

Vegetationszusammensetzung eines Halbtrockenrasens nach 31 Jahren unterschiedlicher Bewirtschaftung

Seither, M.

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf, melanie.seither@lazbw.bwl.de

Einleitung und Problemstellung

Kalkmagerrasen besitzen hinsichtlich der Diversität an Pflanzen und Tieren eine herausragende Bedeutung. Sie gehören zu den artenreichsten Lebensräumen in Europa, enthalten häufig eine Vielzahl bedrohter Arten (NIEMELÄ und BAUR, 1998) und stehen unter Naturschutz (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie 1992). Sie sind daher so zu bewirtschaften, dass die Pflanzenartenvielfalt erhalten bleibt. Aus landwirtschaftlicher Sicht sind Kalkmagerrasen aufgrund ihres geringen Ertragspotentials heutzutage landwirtschaftlich von geringem Interesse. Infolgedessen ist ihr Erhalt durch Bewirtschaftungsveränderungen und Nutzungsaufgabe bedroht (STEINER, 2011; NIEMELÄ und BAUR, 1998) und kann in der Regel nur noch über Landschaftspflegeverträge gesichert werden.

Hintergrund dieser Beobachtungsstudie waren daher folgende Fragen: 1) Ist Mulchen als arbeitsintensivere Alternative zu Mahd mit Heugewinnung zum Erhalt eines Halbtrockenrasens geeignet? 2) Welche Düngermengen verträgt ein Halbtrockenrasen ohne sich aus floristischer Sicht negativ zu verändern? Im vorliegenden Beitrag werden die Auswirkungen von 31 Jahren unterschiedlicher Nutzung und Düngung auf die Vegetationszusammensetzung dargestellt.

Material und Methoden

Bei der Untersuchungsfläche handelt es sich um einen artenreichen Halbtrockenrasen im Naturschutzgebiet Filsenberg in Mössingen (Schwäbische Alb, Baden-Württemberg). Die Fläche liegt in 780 m Höhe über NN, die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 6,0 – 6,5 °C, der durchschnittliche jährliche Niederschlag bei 850 mm. Der Boden ist eine Braunerde-Rendzina, die Bodenart ein sandiger bis toniger Lehm. Die Pflanzengesellschaft wurde zu Beginn der Untersuchung dem *Gentiano verna*-*Brometum* zugeordnet (BRIEMLE, 1989). Die Fläche wird einmal jährlich im Juli genutzt; vor Beginn der Untersuchung seit Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts erhielt sie geringe Mengen an Phosphor in Form von Thomasmehl ($(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 (\text{Ca}_2\text{SiO}_4))$ mit Beimengung von Fe, Mn, Mg und Cr) oder mineralischem Mischdünger.

Auf Parzellen mit einer Größe von je 126 m² wird seit 1983 eine Beobachtungsstudie durchgeführt (Anlage durch Dr. Schiefer, langjährige Versuchsbetreuung durch Dr. Briemle und anschließend durch Frau Tonn). Hintergrund ist die Untersuchung des Effekts der Nutzungsart und Düngung (Tab. 1) auf die Vegetation, den Ertrag und die Futterqualität (SEITHER, 2014). Im vorliegenden Beitrag werden die Auswirkungen auf die Vegetation dargestellt. Bei Varianten zwei bis acht findet eine einmalige jährliche Nutzung im Juli statt. Die Düngung erfolgt jährlich im Frühjahr. Als Stickstoffdünger dient Kalkammonsalpeter (enthält ca. 80% $\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_3$), als Phosphordünger Novaphos (enthält 23% P und 8% S) und als Kaliumdünger Kornkali (enthält 40% K_2O , 6% MgO , 3% Na und 5% S). Vegetationsaufnahmen mit Ertragsanteilschätzungen der Arten (KLAPP und STÄHLIN, 1936) wurden auf je 25 m² durchgeführt.

