



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN  
LANDWIRTSCHAFT

# Abschlussbericht

## montaneBioWiesen

Projekt Nr. 100519

### Anpassungsmöglichkeiten montaner Dauergrünlandwiesen an eine Nutzungsintensivierung in der Biologischen Landwirtschaft

Adaptation strategies of mountainous hay meadows to intensified management regime in organic farming

*Projektlaufzeit:*  
2009-2013

*Projektmitarbeiter:*  
Walter Starz (Leitung)<sup>1</sup>  
Wolfgang Angeringer<sup>2</sup>  
Rupert Pfister<sup>1</sup>  
Hannes Rohrer<sup>1</sup>  
Gerhard Karrer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bio-Institut HBLFA Raumberg-Gumpenstein  
<sup>2</sup> BOKU Institut für Botanik

Eingereicht: Oktober 2015

[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)



## Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung .....	3
2	Summary .....	4
3	Einleitung und Fragestellung.....	5
3.1	Übersicht .....	5
3.2	Fragestellung .....	6
4	Material und Methoden .....	7
4.1	Standort .....	7
4.2	Versuchsdesign.....	8
4.3	Pflanzenbestand.....	9
4.4	Düngung .....	9
4.5	Bodenuntersuchung .....	9
4.6	Ertrag und Futterqualität.....	10
4.7	Statistik.....	10
5	Ergebnis und Diskussion .....	11
5.1	Wetter .....	11
5.2	Pflanzenbestand.....	11
5.3	Bodenparameter.....	14
5.4	Erträge und Inhaltsstoffe.....	16
6	Schlussfolgerungen .....	19
7	Literaturverzeichnis.....	20

## 1 Zusammenfassung

Durch den landwirtschaftlichen Strukturwandel ändert sich die traditionelle Nutzung von Mähwiesen im österreichischen Berggebiet. Ungünstig zu bewirtschaftende Flächen werden extensiviert, während gut befahrbare Wiesen auch im Biolandbau intensiviert werden. Insbesondere biologisch wirtschaftende Betriebe müssen im Sinne einer abgestuften Nutzung ihre Bewirtschaftung an den Standort anpassen. Der vorliegende Versuch wurde im obersteirischen Pölstal von 2009 bis 2012 durchgeführt, um den Einfluss einer früheren und häufigeren Mahd auf Pflanzenbestand, Menge und Qualität des Erntegutes sowie Bodenparameter zu beobachten. Versuchsgegenstand waren zwei, seit 1994 biologisch bewirtschaftete Bergwiesen mit 2 Mähnutzungen, einer Herbstweide sowie Mistdüngung. Im Versuch wurden die beiden Faktoren Erhöhung der Nutzungshäufigkeit auf 4 durch Vorverlegung des ersten Mähtermines, sowie Umstellung von Mist- auf Gölledüngung bei angepasstem Stickstoffeinsatz und ohne Einsaat überprüft.

Es zeigte sich, dass der Pflanzenbestand sich rascher ändert als Erntemenge und Bodenparameter. Die Grünlandvegetation reagiert dabei vor allem auf die Nutzungshäufigkeit empfindlich. Unerwünschte Begleiter wie zum Beispiel *Poa trivialis*, erhalten durch einen frühen ersten Schnitt einen Konkurrenzvorteil gegenüber den guten Futtergräsern. Der Faktor Mist- und Gölledüngung wird bei den Erträgen und Bodenparametern sichtbar. Gölledüngung führt zu mehr Biomasse und beschleunigt die Entwicklung der Vegetation. Vor allem in der intensivsten Variante, 4 Nutzungen mit Gölledüngung, werden die hohen Nährstoffentzüge durch eine Abnahme der Bodennährstoffgehalte sichtbar. Abschließend kann gesagt werden, dass eine Nutzungsintensivierung vor allem auf günstig zu bewirtschaftenden, fruchtbaren Böden und nur mit begleitender Übersaat geeigneter Sorten empfohlen werden kann.

Die Gehalte von Phosphor, Kalium und Humus, sowie das C/N-Verhältnis entwickelten sich bei Mist- und Gölledüngung verschieden. Die Nährstoffgehalte beider Wirtschaftsdünger variierten im Versuchsablauf stark, im Mistdünger mehr als in der Gölle. Phosphor und vor allem Kaliumgehalte waren im festen Wirtschaftsdünger stärker konzentriert, die Düngermenge stellten wir auf die empfohlenen Stickstoffgaben ein. Phosphor, Kalium und Humusgehalte im Boden waren in den mistgedüngten Varianten zu Versuchsende höher. Das C/N-Verhältnis verengte sich bei Gölledüngung, was auf einen rascheren Nährstoffumsatz im Boden schließen lässt. Die N-Zahl des Pflanzenbestandes stieg mit zunehmender Nutzungsintensität und bei Gölledüngung stärker, Nährstoffzeiger erreichten hier höhere Deckungswerte. Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes reagierte rascher auf Nutzungsintensivierung als die Bodenkennwerte. Die höheren Nährstoffentzüge bei intensiverer Nutzung zeigten sich noch nicht im Ertrag, dieser blieb über 3 Jahre konstant hoch. Durch Gölledüngung konnten höhere Erträge erreicht werden, resultierend in stärkeren Nährstoffentzügen. Es wird empfohlen, sowohl den Pflanzenbestand über die Zeigerpflanzen als auch den Boden über regelmäßige Bodenanalysen im Auge zu behalten, um plötzlichen Ertragseinbußen vorbeugen zu können.

## 2 Summary

Due to socio economic and agricultural changes, today there is a shift in management practise of montane hay meadows. In order to increase forage quality, farmers often increase their cutting frequencies and rate of organic fertilising on fields suitable for intensification. But, especially organic farmers are asked for considering site conditions to avoid negative effects on plant composition, yield and soil parameters. Thus, to explore the response of the plant community due to management intensification, a field experiment was established at Upper Styrian Pöls valley from 2009 to 2012. Sites of recognition were two permanent meadows of the *Arrhenatheretalia*, traditionally used by two cuts per year, grazing in autumn and fertilising with cattle manure. The fields are managed according to organic guidelines since 1994. Main factors in the experiment were increase of mowing intensity up to 4 cuts per year as well as change from organic fertiliser manure to slurry.

First of all, plant composition changed faster than yield and soil parameters. This effect was primarily induced by cutting regime, and herein by time of the first cut. Undesirable plants, eg. *Poa trivialis*, are likely to get a competition benefit while desired fodder plants decrease. On the other hand, type of organic fertiliser led to yield changes and a shift in soil parameters. The most intense variant in the experiment, 4 cuts per year and slurry application, led to an increase in biomass production and accelerated plant growth rates, while soil nutrients tend to decline. Finally, we conclude that management intensification of montane permanent grassland should depend on site suitability and must be combined with corresponding seeding of usable cultivars.

After 3 years of investigation, we found different soil contents of P, K, humus and C/N-ratio due to type of organic fertiliser. Nutrient content of slurry and even more in manure were exposed to great variation during experiment. Soil contents of potassium, phosphor as well as humus were higher in manure fertilised plots. In opposition, C/N-ratio shortens at slurry dung plots indicating a faster circulation of nutrients, which is shown by an increasing nutrient indicator value too. Thus, species preferring nutrient rich soils reach higher cover percentages at 4 cuts and slurry application. Overall, plant composition changes faster than soil parameters. Besides the fact that application of slurry led to higher biomass yield and thus to higher nutrient outputs, amount of harvest stayed constant at all treatments during the experiment.

We conclude that it is important to have a look on performance of indicator species as well as soil parameterst to prevent short-term breaks in biomass yield of montane permanent grasslands.

### 3 Einleitung und Fragestellung

#### 3.1 Übersicht

Österreichs Landwirtschaft ist geprägt durch die Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden für die Haltung von Wiederkäuern. Die Tier- und Flächenausstattung von rinderhaltenden Betrieben vergrößert sich infolge des Strukturwandels in der Landwirtschaft immer mehr, womit sich auch das Wirtschaftsdüngermanagement ändert. Aus ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Gründen geht der Trend von einem System der festen Wirtschaftsdünger wie Mist, Rottemist und Kompost zur Güllewirtschaft. In letzter Zeit gibt es jedoch auch wieder Betriebe die zum Kompost, Tretmist- und Festmiststall zurückkehren. Als Grund wird vor allem die günstige Wirkung auf Bodenfruchtbarkeit und Humus angeführt.

Eine wesentliche Fragestellung für die landwirtschaftlichen Betriebe ist daher die Wirkung von Gülle- und Mistdünger auf Boden und Ertrag. Die starken Schwankungen im Pflanzennährstoffgehalt der Wirtschaftsdünger sind ein Grund dass es dazu wesentlich weniger Versuchsergebnisse gibt als zum Einsatz von Handelsdüngern (Klapp 1954, Voigtländer & Jacob 1987). Je nach Haltungssystem, Tierart, Rationsgestaltung und Grundfutterqualität sind unterschiedliche Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngern zu erwarten (Buchgraber & Gindl 2004). Für die Düngerechnung und Einhaltung gesetzlich und förderrechtlich vorgeschriebener Obergrenzen (Stickstoff, Phosphor), werden in Österreich die Tabellenwerte der Richtlinien für die sachgerechte Düngung (BMLFUW 2006) herangezogen. Möchte die Landwirtin oder der Landwirt die in der Praxis tatsächlich gegebenen Nährstoffmengen wissen, ist die Beprobung seiner Gülle- und Mistlager unumgänglich.

