUST, M., WOHLGEMUTH, T. (2010): *Flora indicativa*. Haupt, Bern, 376 S.

LEGENDRE, P., GALLAGHER, E. D. (2001): Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129, 271-280.

–, LEGENDRE, L. (1998): Numerical ecology. Developments in Environmental Modelling 20. Elsevier Science, Amsterdam, 853 S.

MACDONALD, D., CRABTREE, J.R., WIESINGER, G., DAX, T., STAMOU, N., FLEURY, P., LAZPITA, J.G., GIBON, A. (2000): Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *J. Environ. Management* 59, 47-69.

MARSHALL, F. (1951): Beiträge zur Kenntnis der Goldhaferwiese (*Trisetum flavescens*) der Schweiz. *Vegetatio* 3 (3), 195-209.

MÖCKLI, R. (1989): Nutzungsbedingte Veränderungen auf Mesobromion-Trespen-Halbtrockenrasen-Standorten im östlichen Aargauer Jura. *Mitt. Aarg. Naturf. Ges.* 32, 141-165.

MOSER, D., GYGAX, A., BÄUMLER, B., WYLER, N., PALESE, R. (2002): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. BUWAL-Reihe „Vollzug Umwelt“, 118 S.

PETER, M., GIGON, A., EDWARDS, P.J., LÜSCHER, A. (2009): Changes over three decades in the floristic composition of nutrient-poor grasslands in the Swiss Alps. *Biodiversity and Conservation* 18, 547-567.

POSCHLOD, P., WALLIS DE VRIES, M.F. (2002): The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands – lessons from the distant and recent past. *Biol. Conserv.* 104, 361-376.

RECHSTEINER, C. (2009): Wiesen der Schweiz – vor 120 Jahren und heute. Unveröff. Dipl.-Arb., Univ. Zürich, 67 S.

STOATE, C., BALDI, A., BEJA, P., BOATMAN, N.D., HERZON, I., VAN DOORN, A., DE SNOO, G.R., RAKOSY, L., RAMWELL, C. (2009): Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – a review. *J. Environ. Manag.* 91, 22-46.

STRUJER, D. (2005): Marginal lands in Europe – causes of decline. *Basic Appl. Ecol.* 6, 99-106.

THOMET, P., SCHMID, W., DACCARD, R. (1989): Erhaltung von artenreichen Wiesen: Untersuchungen zum landwirtschaftlichen Wert und zur Integration von artenreichen Wiesen in den Landwirtschaftsbetrieben sowie Analyse der Erfahrungen auf Kantonebene zur Erhaltung dieser biologisch wertvollen Landschaftselemente. NFP 22, Programmleitung, Liebefeld-Bern, 97 S.

VEEN, P., JEFFERSON R., DE SMIDT J., VAN DER STRAATEN J. (2009): Grasslands in Europe of high nature value. KNNV Publishing, Zeist.

WALLIS DE VRIES, M.F., POSCHLOD, P., WILLEMS, J.H. (2002): Challenges for the conservation of calcareous grasslands in northwestern Europe: integrating the requirements of flora and fauna. *Biol. Conserv.* 104, 265-273.

WATT, A.D., BRADSHAW, R.H.W., YOUNG, J., ALARD, D., BOLGER, T., CHAMBERLAIN, D., FERNANDEZ-GONZALEZ, F., FULLER, R., GURREA, P., HENLE, K., JOHNSON, R., KORSOS, Z., LAWELLE, P., NIEMELA, J., NOVICKI, P., REBANE, M., SCHEIDEGGER, C., SOUSA, J.P., VAN SWAAY, C., VANBERGEN, A. (2007): Trends in biodiversity in Europe and the impact of land use change. In : HESTER, R.E., HARRISON, R.M., eds., *Biodiversity under Threat*, Royal Society of Chemistry, *Issues Environ. Sci. Technol.* 25, 135-160.

WEBER, D., HINTERMANN, U., ZANGGER, A. (2004): Scale and trends in species richness: considera-

tions for monitoring biological diversity for political purposes. *Global Ecol. Biogeogr.* 13, 97-104.

WESCHE, K., KRAUSE, B., CULMSEE, H., LEUSCHNER, C. (2012): Fifty years of change in Central European grassland vegetation: Large losses in species richness and animal-pollinated plants. *Biol. Conserv.* 150, 76-85.

ZOLLER, H. (1954): Die Typen der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizer Juras: ihre Abhängigkeit von den Standortsbedingungen und wirtschaftlichen Einflüssen und ihre Beziehungen zur ursprünglichen Vegetation. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 33, 309 S.

–, STRÜBIN, S., AMIET, T. (1983): Zur aktuellen Verbreitung einiger Arten der Glatthaferwiese. *Botanica Helvetica* 93 (2), 221-238.

Anschriften der Verfasser(innen): Dr. Barbara Schlup, Thomas Stalling, Matthias Plattner und Darius Weber, Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz, c/o Hintermann & Weber AG, Austraße 2a, CH-4153 Reinach BL, Schweiz; Korrespondenzadresse: Barbara Schlup, Hintermann & Weber AG, Aarberggasse 61, CH-3011 Bern, Schweiz, E-Mail schlup@hintermannweber.ch.