Da die Varianten nicht wiederholt angelegt wurden, war eine statistisch abgesicherte Auswertung nicht möglich. Für die im Folgenden betrachteten Parameter wurden aggregierte Mittelwerte aufeinanderfolgender Zeitspannen betrachtet, um Schwankungen in den Ertragsanteilen bzw. dem Vorkommen mancher Arten zwischen den Versuchsjahren zu relativieren. Die Zeitspannen wurden so gewählt, dass sie möglichst eine vergleichbare Länge und Anzahl an eingehenden Werten aufweisen. Da die Vegetationsaufnahmen anfangs nicht jährlich erfolgten, schwankte die Anzahl zwischen zwei (1987-1990, 2003-2006), drei (1983-1986, 1995-1998, 1999-2002, 2011-2013) und vier eingehenden Werten (2007-2010). Die Hauptkomponentenanalyse wurde mit dem Programm Canoco (Version 4.5) durchgeführt, die Ertragsanteile der Arten wurden log-transformiert, ansonsten wurden die Standardeinstellungen verwendet.

Tab. 1: Varianten der Beobachtungsstudie; Varianten fünf und acht sind an den Entzugswerten 1-2-schüriger Magerwiesen orientiert und kamen erst 1991 hinzu.

	Nutzung	Düngung (kg/ha/a)	Anlage
1. SUK	keine (Sukzession)	-	1983
2. MUL	Mulchen	-	1983
3. M	Mahd	-	1983
4. M+PK1		P/K: 10/16	1983
5. M+PK2		P/K 16/64	1991
6. M+NPK1		N/P/K 10/10/16	1983
7. M+NPK2		N/P/K 20/20/32	1983
8. M+NPK3		N/P/K 40/16/64	1991

Ergebnisse und Diskussion

Im Laufe der Untersuchung kam es in allen Varianten zu einer Abnahme der Pflanzenartenzahl (Tab. 2) in Verbindung mit einer Zunahme des Gräseranteils (Abb. 1). PK2 und NPK3 führten - gefolgt von NPK2 - von den gedüngten Varianten zu den deutlichsten Effekten auf die Bestandszusammensetzung (Abb. 2); beide wiesen eine hohe negative Korrelation (PK2: -0.42, NPK3: -0.43; Abb. 1) mit der ersten Achse der PCA auf (Abb. 3). Es kam zu einem deutlichen Rückgang im Ertragsanteil der Festuca-Brometea (Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen) zugunsten der Fettwiesenarten (Arten der Molinio-Arrhenatheretea) und – ebenso wie bei SUK – zu einer im Variantenvergleich hohen Zunahme der Gräser (Tab. 3). Arten mit relativ hohem Nährstoffanspruch wie *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens* und insbesondere *Arrhenatherum elatius* nahmen in den gedüngten Varianten – v. a. jedoch bei NPK3 und PK2 - deutlich zu, während in beiden Varianten Magerkeit-anzeigende Arten wie *Bromus erectus*, *Carex flacca*, *Helianthemum nummularium* und *Lotus corniculatus* im Ertragsanteil zurückgingen (Tab. 3). Die gewichtete Nährstoffzahl des Bestands nahm dementsprechend mit der Höhe der Düngung zu (in 2011-2013 lag sie bei 4.1 bei NPK3 bzw. bei 5.1 bei PK2), blieb aber bei der ungedüngten Variante relativ stabil (3.0).

Tab. 2: Ertragsanteil (EA; %) und Anzahl an Arten der Klasse Festuco-Brometea und Molinio-Arrhenatheretea sowie Gesamtartenzahl zu Beginn (1983-1987 bzw. 1988-1992) und Ende des Versuchs (2011-2013; jeweils Mittelwerte über die angegebenen Zeitperioden) sowie ihre relative Veränderung (Diff.) in den Varianten.