Der größte Unterschied zwischen den Wirtschaftsdüngern besteht in der Nährstoffwirkung. Während die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium, Kalzium und Magnesium in ihrer Wirkung den Mineraldüngern gleichgestellt werden, gibt es in der Wirksamkeit des Stickstoffes große Unterschiede. Rindergülle hat ein ausgeglichenes Verhältnis von Ammonium- und organisch gebundenen Stickstoff, während letzterer im Mist einen höheren Anteil aufweist. Somit ist die langfristige Wirkung des Mistdüngers stärker (Buchgraber & Gindl 2004).

Die bestandesändernde Wirkung von Mist zu Gülledüngung wurde in den Anfängen der Güllewirtschaft verstärkt beobachtet (Klapp 1954, Kutschera & Sobotik 1985), wobei im hier besprochenen Versuch vor allem die positive Wirkung der festen Wirtschaftsdünger auf den Kleeanteil festgestellt wurde (Angeringer et al. 2013). Häufig wird auf das hohe K- und relativ geringe P- und N-Angebot in der Rindergülle hingewiesen, als Hauptgrund für die Entstehung der stark verunkrauteten „Gülleflora“ (Kutschera & Sobotik 1985). In den letzten Jahren wird der Nutzungsintensität, und hier vor allem dem Zeitpunkt des ersten Schnittes, stärkere Bedeutung für ertragsschwache Grasnarben beigemessen (Bohner et al. 2011).

Andererseits schreitet der Strukturwandel der österreichischen Landwirtschaft, insbesondere in den montanen Grünlandgebieten, immer weiter fort. Auch aktuell geht der Trend weiter in Richtung weniger Betriebe mit mehr Flächenausstattung (BMLFUW 2009). Damit einhergehend ist eine Umstellung der Bewirtschaftung (Flurbereinigung) in günstigen Lagen durch Intensivierung (Erhöhung der Schnitffrequenz) sowie Extensivierung in schwer zu bewirtschaftenden Gebieten (weniger Schnitte bis Brachfallen). Bei umfangreichen vegetationsökologischen und bodenkundlichen Erhebungen auf Wirtschaftswiesen des mittleren Steirischen Ennstales in den Jahren 1997-1999 wurden 1 bis 4-schnittige Mähwiesen vorgefunden (Bohner & Sobotik 2000).

Intensivierungen (Erhöhung der Schnittanzahl, Vorverlegung des ersten Schnitttermins, etc.) können am ehesten in mesoklimatischen Gunstlagen zum Erfolg (mehr Ertrag, Beibehaltung der Diversitätsladung) führen. In Gunstlagen kann eine klimabedingte längere Vegetationsperiode die Landwirte zu

diesem Schritt verleiten. Eine direkt sichtbare Folge ist die Umstellung und Anpassung der Vegetation an die geänderten Standortbedingungen.

Viele überregionale Projekte über landwirtschaftliche Nutzung und Einfluss auf ökologische Wertigkeit arbeiten aufgrund fehlender Daten aus empirischen Feldversuchen nur mit qualitativen Angaben zu funktionellen Gruppen (*Plant functional groups*) aus der Literatur (Liira et. al. 2008). Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Prognosen ist bei konkreten Messungen von quantitativen Merkmalen höher (Pakeman & Quested 2007). Um die Effekte von Bewirtschaftungsveränderungen auf die Artenvielfalt zu studieren, ist es notwendig, flächendeckende Dauerbeobachtungsflächen einzurichten, da es keine generell anwendbaren ökologischen Modelle gibt (z.B. Ellenberg 1996, Stampfli & Zeiter 2001, Angeringer 2007). Pan-Europäische Studien mit Focus auf Biodiversität und landwirtschaftliche Nutzung haben überdies gezeigt, dass nur wenige, sehr breit gefasste Parameter (z.B. Anteil natürlicher Habitate) als überregional einsetzbare Einflussgrößen verwendet werden können (Billetter et. al. 2008).

### 3.2 Fragestellung

Mehr als die Hälfte der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Österreich ist Grünland. In der Steiermark wird etwa ein Fünftel der Wiesen und Weiden nach den Richtlinien des biologischen Landbaues bewirtschaftet. Diese Großteils im Berggebiet angesiedelte Betriebe besitzen häufig noch artenreiche, extensiv bewirtschaftete Dauerwiesen. Im Zuge dieses Projektes sollen in einer Fallstudie die Auswirkungen einer Nutzungsintensivierung infolge von Produktionsausweitung und längerer Vegetationsperioden auf den Pflanzenbestand untersucht werden.

Dabei werden folgende Arbeitshypothesen untersucht:

**Arbeitshypothese 1:** Eine Erhöhung der Schnitzzahl im montanen Wirtschaftsgrünland von 2 auf 3 und 4 hat einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung und Diversität des Grünlandbestandes.

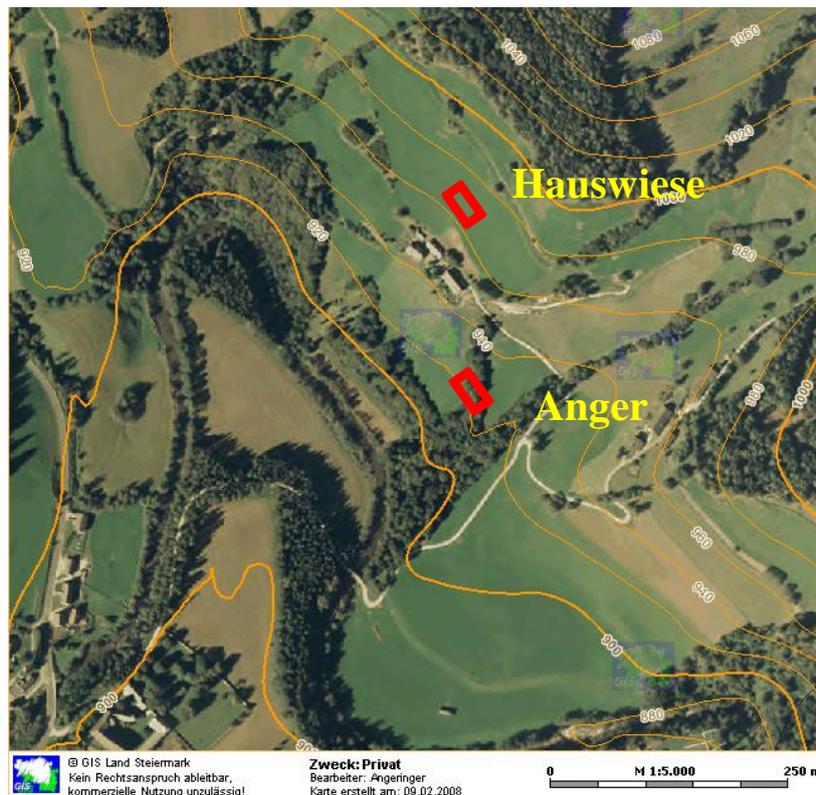
**Arbeitshypothese 2:** Die Qualität sowie Quantität des Pflanzenbestandes entwickelt sich bei Mistdüngung verschieden von Gölledüngung. Damit zusammenhängend ändert sich auch der Bodenumusgehalt, der Stickstoffgehalt im Boden, sowie die Phosphor- und Kaliumverfügbarkeit.

**Arbeitshypothese 3:** Bei Intensivierung der Schnittfrequenz und unterschiedlicher Wirtschaftsdüngertypen (fest/flüssig) findet eine Verschiebung des vertikalen Lichtprofils und Blattflächenindex auf verschiedenen Wuchshöhen statt.

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Standort

Der Versuchsbetrieb liegt in der Gemeinde St. Oswald/Möderbrugg (Bezirk Judenburg, Steiermark) im Pölstal. Auf einer Seehöhe von 900 bis 1100 m (Abb. 1) werden 11 ha landwirtschaftliche Nutzfläche seit 1994 biologisch bewirtschaftet. Die Hangneigung beträgt 25-50 %, wobei das Relief kleinräumig große Unterschiede aufweist. Die 2 ausgesuchten Erhebungsflächen liegen aus arbeitswirtschaftlichen Gründen an den Wiesenrändern (mit Abstand zum Wald- und Heckenrand) und sind topographisch näherungsweise homogen. Die Exposition liegt bei allen Wiesen zwischen 220 und 235 °SW.