			SUK	MUL	M	PK1	PK2	NPK1	NPK2	NPK3
Festuco-Brometea	EA	Beginn	65	69	71	66	79	61	60	75
		Ende	85	68	79	44	21	46	28	15
		Diff.	20	-1	8	-22	-58	-15	-32	-60
	Artenzahl	Beginn	30	28	27	29	20	27	27	20
		Ende	11	16	16	21	12	20	15	12
		Diff.	-19	-12	-11	-8	-8	-7	-12	-8
Molinio-Arrhenatheretea	EA	Beginn	13	14	13	14	7	21	18	9
		Ende	12	24	9	42	73	47	63	82
		Diff.	-1	10	-4	28	66	26	45	73
	Artenzahl	Beginn	15	18	15	17	15	21	19	13
		Ende	7	15	10	17	20	23	17	19
		Diff.	-8	-3	-5	0	5	2	-2	6
Gesamt-Artenzahl	Beginn	64	62	61	64	50	65	64	50	
	Ende	27	44	43	54	40	56	47	42	
	Diff.	-37	-18	-18	-10	-10	-9	-17	-8	

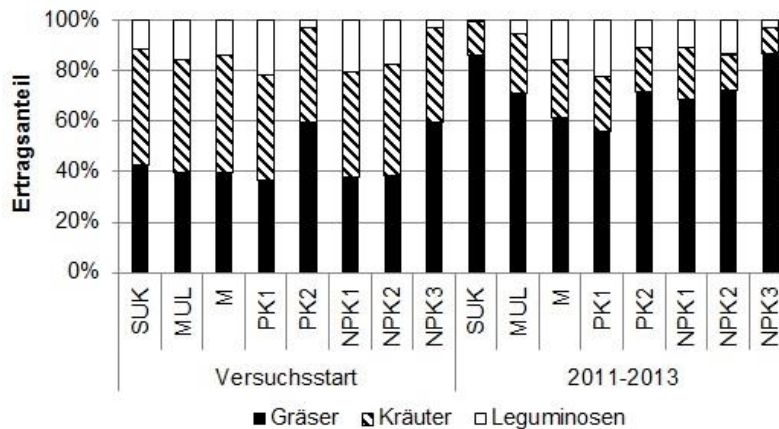


Abb. 1: Vergleich der Ertragsanteile der Gräser, Kräuter und Leguminosen zwischen den Varianten zu Beginn des Versuchs (je nach Variante 1983-1987 bzw. 1988-1992) und 2011-2013.

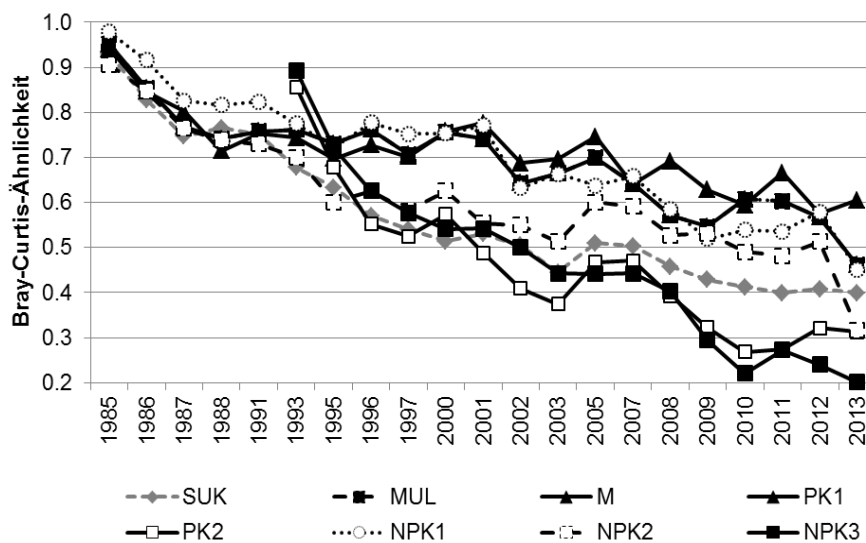


Abb. 2: Ähnlichkeit in der Vegetationszusammensetzung zwischen den Varianten (Verwendung der Mittelwerte über die angegebenen Zeiträume).