**Abbildung 1:** Luftbild des Standortes vom Betrieb vulgo Lanthaler, mit Lage der Blockanlagen Anger und Hauswiese (rote Markierungen). Quelle: <http://gis.steiermark.at/>, 09.02.2009

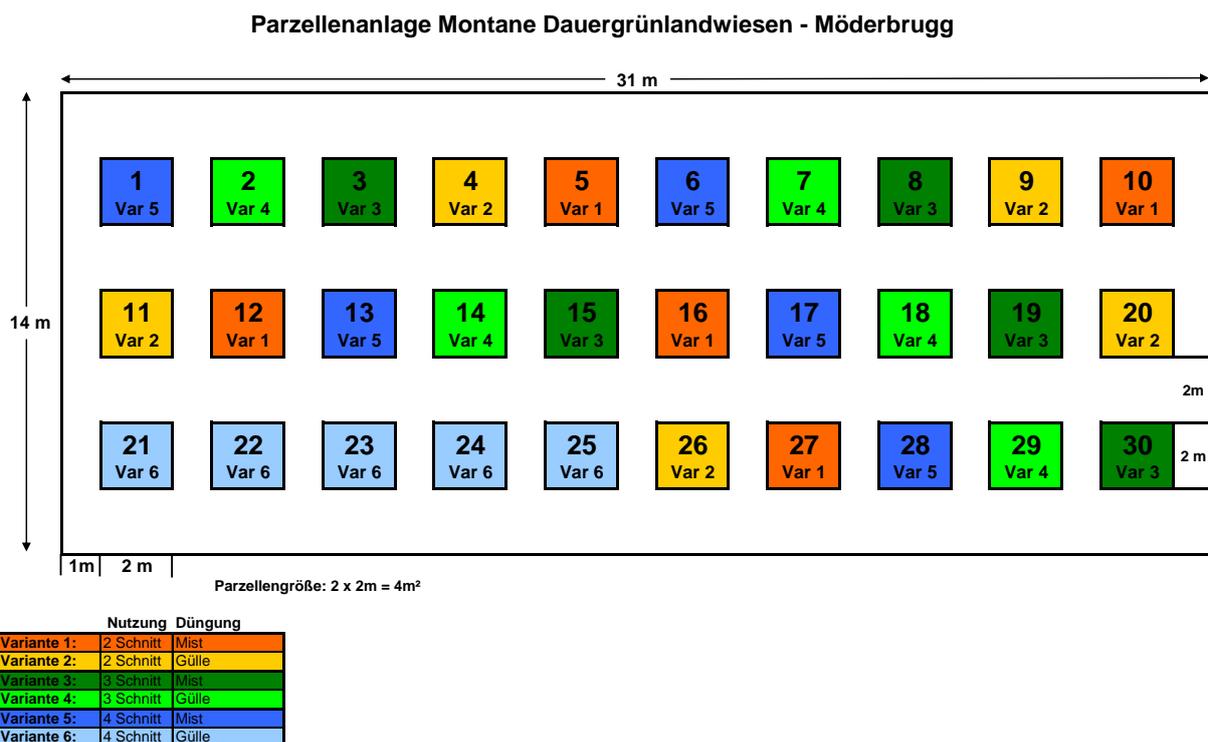
**Tabelle 1: Standortbeschreibung der Untersuchungsflächen Anger und Hauswiese.**

Parameter	Anger	Hauswiese
Seehöhe m ü.A. (ÖK 1:10000)	920	960
Koordinaten	47°15.952'N, 14°30.808' E	47°16.058'N, 14°30.787' E
Hangneigung (Grad)	12	7
Exposition	235°SW	215°SW
Pflanzengesellschaft	Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese	Frauenmantel-Glatthaferwiese

Im Jahr 2008 erfolgte eine Vorherhebung mit pflanzensoziologischen Aufnahmen auf 5 Wiesen des Versuchsbetriebes. Aufgrund dieser Erhebungen wurden die beiden Standorte für den 3-Jahresversuch ausgewählt. Die Zuordnung erfolgte durch ökologisch-soziologische Artengruppen in Anlehnung an Ellenberg 1996, sowie Bohner & Sobotik 2000. Die Aufnahmen erfolgten jeweils vor dem 1. und 2. Schnitt. Die Artenzahlen auf 25 m<sup>2</sup> betragen zwischen 29 und 28, die Gesamtartenzahl liegt bei 53 Taxa, was für eine Charakterisierung der Wirtschaftswiesen ausreicht. Die Flächen wurden im Jahr 2007 zweimal gemäht und im Herbst erfolgte ab September eine Nachweide.

## 4.2 Versuchsdesign

Der Versuch umfasst die Errichtung einer balancierten unvollständigen Blockanlage (BUB, vgl. Rasch et.al. 1999), um den Einfluss der Hauptfaktoren Schnitffrequenz (2-4 Schnitte/Jahr) und Wirtschaftsdüngerart (fest/flüssig) auf Deckungsprozente der Arten, Ertrag und Blattflächenindex zu untersuchen. Die Erhebung auf Pflanzenartenniveau erfolgt mittels der Methode der Flächenprozentenschätzung nach Schechtner (1958). Für den Versuch wurde die am Betrieb angestammte Wiesenvegetation ohne Neu- oder Ansaaten verwendet. Dazu wurden mehrere Wiesen auf ihre Versuchseignung untersucht.



**Abbildung 2:** Versuchsschema und Fotos der beiden Blockanlagen

Es wurde hierfür eine Blockanlage mit den Faktorstufen Mahd 2-4-mal und Wirtschaftsdüngerart fest/flüssig am Standort St. Oswald/M., Goschgraben 2, angelegt (Abb. 2). Die Kombination aller Faktorstufen ergab insgesamt 6 Behandlungen (Tab. 2).

**Tabelle 2:** Nutzungsintensitäten sowie Mähzeitpunkte im Feldversuch

Nutzungsintensität		Mähzeitpunkte 2009, 2010, 2011			
Schnitte	Dünger/N-Menge je ha	1	2	3	4
2	Mist/70 kg	Juni 1-8	Aug. 17-20	*Okt. 19-21	–
2	Gülle/70 kg	Juni 1-8	Aug. 17-20	*Okt. 19-21	–
3	Mist/120 kg	Mai 16-23	Juli 18-21	Sept. 13-29	–
3	Gülle/120 kg	Mai 16-23	Juli 18-21	Sept. 13-29	–
4	Mist/150 kg	Mai 9-12	Juni 27-30	Aug. 1-5	Sept. 13-29
4	Gülle/150 kg	Mai 9-12	Juni 27-30	Aug. 1-5	Sept. 13-29

\*3. Schnitt im Spätherbst, um Nachweide zu simulieren

#### 4.3 Pflanzenbestand

Der Pflanzenbestand des Angers kann im weiteren Sinne den Goldhaferwiesen, jener der Hauswiese den Glatthaferwiesen zugeordnet werden. Diese Pflanzengesellschaften treten häufig im Berggebiet auf 2-mähdigen Wiesen mit Nachweide und regelmäßiger Düngung mit Wirtschaftsdüngern auf (Bohner *et al.* 2000). Die Wiesen wurden seit über 30 Jahren nicht mehr nachgesät. Historische Karten aus dem 19. Jahrhundert belegen allerdings die ackerbauliche Nutzung der Hauswiese, während der Anger wohl stets als Wiese und Weide genutzt wurde (Brunner 2002).

Die Erhebung auf Pflanzenartenniveau erfolgte unmittelbar vor jedem Schnitt, die Abschlusserhebung aller Parzellen gemeinsam erfolgte vom 01.-03. Juni 2012. Die Vegetationsaufnahmen wurden mittels Flächenprozentschätzung auf Basis der projektiven Gesamtdeckung (Schechtner 1958) durchgeführt. Da die projektive Deckung im Laufe des Futteraufwuchses zunimmt, erfolgte die Erhebung stets 1 bis maximal 3 Tage vor jedem Schnitt auf den jeweils zu erntenden Parzellen.

#### 4.4 Düngung

Der Rottemist des Versuchsbetriebes stammte aus Ochsenmist und wurde in mit Kompostvlies abgedeckten Feldmieten 3 (Frühjahrsdüngung) bis 9 (Herbstdüngung) Monate zwischengelagert. Die Gülle stammte vom Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und ist durch den offenen Laufhof sowie Spritzwasser des Melkstandes mehr oder weniger stark verdünnt. Besonders im Herbst steigt die Verdünnungsrate, da den Kühen Vollweide gewährt wird. Die Nährstoffkonzentration ist daher im Rottemist höher als in der verdünnten Gülle. Die Düngemengen wurden für beide Düngervarianten auf die empfohlenen Stickstoffmengen (BMLFUW 2006) und innerhalb des österreichischen Programmes für eine umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL 2007) angepasst (Tab. 2).

#### 4.5 Bodenuntersuchung

Die geologischen Rahmenbedingungen sind durch die Lage innerhalb der kristallinen Gesteine der Niederen Tauern gekennzeichnet. Das Ausgangsgestein der Versuchsflächen ist der leicht verwitternde phyllitische Glimmerschiefer ([www.gis.steiermark.at](http://www.gis.steiermark.at)), worauf sich Carbonat freie Braunerden mit sauren bis leicht sauren pH-Werten von 5,2 bis 5,8 entwickelt haben. Die österreichische Bodenkartierung bezeichnet den Bodentyp als Felsbraunerde, die Bodenart als lehmigen Sand ([www.bodenkarte.at](http://www.bodenkarte.at)). Der Boden beider Versuchsflächen ist tiefgründig (AB >70 cm), mit für Dauergrünland typischem fließendem Übergang zwischen A und B- Horizont.

Am 07.04.2009 und 15.04.2012 wurden mittels Schüsslerbohrer auf allen 60 Parzellen Mischproben aus jeweils 10 Einstichen je Parzelle von 0-10 cm Tiefe gezogen. Die Untersuchung erfolgte an der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) nach der jeweiligen ÖNORM (Öst. Normungsinstitut) für folgende Kennwerte: pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ), Phosphor (mgP/kg CAL), Kalium (mgK/kg CAL), Humus (% 650°C TOC) und Gesamtstickstoff (Nt%).

#### 4.6 Ertrag und Futterqualität

Bei jedem Erntetermin (siehe **Tab. 2**) wurde die Frischmasse nach dem Schnitt mittels Motormäher direkt auf der Fläche erhoben. Ein Teil des Erntegutes wurde eingewogen und über 48 h bei 105 °C für die TM-Bestimmung getrocknet. Ein weiterer Teil der Frischmasse wurde im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein schonend getrocknet und eine Weender Analyse durchgeführt. Die Energiebewertung in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) wurde mit Hilfe der analysierten Roh-Nährstoffe unter Berücksichtigung der gewichteten Verdauungskoeffizienten mit Hilfe von Regressionsformeln (Gruber et al. 1997) errechnet.