Eine hohe positive Korrelation mit der zweiten Achse der PCA zeigte SUK (+0,73). Nutzungsaufgabe führte zu einer ähnlich starken Vergrasung wie hohe Düngung. Das schnittempfindliche Gras *Brachypodium pinnatum* (Mahdverträglichkeits-Zahl 3) sowie andere hochwüchsige Gräser, insbesondere *Bromus erectus*, nahmen deutlich im Ertragsanteil zu (Tab. 2). Ursache für die „Vergrasung“ ist die fehlende Licht-Stellung infolge der Bildung einer dichten Streuauflage und der Zunahme konkurrenzkräftiger Arten (DIERSCHKE, 1984), welche zum Rückgang einer Vielzahl der für die Halbtrockenrasen typischen lichtliebenden Leguminosen- und Kräuterarten und in der Folge zu einer drastischen Abnahme der Artenzahl führte (Tab. 2). Die Sukzession schritt - vermutlich infolge des dichten Gräserbestands, der eine Keimung von Gehölzen weitgehend verhinderte - nur langsam voran. So lag der Gehölzanteil nach über 30 Jahren bei nur etwa 1%. PK1 (-0,48) und NPK1 (-0,22) waren negativ mit der zweiten Achse korreliert. Diese Varianten erhielten die Vielfalt an Pflanzenarten insgesamt und an Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen von allen Varianten am besten (Tab. 2). Dies ist in Übereinstimmung mit der Erkenntnis, dass Kräuter und Leguminosen, welche wesentlich zu der hohen Pflanzenartenvielfalt beitragen, einer ausreichenden Nährstoffversorgung mit Phosphor und Kalium bedürfen (MAGYAR *et al.*, 2008). PK1 führte im Vergleich zu Mahd ohne Düngung dementsprechend zu einem höheren Leguminosenanteil als die ungedüngte Variante. Bei PK2 zeigte sich dieser Effekt nicht; an diesem P-limitierten Standort förderte hohe PK-Düngung konkurrenzstärkere Pflanzenarten (sh. oben). Mahd ohne Düngung resultierte im Vergleich mit geringer Düngergabe (PK1 bzw. NPK1) in gut 30% höherem Ertragsanteil der Trocken- und Halbtrockenrasenarten zulasten der Fettwiesenarten. Dies lag im Wesentlichen an

der höheren Zunahme von *Bromus erectus* sowie dem relativ hohen Rückgang von *Trifolium montanum* in den leicht gedüngten Varianten (Tab. 2; beides Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen). Manche Magerkeit-anzeigende Arten wie *Helianthemum nummularium*, *Trifolium campestre* und *Centaurea scabiosa* wurden durch geringe PK-Düngung (PK1) im Vergleich zu Null-Düngung gefördert (Tab. 3).

Tab. 3: Mittlerer Ertragsanteil (EA; %) ausgesuchter Arten in 2011-2013 und mittlere EA-Veränderung seit Untersuchungsbeginn (Δ EA; unterstrichen: Veränderungen $>2\%$). Bei hoher Korrelation von Arten mit einer Variante ($\geq \pm 0.5$ in SpecEnv-Datei einer PCA-Analyse) wurde der EA fett gedruckt.

Art	N-Zahl	L-Zahl		SUK	MUL	M	PK1	PK2	NPK1	NPK2	NPK3
Kennarten der Festuco-Brometea											
<i>Anthyllis vulneraria</i>	2	8	EA 11-13	0.0	0.1	1.7	0.5	0.0	0.8	0.0	0.0
			Δ EA	-1.6	<u>-2.4</u>	-0.3	<u>-3.5</u>	0.0	-0.8	<u>-2.3</u>	0.0
<i>Brachypodium pinnatum</i>	4	6	EA 11-13	10.0	1.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
			Δ EA	<u>8.7</u>	0.3	-0.1	0.0	<u>-4.9</u>	0.0	-0.1	<u>-3.0</u>
<i>Bromus erectus</i>	3	8	EA 11-13	63.0	47.7	55.7	24.0	12.7	27.7	16.7	10.7
			Δ EA	<u>39.5</u>	<u>18.9</u>	<u>25.9</u>	-1.0	<u>-29.3</u>	0.4	<u>-7.1</u>	<u>-31.3</u>
<i>Helianthemum nummularium</i>	2	7	EA 11-13	4.7	1.4	1.7	3.3	0.0	2.0	0.7	0.0
			Δ EA	<u>3.4</u>	-0.1	0.9	<u>2.1</u>	-0.2	-0.3	-1.3	-0.2
<i>Hippocrepis comosa</i>	2	7	EA 11-13	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0
			Δ EA	-1.0	-1.4	-0.9	-0.2	0.0	-1.4	-1.1	0.0
<i>Onobrychis viciifolia</i>	3	8	EA 11-13	0.0	0.5	4.3	1.7	0.0	1.3	0.4	0.0
			Δ EA	-1.8	-1.5	<u>2.6</u>	-0.6	-1.0	-0.9	-0.9	-0.2
<i>Sanguisorba minor</i>	2	7	EA 11-13	1.7	3.0	5.7	4.3	1.3	2.7	2.1	1.1
			Δ EA	<u>-8.6</u>	<u>-7.5</u>	<u>-7.3</u>	<u>-2.4</u>	<u>-10.7</u>	-1.8	<u>-6.4</u>	<u>-11.9</u>
<i>Trifolium montanum</i>	2	8	EA 11-13	0.0	2.3	6.3	2.3	0.1	0.2	2.0	0.1
			Δ EA	<u>-3.3</u>	<u>-2.4</u>	1.6	<u>-6.9</u>	-0.1	<u>-5.1</u>	<u>-4.5</u>	-0.9
Kennarten der Molinio-Arrhenatheretea											
<i>Arrhenatherum elatius</i>	7	8	EA 11-13	4.7	11.3	0.0	8.7	27.7	9.7	24.7	26.7
			Δ EA	<u>4.5</u>	<u>11.1</u>	-0.4	<u>8.5</u>	<u>26.7</u>	<u>8.8</u>	<u>24.5</u>	<u>26.5</u>
<i>Dactylis glomerata</i>	6	7	EA 11-13	0.0	0.4	0.0	5.0	3.7	3.3	7.3	10.0
			Δ EA	-0.2	0.2	-0.2	<u>4.4</u>	<u>3.5</u>	<u>2.7</u>	<u>6.0</u>	<u>9.8</u>
<i>Holcus lanatus</i>	5	7	EA 11-13	0.1	3.7	0.1	9.3	4.3	9.7	9.0	1.1
			Δ EA	-0.2	<u>3.5</u>	0.0	<u>8.3</u>	<u>4.1</u>	<u>8.1</u>	<u>8.2</u>	-0.9
<i>Leontodon hispidus</i>	6	8	EA 11-13	0.0	2.3	4.0	2.0	0.2	0.2	0.1	0.1
			Δ EA	<u>-2.8</u>	-1.7	<u>2.3</u>	<u>-2.0</u>	0.0	<u>-4.8</u>	<u>-3.4</u>	-0.9
<i>Trisetum flavescens</i>	5	7	EA 11-13	0.0	0.0	0.0	2.7	11.0	7.0	6.0	19.3
			Δ EA	0.0	0.0	-0.2	<u>2.5</u>	<u>11.0</u>	<u>6.8</u>	<u>5.4</u>	<u>19.3</u>
Weitere Arten											
<i>Carex flacca</i>	4	7	EA 11-13	1.1	1.1	2.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
			Δ EA	<u>-5.4</u>	-1.4	1.1	-0.2	<u>-5.0</u>	-0.9	-0.9	<u>-5.0</u>
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3	7	EA 11-13	0.0	1.0	3.0	1.7	1.0	1.1	0.5	0.1
			Δ EA	-1.5	-0.5	1.8	-0.1	0.8	0.2	-1.5	-0.1
<i>Lotus corniculatus</i>	3	7	EA 11-13	0.0	1.1	3.0	3.0	0.2	1.1	3.0	0.1
			Δ EA	<u>-3.3</u>	<u>-2.4</u>	-0.3	<u>-3.5</u>	-1.8	<u>-5.2</u>	<u>-2.0</u>	-1.9
<i>Trifolium campestre</i>	3	8	EA 11-13	0.0	0.0	0.0	2.0	0.8	0.0	1.3	0.4
			Δ EA	0.0	0.0	0.0	<u>2.0</u>	0.8	0.0	1.3	0.4