#### 4.7 Statistik

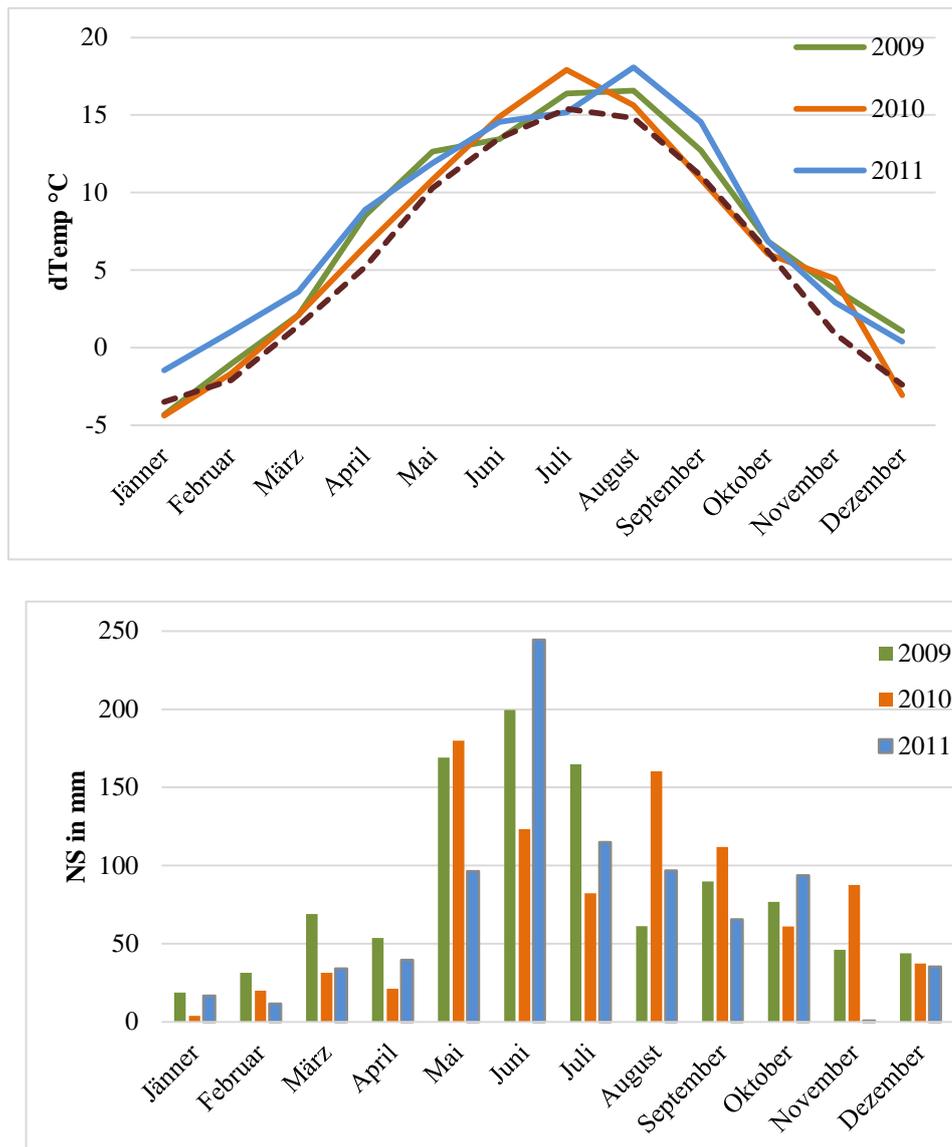
Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Residuen der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Düngerform, Ausbringhäufigkeit bzw. Behandlung, Versuchsjahr sowie die Wechselwirkungen; bei der Auswertung der 3 Schnitzeitpunkte bildete der Termin einen weiteren Faktor, als random wurden die Wiederholung und die Spalten des Versuche sowie bei der Auswertung der Termine zusätzlich noch die Wechselwirkung der beiden angenommen ) auf einem Signifikanzniveau von  $p \leq 0,05$ .

Bei der Darstellung der Ergebnisse werden als Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung ( $s_e$ ) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

## 5 Ergebnis und Diskussion

### 5.1 Wetter

Da die nächstgelegene offizielle Wetterstation Oberzeiring vor Versuchsbeginn geschlossen wurde, und die weitere Station Oberwölz bereits im benachbarten, niederschlagsärmeren Murtal liegt, errichteten wir am Versuchsstandort die Wetterstation Möderbrugg. Die Niederschlags- und Temperaturverteilung für den Versuchsstandort von 2009 bis 2011 ist in **Abbildung 3** dargestellt.



**Abbildung 3:** Durchschnittliche Monatstemperaturen (oben) und -niederschläge (unten) der Wetterstation am Versuchsbetrieb von 2009 bis 2011. Temperaturkurve 1971-2000 von der Station Oberzeiring (ZAMG)

### 5.2 Pflanzenbestand

Insgesamt wurden auf 60 Versuchspartellen 71 höhere Pflanzenarten gefunden, davon 49 Wiesenarten und 22 ruderalen Spezies. Mindestens traten 19, maximal 30 Arten je Parzelle auf. Hinsichtlich Wirtschaftsdüngerart ergaben sich nur wenige signifikante Unterschiede bei den Wiesenpflanzen. Die

Mehrzahl der häufigen Arten zeigte jedoch eine Präferenz für eine bestimmte Nutzungsintensität (**Tab. 3, Abb. 4**).

**Tabelle 3:** Liste der im Versuch häufigen Wiesenarten mit signifikant ( $p < 0,05$ ) höherer Deckung bei einer bestimmten Schnitthäufigkeit und Düngerart nach 3 Jahren unterschiedlicher Nutzung (Aufnahme Juni 2012)

2 Nutzungen	3 Nutzungen	4 Nutzungen	Gülledüngung	Mistdüngung	Kein Unterschied
<b>Gräser</b>					
Wiesenrispe „Ökotyp“	Wiesenrispe „Ökotyp“	Englisches Raygras	Englisches Raygras	Wiesenschwingel	Knautgras
	Wiesenschwingel	Gemeine Rispe			Goldhafer*
<b>Leguminosen</b>					
Wiesen-Rotklee				Wiesen-Rotklee	Kriech-Weißklee <sup>o</sup>
<b>Kräuter</b>					
Schafgarbe	Schafgarbe	Gundelrebe		Gundelrebe	Sauerampfer
Wiesen-Pippau	Berg-Frauenmantel	Wiesen-Kümmel			Scharfer Hahnenfuß
					Wiesen-Löwenzahn

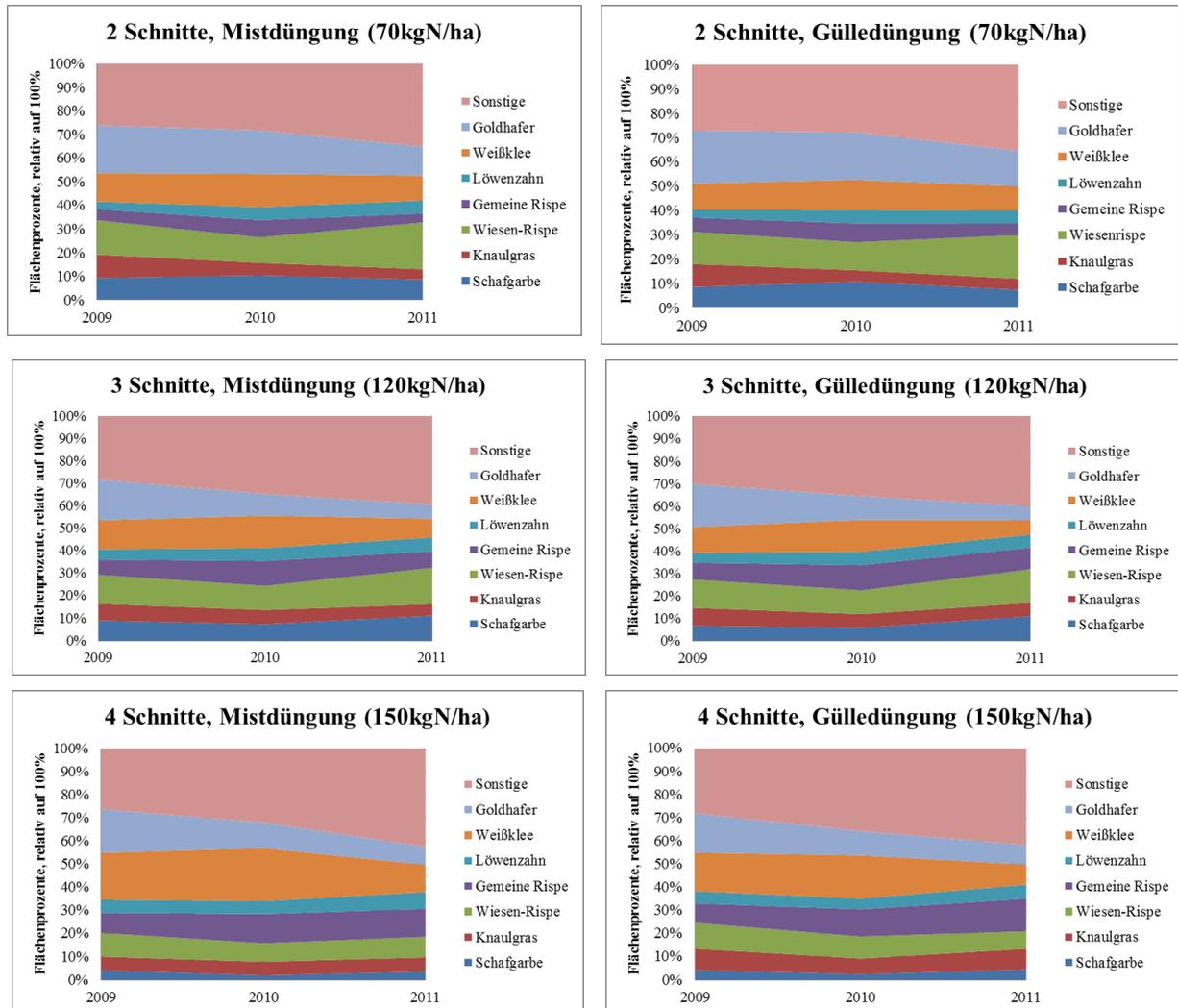
\*bei Betrachtung aller 3 Jahre Präferenz für 2 Nutzungen