MUL war Mahd ohne Düngung hinsichtlich der Bestandszusammensetzung am ähnlichsten (Ähnlichkeit von 70% 2011-2013 vs. 80% 1983) und scheint daher, in Übereinstimmung mit HOCHBERG und ZOPF (2011), als alternative Nutzungsmethode zum Erhalt von Halbtrockenrasen geeignet zu sein. Die Gesamtartenzahl, ebenso wie die Anzahl an Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen und der Fettwiesen ging – abgesehen von SUK – bei beiden Varianten am deutlichsten zurück (Tab. 2). Der Ertragsanteil von Trocken- und Halbtrockenrasenarten war jedoch von den bewirtschafteten Varianten bei MUL und ohne Düngung zuletzt am höchsten und insgesamt kaum verändert, da der Rückgang einiger Arten der Halbtrockenrasen durch die Zunahme von *Bromus erectus* ausgeglichen wurde (Tab. 3). Bei MUL gingen manche Leguminosenarten, z. B. *Anthyllis vulneraria*, *Hippocrepis comosa* und *Onobrychis viciifolia* leicht zurück, wodurch ihr Anteil 2011-2013 insgesamt niedriger lag als bei Mahd ohne Düngung. Dies könnte einerseits durch die – zumindest zeitweise - schlechteren Licht- und Konkurrenzbedingungen für niedrigwüchsige Leguminosenarten infolge des liegen bleibenden Mulchmaterials oder die damit verbundene höhere Bodenfeuchte (DIERSCHKE, 1984) und bessere Nährstoffversorgung begründet sein (HOCHBERG und ZOPF, 2011), welche konkurrenzkräftigere Pflanzenarten förderte. So kam es bei MUL im Vergleich zu Mahd ohne Düngung zu einer leichten Zunahme der Nährstoffanspruchsvolleren Gräser *Holcus lanatus* und *Arrhenatherum elatius* (sh. Tab. 3) und in der Folge zu einer höheren Nährstoffzahl des Bestands 2011-2013 (3.7 vs. 3.0).

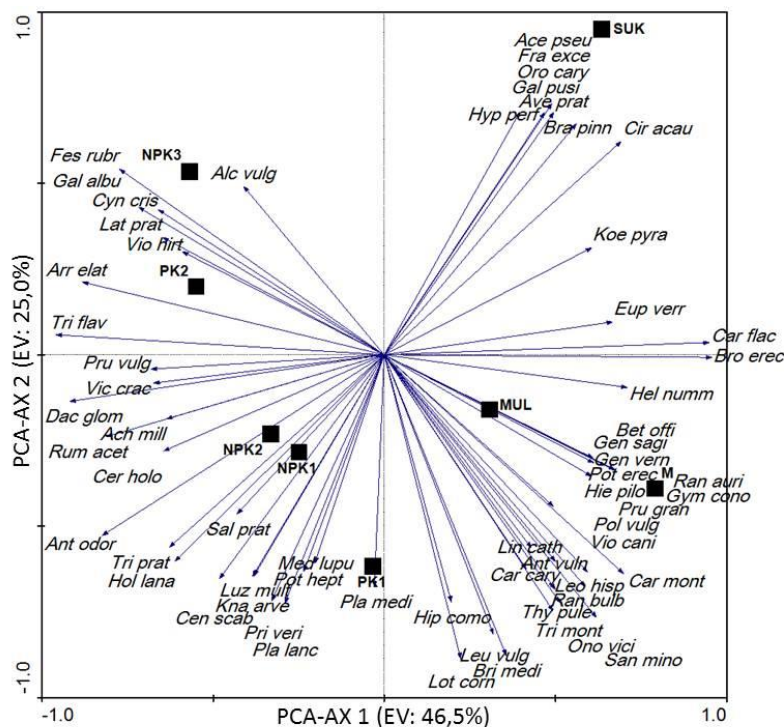


Abb. 3: Hauptkomponentenanalyse (PCA: principle component analysis) für 2011-2013 (Mittelwerte des Vorkommens der Arten).