<sup>o</sup>bei Betrachtung aller 3 Jahre Präferenz für 4 Nutzungen und Mistdüngung

In **Abbildung 4** ist die Entwicklung der relativen Deckungsanteile wichtiger Bestandesbildner bei den beiden Nutzungsvarianten 2 und 3 Schnitte dargestellt. Dabei ist die starke Abnahme des anfänglich stark vorhandenen Goldhafers in allen Varianten gut sichtbar. Bis 2011 war die Abnahme dieser Leitart der montanen Wiesen in den 4-Schnitt-Varianten signifikant höher (Angeringer *et al.* 2011, 2013), jedoch nicht im ersten Aufwuchs 2012. Ähnlich verhält sich auch der Weißklee, der im Frühjahr keinen Unterschied zwischen den Varianten zeigt, jedoch in den 4-Schnittvarianten vor allem in den letzten beiden Schnitten an Deckung gewinnt. Das Englische Raygras ist in dieser Höhenlage an seiner Randverbreitung, kann sich jedoch bei Gülledüngung und steigender Nutzungsfrequenz, wenn auch in begrenztem Ausmaß, stärker etablieren. Überraschenderweise nimmt die Deckung der Wiesenrispe mit steigender Nutzung stark ab. Die Kräuter nehmen zu, bedingt durch die Frühjahrstrockenheiten in den letzten beiden Versuchsjahren bis 2011, wobei hier besonders die Schafgarbe und der Wiesenpippau hervortreten.

Die untersuchten Wiesen weisen mit durchschnittlich 25 Arten je 4 m<sup>2</sup> einen gut ausgestatteten Pool auf, Böhner *et al.* 2000 fanden 43 Arten auf 50m<sup>2</sup>. Diese Vielzahl an Arten und deren Konkurrenzkampf untereinander in der Mischkultur Dauerwiese ist die Voraussetzung dafür, dass in der Praxis häufig rasche Änderungen im Pflanzenbestand beobachtet werden. Oft ist es schwierig die Ursache für das Ausbreiten oder Verschwinden einer Art nachzuvollziehen, da neben den Bewirtschaftungsmaßnahmen auch Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse entscheidend für Artenzusammensetzung und Wuchs sind. Im Versuch konnte ein Einfluss der Nutzungsintensität bereits nach 2 Jahren festgestellt werden (**Tab. 3, Abb. 4**). Überraschend war dabei der Rückgang der Wiesenrispe mit steigender Nut-

zung, da diese Art der wichtigste Narbenbildner mit Ausläufern im intensiven Grünland ist (Dietl *et al.* 1998). Der Rückgang der Wiesenrispe bei zunehmender Intensivierung muss auf den am Versuchsstandort angestammten Ökotyp (*Poa pratensis* agg. Inklusiv der Schmalblättrigen Wiesenrispe *P. angustifolia*) zurückgeführt werden.



**Abbildung 4:** Flächendiagramme mit Verlaufskurven einzelner Arten und Artengruppen von 2009 bis 2011 (Horstgräser: Knaulgras, Timothe, Wiesenschwingel, Honiggras; Horstkräuter: Wiesen-Kümmel, Scharf-Hahnenfuß, Wiesen-Löwenzahn, Wiesen-Pippau, Sauerampfer; Ausläuferkräuter: Schafgarbe, Gundermann, Gemeines Hornkraut)

Ähnlich verhält sich die ebenfalls Ausläufer bildende Schafgarbe. Diese Art profitierte außerdem von der Frühjahrstrockenheit 2010 und 2011. Die unbeliebte Gemeine Rispe breitet sich mit verfilzenden oberirdischen Legtrieben nach dem ersten Schnitt im intensiven Grünland stark aus. Dieser Trend war bereits nach 2 Jahren mit 4 Nutzungen nachweisbar. Der Goldhafer hat auf der anderen Seite bereits nach 2 Jahren mit steigender Intensität abgenommen (Angeringer *et al.* 2011). Im Frühjahr 2012 war der Unterschied weniger deutlich, ein Beweis für die hohe Jahres-Fluktuation dieser Leitart der montanen Wirtschaftswiesen. Als lockerrasiges Horstgras bildet der Goldhafer zu jedem Schnitt Blühtriebe aus (Kutschera *et al.* 1882) und ist demnach nicht eine Versammlung zum 1. Schnitt angewiesen.

### 5.3 Bodenparameter

Der Humusgehalt, ausgedrückt in Prozent Kohlenstoff („total organic carbon (TOC)“), ist für Grünland typisch als hoch einzustufen. Hier liegt die gut versorgte Hauswiese (7-8%) einen Prozentpunkt über dem Anger (6-7%). Der Abstand zwischen den Standorten blieb auch zu Versuchsende konstant, allerdings verringerte sich der Humusgehalt um einen Prozentpunkt bei allen Varianten auf beiden Standorten (**Tab. 5**). Die Mistdüngung hatte einen signifikanten Einfluss auf den Bodenumusgehalt, mit einem geringen Unterschied zu Gülledüngung von 0,3%. Die Schnitanzahl hatte hingegen keinen Einfluss. Dieselbe Entwicklung gibt es beim Gesamtstickstoffgehalt ( $N_t$ ), der ebenfalls bei den Mistvarianten in geringem Maß ansteigt. Das C/N-Verhältnis als Maßzahl für die Humusqualität, verengt sich bei Nutzungsintensivierung, ein Indiz für die raschere Nährstoffumsetzung im Boden (**Tab. 4**).

**Tabelle 4:** Entwicklung Bodenparameter von 2009 auf 2012 in Abhängigkeit von der Behandlung (*ProcMixed*,  $n=10$ ,  $\alpha=0,05$ )

Parameter	Wirtschaftsdüngerart				Nutzungen/Jahr						
	Gülle LSM	Mist LSM	SEM	<i>p</i>	2 LSM	3 LSM	4 LSM	SEM	<i>p</i>	<i>s<sub>e</sub></i>	
pH	5,9	5,9	0,058	0,6223	5,8 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	0,060	0,2484	0,16	
P mg/kg	46	52	1,926	<b>0,0102</b>	48 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	2,222	0,2311	11,57	
K mg/kg	174	221	21,79	<b>&lt;0,0001</b>	192 <sup>a</sup>	198 <sup>a</sup>	203 <sup>a</sup>	22,475	0,6958	56,19	
Humus %	7,2	7,5	0,226	<b>0,0185</b>	7,4 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>	7,2 <sup>a</sup>	0,234	0,2445	0,65	
$N_t$	0,41	0,42	0,013	<b>0,0333</b>	0,41 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,014	0,2821	0,03	
$C_{org}/N_t$	10,3	10,4	0,053	0,1221	10,5 <sup>a</sup>	10,3 <sup>ab</sup>	10,2 <sup>b</sup>	0,065	<b>0,0068</b>	0,41	
mZ_Quant	5,46	5,37	0,046	<b>0,0121</b>	5,3 <sup>c</sup>	5,4 <sup>b</sup>	5,6 <sup>a</sup>	0,049	<b>&lt;0,0001</b>	0,16	

**Tabelle 5:** Entwicklung Bodenparameter je Standort 2009 und 2012 deskriptiv ( $\square$ , ( $s^2$ ),  $n=30$ ), sowie in Abhängigkeit des Jahreseinflusses (*ProcMixed*,  $n=30$ ,  $\alpha=0,05$ ). Gehaltsstufen bei P und K: B=niedrig, C=ausreichend, D=hoch (BMLFUW 2006)

Bodenparameter	Hauswiese		Anger		<i>p</i> (Jahr)
	2009	2012	2009	2012	
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,9 (0,17)	6 (0,21)	5,7 (0,15)	5,8 (0,16)	<b>0,0035</b>
P (mg/kg)	71, D (17)	57, C (11)	36, B (8)	31, B (8)	<b>&lt;0,0001</b>
K (mg/kg)	271, D (68)	264, D (105)	133, C (41)	122, C (49)	0,4013
Humus (%)	8,3 (0,9)	7,4 (0,7)	7,4 (0,6)	6,3 (0,4)	<b>&lt;0,0001</b>
$N_t$ (%)	0,44 (0,05)	0,43 (0,04)	0,4 (0,03)	0,39 (0,02)	0,2077
$C_{org}/N_t$	11,1 (0,4)	10 (0,5)	10,8 (0,4)	9,4 (0,3)	<b>&lt;0,0001</b>
N_mZ	5,6 (0,2)	5,5 (0,4)	5,3 (0,1)	5,2 (0,3)	<b>0,0032</b>

Bohner et. al. (2007) geben im Mittel für Goldhaferwiesen 5,7% und für Glatthaferwiesen 6,7%  $C_{org}$  an. Capriel & Seifert (2009) fanden im Mittel des Wirtschaftsgrünlandes 6,2%, Voigtländer & Jacob (1987) geben für lehmige Sandböden unter Dauergrünland 7,5%  $C_{org}$  an. Die Vergleichbarkeit der einzelnen Humus- und Kohlenstoffangaben ist in absoluten Zahlen dabei nur eingeschränkt gegeben, da unterschiedliche analytische und Erhebungsmethoden angewendet werden. Erstere konnten keine globalen Veränderungen im Humusgehalt über 20 Jahre auf den bayerischen Boden-Dauerbeobachtungsflächen feststellen, wohl aber Hinweise auf eine Abnahme des Humusgehaltes auf einigen Standorten, dass mit einer Abnahme des Viehbesatzes und Reduktion des anfallenden Wirtschaftsdüngers in Verbindung gebracht wird.