Pflanzenartenabkürzungen: Ace pseu: *Acer pseudoplatanus*, Ach mill: *Achillea millefolium*, Alc vulg: *Alchemilla vulgaris*, Ant odor: *Anthoxanthum odoratum*, Ant vuln: *Anthyllis vulneraria*, Arr elat: *Arrhenatherum elatius*, Ave prat: *Avena pratensis*, Bet offi: *Betonica officinalis*, Bra pinn: *Brachypodium pinnatum*, Bri medi: *Briza media*, Bro erect: *Bromus erectus*, Car cary: *Carex caryophylla*, Car flac: *Carex flacca*, Car mont: *Carex montana*, Cen scab: *Centaurea scabiosa*, Cer holo: *Cerastium holosteoides*, Cir acau: *Cirsium acaule*, Cyn cris: *Cynosurus cristatus*, Dac glom: *Dactylis glomerata*, Eup verr: *Euphorbia verrucosa*, Fes rubr: *Festuca rubra*, Fra exce: *Fraxinus excelsior*, Gal albu: *Galium album*, Gen vern: *Gentiana verna*, Gen sagi: *Genista sagittalis*, Gym cono: *Gymnadenia conopsea*, Gal pusi: *Galium pusillum*, Hel numm: *Helianthemum nummularium*, Hie pil: *Hieracium pilosella*, Hip como: *Hippocrepis comosa*, Hol lana: *Holcus lanatus*, Hyp perf: *Hypericum perforatum*, Kna arve: *Knautia arvensis*, Koe pyr: *Koeleria pyramidata*, Lat prat: *Lathyrus pratensis*, Leo hisp: *Leontodon hispidus*, Lin cath: *Linum catharticum*, Leu vulg: *Leucanthemum vulgare*, Lot corn: *Lotus corniculatus*, Luz mult: *Luzula multiflora*, Med lupu: *Medicago lupulina*, Ono vic: *Onobrychis viciifolia*, Oro cary: *Orobancha caryophyllacea*, Pla lanc: *Plantago lanceolata*, Pla medi: *Plantago media*, Pol vulg: *Polygala vulgaris*, Pot erect: *Potentilla erecta*, Pot hept: *Potentilla heptaphylla*, Pri veri: *Primula veris*, Pru gran: *Prunella grandiflora*, Pru vulg: *Prunella vulgaris*, Ran auri: *Ranunculus auricomus*, Ran bulb: *Ranunculus bulbosus*, Rum acet: *Rumex acetosa*, Sal prat: *Salvia pratensis*, San min: *Sanguisorba minor*, Tri mont: *Trifolium montanum*, Thy pule: *Thymus pulegioides*, Tri flav: *Trisetum flavescens*, Tri prat: *Trifolium pratense*, Vic crac: *Vicia cracca*, Vio cani: *Viola canina*, Vio hirt: *Viola hirta*.

Mahd ohne Düngung führte im Vergleich der Varianten zu einer hohen Zunahme der lichtliebenden Magerkeitszeiger *Trifolium montanum* und *Onobrychis viciifolia* (Licht-Zahl 8, Nährstoff-Zahl 3) und der ebenfalls licht-liebenden Fettwiesenart *Leontodon hispidus* (Tab. 3).