Neudorfer & Buchgraber (2003) fanden auf einem *Poo-Trisetetum* über Braunlehm 8-10,5% Humus, wobei die Wirtschaftsdüngervarianten nach 32 Versuchsjahren höhere Humusgehalte hatten als die rein mineralisch gedüngten Parzellen. Im Dauerversuch Rothamsted verdreifachte sich der Gehalt an  $C_{org}$  bei Stallmistdüngung von 1852 bis 1988 (Blume et al. 2010).

Da davon ausgegangen wurde, dass die gebundenen Nährstoffe in Rottemist erst langsam freiwerden, wurde die Erstdüngung bereits im Herbst 2008 durchgeführt. Die N, P, K- Entzüge konnten jedoch aufgrund der hohen Erntemengen bei empfohlenen Düngemengen über die Wirtschaftsdünger alleine nicht ausgeglichen werden, wodurch die Bilanzen für die Hauptnährstoffe Stickstoff und Kalium stark negativ, und für Phosphor leicht negativ sind. Wie **Tabelle 6** zeigt, hat die Nutzungsintensität auf die Nährstoffbilanz (Düngereintrag – Ernteentzug ohne Verluste) von allen 3 Hauptnährstoffen einen signifikanten Einfluss. Bei Gülledüngung ist die Bilanz aufgrund höherer Erträge im Schnitt stärker negativ als bei Rottemist.

**Tabelle 6:** Entwicklung der Nährstoffbilanz (Düngereintrag – Ernteentzug ohne Verluste) der Hauptnährstoffe N, P, K von 2009 auf 2012 je Variante und Jahres-Wechselwirkungen, (*ProcMixed*, n=10,  $\alpha=0,05$ )

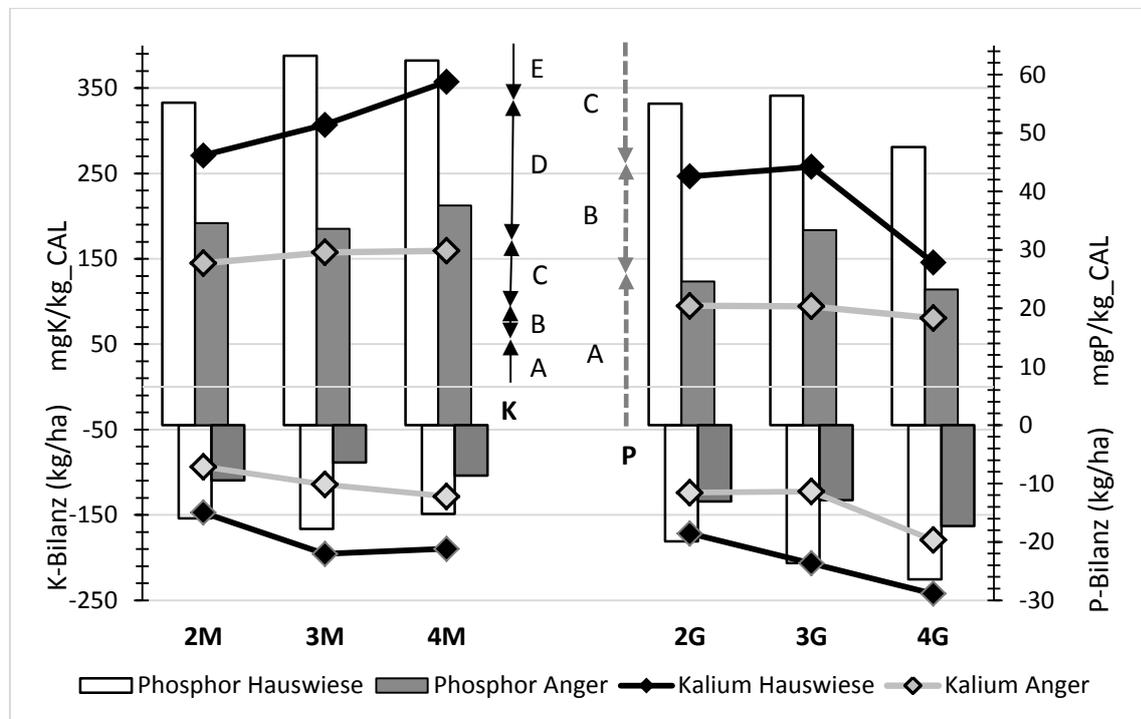
Bilanz	Behandlung							Dünger* Jahr	Schnitte* Jahr	$S_e$		
	2M	2G	3M	3G	4M	4G	SEM					
	LSM	LSM	LSM	LSM	LSM	LSM	SEM	p	p	p		
N	kg/ha	-119	-129	-136	-135	-170	-212	9	<b>0,0154</b>	<b>0,0258</b>	<b>0,0009</b>	37
P	kg/ha	-13	-17	-12	-18	-12	-22	1	<b>0,0157</b>	0,2018	<b>0,0318</b>	5
K	kg/ha	-121	-147	-154	-163	-159	-214	9	<b>0,0156</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,0276</b>	43

Der N-Entzug bei 4 Schnitten und Gülledüngung liegt nach 2 Versuchsjahren um 100kgN/ha höher als bei traditioneller Nutzung (**Tab. 6**), dieselbe Beobachtung machten Thomet et al. (1989) auf höher gelegenen Goldhaferwiesen in der Schweiz bei vergleichbarer Intensivierung (Vorverlegung des 1. Schnittes um 4 Wochen). Der N-Entzug liegt in unserem Versuch zwischen 119 und 212kg/ha, beim Schweizer Düngeversuch zwischen 130 (2 Schnitte) und 168kgN/ha (4 Schnitte). Zumindest ein Teil des Stickstoffbedarfes kann über die Knöllchenbakterien der Leguminosen ausgeglichen werden, KAHNT (2008) gibt jährliche N-Fixierleistungen von reinen Weißkleebeständen zwischen 220 bis 530kg/ha an. Die Stickstoff-Nettomineralisation in Böden unter Berg-Goldhaferwiesen (*Trisetetum*) liegt ungedüngt bei 60, mit Düngung über 150kgN/ha (Dierschke & Briemle 2002). Da die Erträge beim Möderbrugg-Versuch während des Versuchszeitraumes ansteigen, wurden die fehlenden Nährstoffe aus dem Boden nachgeliefert. Neudorfer & Buchgraber (2003) erzielten bei einer 32-jährigen N-Aushagerung auf einem *Poo-Trisetetum* des Alpenvorlandes und 3 Nutzungen noch 8,5 t TM/ha mit mineralischer PK-Ergänzung und bei 2 Nutzungen 6 t TM/ha ohne Düngung. Den hohen Ertrag führen sie auf den N-Ausgleich aus dem Leguminosen-Ertragsanteil von 23% zurück.

Der Ausgangsgehalt an Phosphor kann als „ausreichend bis hoch“ in der Hauswiese und „niedrig“ beim Anger angenommen werden. **Abbildung 5** zeigt die Phosphor und Kaliumgehalt zu Versuchsende in Abhängigkeit der Behandlung an, und stellt diese zusammen mit den Bilanzen (Düngung-Ertrag) Gehaltsstufen dar. Der Phosphorgehalt im Boden nimmt im Versuchszeitraum generell ab (**Tab. 3**), bei den Güllevarianten stärker als bei Mistdüngung (**Tab. 4**). Zur stärksten Abnahme des Kaliumgehaltes führt die Gülledüngung (**Tab. 4**). Besonders deutlich ist die Abnahme der Phosphor- und Kaliumgehalte in den 4-Schnitt-Güllevarianten der Hauswiese, hier sind die Nährstoffausträge am Größten (**Abb. 5**). Die Anzahl der Schnitte hat hingegen alleine betrachtet keinen direkten Einfluss auf den Nährstoffgehalt im Boden (**Tab. 3**).

Nach Bohner & Sobotik (2000) sind die Goldhaferwiesen des angrenzenden Ennstales größtenteils niedrig mit Phosphor und ausreichend mit Kalium versorgt. Im Mittel fanden sich 38 mg/kg P und 97

mg/kg K auf 30 verschiedenen Standorten (Bohner et. al. 2007). Der Phosphor-Gehalt im Oberboden von Wirtschaftsgrünland zählt zu den besten Bodenindikatoren für die Bewirtschaftungsintensität und Bodenfruchtbarkeit, wobei artenreiche Grünlandgesellschaften einen P-Gehalt von <25 mg/kg P aufweisen (Bohner 2005). Janssens et.al. (1998) fanden einen Zusammenhang zwischen niedrigem Phosphorgehalt und hoher Artenvielfalt im Dauergrünland Westeuropas.



**Abbildung 5:** Bodengehalte Kalium und Phosphor (mg/kg\_CAL) in Abhängigkeit von Standort und Behandlung (2, 3, 4 Schnitte/Jahr; M=Mist, G=Gülle; □, n=5) zu Versuchsende 2012; Gespiegelt <0: K, P-Bilanz (Düngung-Ernte in kg/ha, □ 09-11, n=15). Vertikale Pfeile stellen Gehaltsstufen der Düngempfehlungen für Kalium (links, schwarz) und Phosphor (rechts, grau unterbrochen) dar: A=sehr niedrig, B=niedrig, C=ausreichend, D=hoch, E=sehr hoch (BMLFUW 2006)

#### 5.4 Erträge und Inhaltstoffe

Der Ertrag war bei 4 Schnitten im Jahr und 150 kg N/ha am höchsten, wobei die niedrige Schnittintensität mit Herbstweide an diesen Trockenmasseertrag heranreichte. Außerdem brachte die besser mit P und K versorgte Hauswiese etwa 2000kgTM Ertrag mehr im Jahr, Energie- und Rohproteingehalte unterschieden sich nicht. Die Qualität des Erntegutes hinsichtlich Rohprotein- und Energiegehalt nahm mit steigender Intensität signifikant zu. Güllendüngung hatte zwar einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag, jedoch nicht auf den Gehalt an Eiweiß und Energie (**Tab. 7**).

Sowohl die Nutzungsintensität als auch die Wirtschaftsdüngerart hatten einen signifikanten Einfluss auf Trockenmasse- und Qualitätserträge. Bei früher und somit oftmaliger Nutzung steigen Energiegehalt, Gehalte von Rohprotein, Phosphor und Kalium je kg Trockenmasse. Im Gegenzug verringern sich die Rohfasergehalte des früher genutzten, blattreicheren jüngeren Bestandes (**Tab. 7**). Die Phosphorgehalte liegen fast immer innerhalb der gewünschten Bedarfsgrenzen für Rinder zwischen 3,5 und 4 g P/kg TM, während Kalium bei 3 und 4 Nutzungen im Jahr an die Obergrenze von 30g K/kg TM gelangt (Kirchgeßner et al. 2011).

**Tabelle 7:** Entwicklung von Ertrag und wichtiger Inhaltsstoffe von 2009 auf 2011 in Abhängigkeit von Nutzungshäufigkeit und Düngerart (*ProcMixed*, n=10,  $\alpha=0,05$ ). 2-Nutzungsvarianten inkl. Herbstaufwuchs

Parameter	Einheit	Nutzungsintensität				Wirtschaftsdüngerart				$s_e$	
		2 LSM	3 LSM	4 LSM	SEM	Mist LSM	Gülle LSM	SEM	p		
TM-Ertrag	kg/ha	12321 <sup>a</sup>	11589 <sup>b</sup>	12681 <sup>a</sup>	262	<b>0,0014</b>	11898	12497	230	<b>0,0155</b>	1514
XP-Ertrag	kg/ha	1511 <sup>c</sup>	1681 <sup>b</sup>	2158 <sup>a</sup>	47	<b>&lt;0,0001</b>	1723	1844	42	<b>0,0029</b>	242
XP	g/kg TM	137 <sup>c</sup>	150 <sup>b</sup>	174 <sup>a</sup>	1,3	<b>&lt;0,0001</b>	153	154	1,1	0,4940	7,7
NEL-Ertrag	MJ/ha	63875 <sup>b</sup>	67128 <sup>b</sup>	76585 <sup>a</sup>	1572	<b>&lt;0,0001</b>	67689	70703	1381	<b>0,0371</b>	8804
NEL	MJ/kg TM	5,69 <sup>c</sup>	5,81 <sup>b</sup>	6,01 <sup>a</sup>	0,01	<b>&lt;0,0001</b>	5,85	5,82	0,01	<b>0,0485</b>	0,11
XF	g/kg TM	268 <sup>b</sup>	260 <sup>b</sup>	240 <sup>a</sup>	1,2	<b>&lt;0,0001</b>	255	257	1,0	<b>0,0293</b>	8,3
XA	g/kg TM	98 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	0,5	0,1386	99	99	0,4	0,5037	3,5
P	g/kg TM	3,4 <sup>c</sup>	3,9 <sup>b</sup>	4,1 <sup>a</sup>	0,04	<b>&lt;0,0001</b>	3,8	3,8	0,04	0,1589	0,20
K	g/kg TM	23,8 <sup>a</sup>	29,0 <sup>b</sup>	29,7 <sup>b</sup>	0,29	<b>&lt;0,0001</b>	27,6	27,4	0,26	0,4460	1,46

Die Güllevarianten führten zu generell höheren Trockenmasse-Erträgen und zu einem Mehrertrag an Eiweiß und Energie je Hektar. Keinen Unterschied gab es hingegen im Eiweiß- und Mineralstoffgehalt, während die Mistvarianten einen etwas höheren Energiegehalt sowie niedrigeren Rohfasergehalt aufwiesen (**Tab. 7**).

**Tabelle 8** zeigt den Standorts- und Jahreseinfluss auf die Ertragsparameter. Die besser mit Nährstoffen grundversorgte Hauswiese hatte auch eine höhere Ertragsleistung, sowie mehr Phosphor und Kalium im Grundfutter. Kein Unterschied bestand im Gehalt an Rohprotein und Energie zwischen den beiden Standorten, durch den Mehrertrag liefert die Hauswiese allerdings mehr Eiweiß und Energie je Hektar. Zudem war der Rohfasergehalt am wüchsigeren Standort höher. Das Jahr hatte auf alle Biomasse-Parameter einen signifikanten Einfluss. 2010 war der Qualitätsertrag an Eiweiß und Energie am höchsten, die geerntete Trockenmasse stieg von 2009 auf 2011 kontinuierlich an.

**Tabelle 8:** Entwicklung von Ertrag und wichtiger Inhaltsstoffe von 2009 auf 2011 in Abhängigkeit von Standort und Jahr (*ProcMixed*, n=10,  $\alpha=0,05$ )

Parameter	Einheit	Hauswiese	Anger		p	2009	2010	2011	SEM	p	$s_e$
		LSM	LSM	SEM		LSM	LSM	LSM			
TM-Ertrag	kg/ha	13204	11190	225	<b>&lt;0,0001</b>	11411	12362	12819	251	<b>&lt;0,0001</b>	1514
XP-Ertrag	kg/ha	1921	1645	41	<b>&lt;0,0001</b>	1477	2079	1794	45	<b>&lt;0,0001</b>	242
XP	g/kg TM	153	155	1,1	0,0553	142	173	146	1,2	<b>&lt;0,0001</b>	7,7
NEL-Ertrag	MJ/ha	74902	63489	1351	<b>&lt;0,0001</b>	58774	74839	73974	1502	<b>&lt;0,0001</b>	8804
NEL	MJ/kg TM	5,83	5,85	0,01	0,1025	5,67	6,10	5,74	0,01	<b>&lt;0,0001</b>	0,11
XF	g/kg TM	258	254	1,0	<b>0,0033</b>	275	243	249	1,1	<b>&lt;0,0001</b>	8,3
XA	g/kg TM	98	99	0,4	0,3141	97	97	102	0,5	<b>&lt;0,0001</b>	3,5
P	g/kg TM	3,9	3,7	0,04	<b>&lt;0,0001</b>	4,1	3,8	3,4	0,04	<b>&lt;0,0001</b>	0,20
K	g/kg TM	28,2	26,8	0,25	<b>&lt;0,0001</b>	28,7	28,4	25,4	0,27	<b>&lt;0,0001</b>	1,46

Gülledüngung führte erwartungsgemäß zu signifikant höheren Erträgen im Vergleich zu Rottemist, nicht aber zu einer Ausbildung der typischen Gülleflora (Kutschera 1968, Klapp 1971) mit hochaufwachsenden Kräutern wie Stumpfblatt-Ampfer oder Wiesen-Bärenklau. Dies ist auf die sachgerechte Zufuhr der Gülle zu jedem Schnitt in geringen Gaben („komm oft, bring wenig“) zurückzuführen (Bohner *et.al* 2011). Die Mistdüngung ist in dieser Hinsicht schwieriger, da die Ausbringungszeit-

punkte auf Herbst und Frühjahr beschränkt sind, um Rückstände im Erntegut zu vermeiden. Die Leguminosen können sich aufgrund der Möglichkeit der N-Fixierung bei Mistdüngung besser etablieren (**Tab. 3**). Eine Herbsterte nach 2 Nutzungen brachte hohe Erträge, allerdings mit niedrigerer Qualität. Erwartungsgemäß führte ein früher Schnitt über die jüngeren Pflanzen zu höheren Eiweiß- und Energiegehalten, allerdings unabhängig von der Düngerart (**Tab. 7**), ein Beleg für den geringen Einfluss der Art des Wirtschaftsdüngers auf die Artenzusammensetzung im Grünland.

## 6 Schlussfolgerungen

Im Grünland-Intensivierungsversuch Möderbrugg konnten bereits nach 3 Jahren signifikante Änderungen der wichtigen Bodenparameter Humus (TOC),  $C_{\text{org}}/N_{\text{t}}$ -Verhältnis, Phosphor (CAL) und Kaliumgehalt (CAL) aufgrund der Wirtschaftsdüngerart nachgewiesen werden. Nur der Boden-pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) blieb nach 3 Jahren Gülledüngung im Vergleich zu Mistdüngung konstant.