Auf den Untersuchungsflächen kamen seltene Arten, darunter sechs Orchideenarten, ein Sommerwurzgewächs und zwei Enzianarten, vor. Ihr Vorkommen war teils von Beginn an auf wenige Varianten beschränkt, teilweise fehlten sie in manchen Jahren vollständig, wodurch die Interpretierbarkeit der Ergebnisse erschwert wurde. Das Vorkommen mancher Arten in 2011-2013 war auf Mahd ohne Düngung (Frühlings-Enzian, Bienen-Ragwurz und Weiße Waldhyazinthe), die Mulch-Variante (Bienen-Ragwurz und Weiße Waldhyazinthe) bzw. diese beiden ungedüngten Varianten beschränkt (Mücken-Händelwurz und Großes Zweiblatt). Weitere Arten kamen sowohl auf den ungedüngten als auch den gering gedüngten (PK1, NPK1) Varianten vor (Deutscher Fransenenzian, Kleines Knabenkraut). Auf Parzellen mit hoher Düngung traten diese Arten entweder nie auf oder verschwanden im Laufe der Untersuchungszeit.

Insgesamt war im Vergleich der Vegetationszusammensetzung der Varianten miteinander noch im dritten Untersuchungsjahrzehnt eine hohe Dynamik erkennbar (Vergleich der Bray-Curtis-Ähnlichkeit 2003-2007 und 2011-2013: Daten nicht gezeigt). Auch andere Untersuchungen belegen, dass Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung noch nach sehr langer Versuchsdauer auftreten (KAHMEN *et al.*, 2002), was unter anderem durch sich ändernde Witterungsbedingungen bedingt sein kann (DIERSCHKE, 1984).

Schlussfolgerungen

Diese Langzeituntersuchung zeigt, dass die optimale Bewirtschaftungsweise des untersuchten Halbtrockenrasens stark vom Erhaltungsziel abhängig ist. So wurden die Vielfalt an Arten der Halbtrockenrasen sowie die Artenvielfalt insgesamt am besten durch geringe Düngung erhalten, während hinsichtlich des Erhalts seltener, typischer Arten wie Orchideen eine Nulldüngung anzustreben ist. Mulchen zeigte sich für diesen ertragsarmen Standort nicht nachteilig für die Vegetationszusammensetzung, welche der ungedüngten Variante bis zuletzt mit 70% Übereinstimmung sehr ähnlich blieb.

Literatur

- BRIEMLE, G. (1989): Über die Wirkung mineralischer Düngung auf die Vegetation einer Enzian-Magerwiese der Schwäbischen Alb. *Versuchsbericht*, 17 S.
- DIERSCHKE, H. (1984): Experimentelle Untersuchungen zur Bestandesdynamik von Kalkmagerrasen (Mesobromion) in Südniedersachsen: 1. Vegetationsentwicklung auf Dauerflächen 1972-1984, in: Sukzession auf Grünlandbrachen. Sukzessionsforschung auf Dauerflächen, Stuttgart-Hohenheim, 9-24.
- HOCHBERG, H. and ZOPF, D. (2011): Sustainable management of Mesobrometum without animals? *Grassland Science in Europe* 16, 407-409.
- KAHMEN, S., POSCHLOD, P. & SCHREIBER, K.-F. (2002): Conservation management of calcareous grasslands. Changes in plant species composition and response of functional traits during 25 years. *Biological Conservation* 104 (3), 319-328.
- KLAPP, E. und STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart: Ulmer Verlag.
- MAGYAR, E.I., BUCHGRABER, K., WARNER, D. & SZEMÁN, L. (2008): Der Einfluss von Düngung und Nutzung auf die Entwicklung der Kräuter in Grünlandbeständen. *Acta Botanica Hungarica* 50, 143-158.
- NIEMELÄ, J. and BAUR, B. (1998): Threatened species in a vanishing habitat: plants and invertebrates in calcareous grasslands in the Swiss Jura mountains. *Biodiversity and Conservation* 7, 1407-1416.
- SEITHER, M. (2014): Herbage yield and quality of a limestone grassland managed differently for 30 years, in: The future of European grasslands. *Grassland Science in Europe*, Aberystwyth, Wales, 373-375.
- STEINER, L. (2011): Einfluss von Fragmentierung und Isolation auf die Populationsbiologie und Diasporenbank von Kalk-Magerrasen (*Mesobrometum erecti*) in Südwestdeutschland. *Dissertation*. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.