Die Mistdüngung führt dabei zu höheren Humusgehalten, mehr Phosphor und Kalium im Boden sowie einem weiteren C/N-Verhältnis. Umgekehrt führt die Gülledüngung zu einer rascheren Nährstoffumsetzung im Boden und zu höheren Erträgen. Dies macht sich auch im Pflanzenbestand bemerkbar, jene Arten, die nährstoffreichere Standorte bevorzugen, erreichen bei Gülledüngung und häufigerem Schnitt höhere Deckungswerte. Der Pflanzenbestand sowie das C/N-Verhältnis reagieren im Gegensatz zu den Bodenkennwerten stärker auf die Erhöhung der Schnitzzahl und Vorverlegung der ersten Mahd. Durch die hohen Bruttoerträge kommt es bei Phosphor zu leichten, bei Stickstoff und Kalium zu hohen Entzügen, welche mit zunehmender Intensität ansteigen. Die Entzüge werden zwar durch eine generelle Abnahme an Phosphor- und Kaliumgehalt im Boden zu Versuchsende sichtbar, die Schnitzzahl hat hingegen hier noch keinen Einfluss. Die Erträge steigen sogar innerhalb von 3 Jahren in allen Varianten an, während sich der Pflanzenbestand bereits an die intensivere Bewirtschaftung anpasst, durch Zunahme der Nährstoffzeigerarten.

Durch die Beurteilung des Pflanzenbestandes können Bewirtschaftungsänderungen, vor allem hinsichtlich Gülledüngung und Vorverlegung des ersten Schnittes bald festgestellt werden. Die Bodenparameter Phosphor, Kalium und Humusgehalt geben zudem einen guten Überblick über die Ertragsleistung des Bestandes und Nährstoffnachlieferungsvermögen aus dem Boden. Beide Merkmale, sowohl Pflanzenbestand als auch Bodenparameter, verändern sich rascher als die Ertragsdaten. Sie sollten also in der Praxis im Auge behalten werden, denn starke Nährstoffentzüge können über eine längere Zeitspanne (mind. 3 Jahre) aus dem Bodenvorrat ausgeglichen werden.

Der *on-farm* Feldversuch konnte unter praxisnahen Bedingungen zeigen, dass eine Nutzungsintensivierung sehr rasch zu einer Änderung der Artenzusammensetzung montaner Wiesen führt. Zwar nehmen die Rohprotein und Energiegehalte aufgrund der früheren Nutzung zu, andererseits breiten sich auch unerwünschte Arten wie Gemeine Risppe zulasten der wertvollen Wiesenrisppe aus. Wertvolle intensivierbare Arten wie Englisches Raygras sind im Berggebiet an der Grenze ihrer Höhenverbreitung und müssten zusätzlich gesät werden. Bei angepasster Wirtschaftsdüngermenge und Gabe zu jedem Schnitt, ist keine Änderung im Pflanzenbestand aufgrund von Gülle oder Rottemist zu erwarten. Gülle kann jedoch zu höheren Erträgen führen, da sie bedarfsgerecht zugeteilt werden kann. Um die Goldhaferwiesen in ihrer stabilen Artenzusammensetzung zu erhalten, sind die traditionelle 3-malige Nutzung im Jahr mit 2 Schnitten und Nachweide oder 3 Schnitten beizubehalten. Wird hingegen eine Intensivierung der Nutzung angestrebt, müssen intensivierbare Grassorten von Wiesenrisppe, Englisch-Raygras und Knautgras regelmäßig eingesät werden, um die Grasnarbe zu erhalten.

## 7 Literaturverzeichnis

- Angeringer, W. (2007): Vegetationsentwicklung auf unterschiedlich bewirtschafteten Wiesen des Lainzer Tiergartens in den Jahren von 1999 bis 2006 - eine statistische und ökomorphologische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Fettwiesen. Diplomarbeit, Institut für Botanik, Universität für Bodenkultur Wien
- Angeringer, W., Starz, W., Pfister, R. & G. Karrer (2011): Vegetation change of mountainous hay meadows to intensified management regime in organic farming. In: Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions: Grassland Science in Europe, Vol. 16, AREC Raumberg-Gumpenstein, 632 S.
- Angeringer, W., Starz, W., Pfister, R., Rohrer, H. & G. Karrer (2013): Wirkung verschiedener Nutzungsintensitäten auf montane Goldhaferwiesen im Biolandbau. In: D. Neuhoff, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm & U. Köpke (Hrsg.) (2013): Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5. - 8. März 2013: 172-175.
- Billetter, R., Liira, J., Bailey, D. et. al. (2008): Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. Journal of Applied Ecology 45: 141-150, British Ecological Society
- Blume, H-P., Brümmer, G.W., Schwertmann, U. et al. (2010): Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde (16. A.). Spektrum Verl. Heidelberg 569pp.
- Brunner, W., (2002): St. Oswald-Möderbrugg. Band 1: Eine Gemeinde und ihre Geschichte. Eigenverlag Gem. St. Oswald-M. 743pp.
- Bohner, A. (2005): Soil chemical properties as indicators of plant species richness in plant communities. Grassland Science in Europe 10: 48-51.
- Bohner, A., Angeringer, W. und M. Sobotik, (2011): Ist die Gülleflora heute noch ein Problem? In: Elsässer et. al. (Hrsg.): Gülle11: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland, Tagungsband 17.-18.10.2011, LAZBW 218 – 221.
- Bohner, A., Grims, F. & M. Sobotik (2007): Die Rotschwengel-Straußgraswiesen im Mittleren Steirischen Ennstal – Ökologie, Soziologie und Naturschutz. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 136: 113-134.
- Bohner, A. & Sobotik, M. (2000): Das Wirtschaftsgrünland im Mittleren Steirischen Ennstal aus vegetationsökologischer Sicht. In: MAB-Forschungsbericht: Landschaft und Landwirtschaft im Wandel. Akademie der Wissenschaften. 22-23.09.2000, Wien
- Buchgraber, K. & G. Gindl (2004): Zeitgemässe Grünlandbewirtschaftung (2. A.). Leopold Stocker Verlag Graz 192pp.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, BMLFUW (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6.A.), Wien 79pp.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, BMLFUW (2009): Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 2009 (Grüner Bericht), Wien
- Capriel, P. & D. Seifert (2009): 20 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Bayern 3: Entwicklung der Humusgehalte zwischen 1986 und 2007. Schriftenr. d. Bayr. Landesanst. f. LW. 10/2009, 48pp.
- Dietl, W., Lehmann, J. und M. Jorquera (1998): Wiesengräser. LMZ Zollikofen, 190 S.
- Dierschke, H. & G. Briemle (2002): Kulturgrasland - Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Reihe Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 260p.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen (5A). Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart
- Gruber, L., A. Steinwidder, T. Guggenberger und G. Wiedner (1997): Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wieder-

- käuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. A).
- Janssens, F., Peeters, A., Tallowin, J.R.B., Bakker, J.P., Bekker, R.M., Fillat, F. & Oomes, M.J.M. (1998): Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* 202: 69-70.
- Kirchgeßner, M., Roth F.X., Schwarz, F.J. & G.I. Stangl (2011): Tierernährung. (13. A.). DLG-Verlag Frankfurt, 648pp.
- Klapp, E. (1954): Wiesen und Weiden (2.A.). Verlag Paul Parey Berlin 519pp.
- Klapp, E. (1971): Wiesen und Weiden. 4.A., Parey Verlag, 620 S.
- Kutschera, L., (1968): Veränderungen von Grünlandbeständen durch die Gülledüngung und Vermeidung der Verunkrautung. Bericht über die 5. Arbeitstagung „Fragen der Gülle- rei“, BAL Gumpenstein, 49-82.
- Kutschera, L., Lictenegger, E. und M. Sobotik (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band1: Monocotyledonae. G. Fischer Verlag Stuttgart 520 S.
- Kutschera, L. & M. Sobotik (1985): Gülleflora – Unterschiede durch Klima und Boden. Nutzanwendung der Pflanzensoziologie in der Praxis. Bericht über die 7. Arbeitstagung “Fragen der Güllerei”, BAL Gumpenstein, S. 79-119.
- Liira, J., Schmidt, T., Tsipe, A. et. al. (2008): Plant functional group composition and large scale species richness in European agricultural landscapes. *Journal of Vegetation Science* 19: 3-14, IAVS, Opulus Press Uppsala
- Neudorfer, E. & K. Buchgraber (2003): Langzeitwirkung und Beurteilung der Düngung von Dauergrünland in den Nördlichen Voralpen. Veröff. d. BAL Gumpenstein 38, Irnding, 121pp.
- Pakeman, R.J. & Quested, H.M. (2007): Sampling plant functional traits: What proportion of the species need to be measured? *Applied Vegetation Science* 10: 91-96, IAVS; Opulus Press Uppsala
- Rasch, D., Verdooren, L.R. & J.I. Gowers (1999): Grundlagen der Planung und Auswertung von Versuchen und Erhebungen (Deutsch und Englisch). R. Oldenbourg Verlag München Wien.
- Schechtner, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels "Flächenprozent-schätzung. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 105: 33-43, Blackwell Publishing.
- Stampfli, A. & Zeiter, M. (2001): Species responses to climatic variation and land use change in grasslands of Southern Switzerland. In: *Burga, C.A. & Kratochwil, A. (eds.) Bio-monitoring. General and applied aspects and global scales.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Thomet, P., Elmer, R & F. Zweifel (1989): Einfluss der Stickstoffdüngung und des Schnittre-gimes auf Pflanzenbestand und Ertrag von Naturwiesen höherer Lagen. *Landwirt-schaft Schweiz*, Bd. 2: 67-75.
- Voigtländer, G. & H. Jacob (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer Stuttgart 480pp.