

Pflanzliche Biodiversität in Heuwiesen der Heumilchregion Neumarkt in der Steiermark



Masterarbeit

Für den Abschluss des individuellen Masterstudiums „Ökologie und Biodiversitätsmanagement mit botanischer Vertiefung“.
Zur Erlangung des akademischen Grades eines Masters
an der Karl-Franzens-Universität Graz

Vorgelegt von Maik Preßnitz

Matrikelnummer 01211567

Am Institut für Pflanzenwissenschaften
Betreuer: Dr.rer.nat. Mag. Magnes Martin

Freiland bei Deutschlandsberg, Juli 2019

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	5
Abstract	6
1) Einleitung	7
1.1) Thema und Inhalte	7
1.1.1) „Heumilch“-Programme in Österreich	8
1.1.2) Fragestellung.....	9
1.2) Geschichte des Graslandes seit der letzten Eiszeit in Europa.....	10
1.3) Geschichte der Landwirtschaft und des Extensivgraslandes	13
1.4) Herkunft von Grünlandpflanzen.....	15
2) Untersuchungsgebiet.....	16
2.1) Heumilchregion Neumarkt in der Steiermark.....	16
2.2) Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen.....	17
2.3) Geologie.....	18
2.4) Böden.....	21
2.5) Klima	21
3) Methodik.....	23
3.1) Auswahl der Aufnahmeflächen	23
3.2) Vegetationsaufnahmen	24
3.3) Auswertung	25
3.3.1) Pflanzensoziologische Auswertung	25
3.3.2) Auswertung Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren.....	26
4) Ergebnisse	29
4.1) Pflanzengesellschaften	29
4.1.1) Angelico-Cirsietum palustris (Sumpf-Distel-Wiesen)	31
4.1.2) Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum (Knollen-Hahnenfuß-Glatthaferwiesen)	32
4.1.3) Poo-Trisetetum flavescens (Rispengras-Goldhaferwiese)	34

4.1.4) Verteilung der Pflanzengesellschaften innerhalb der Hofstellen.....	36
4.2) α -Diversity	39
4.2.1) Faktor Hangneigung.....	39
4.2.2) Faktor Nutzungsintensität	40
4.2.3) Faktor Nachbeweidung.....	42
4.2.4) Faktor Düngungsintensität	43
4.3) β -Diversity.....	47
4.3.1) Faktor Nutzungsintensität	48
4.3.2) Faktor Düngungsintensität	48
4.4) γ -Diversity.....	49
4.4.1) Rote Liste Arten	49
4.4.2) Nahrungspflanzen für Wildbienen.....	50
5) Diskussion.....	53
5.1) Zuordnung der Pflanzengesellschaften und deren Beitrag zum Erhalt der Artenvielfalt in der Region.....	53
5.2) Einfluss der Bewirtschaftungs- und Umweltfaktoren auf die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt.....	56
5.3) Vorschläge zur Förderung des Pflanzenartenreichtums	60
5.4) Ernährungsphysiologische Zusammenhänge	61
6) Schlussfolgerung	64
Danksagung	65
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	66
Anhang.....	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Potentiell natürliche Vegetation Ost-Europas (BOHN et al. 2000).....	12
Abbildung 2: Lage der Vegetationsaufnahmen (Kartenquellen: DATA.GV.AT 2018a, DATA.GV.AT 2018b)	16
Abbildung 3: Geografische Lage des Naturparks Zirbitzkogel-Grebenzen (Quelle: NATURPARK ZIRBITZKOGEL-GREBENZEN 2018).	17
Abbildung 4: Geologie Untersuchungsgebiet (Quelle: WEBER 1997: Metallogenetische Karte von Österreich: 1:500 000.....	19
Abbildung 5: Geologie in der Tal- und Passlandschaft um Neumarkt in der Steiermark (Quelle: AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2018a: Digitaler Atlas der Steiermark: Geologie 1 : 50 000)....	20
Abbildung 6: Klimadaten 2017 und 2018 in Neumarkt in der Steiermark (Quelle: AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2019: Neumarkt/Stmk. Klimadaten).	22
Abbildung 7: Verteilung Assoziationen laut DCA-Analyse.....	30
Abbildung 8: Nährstoffarmer, stark vernässter Flügel des Angelico-Cirsietum palustris (Bauer Schnedl links, Aufnahmedatum: 02.06.2018; Bauer Moser rechts, Aufnahmedatum: 03.06.2018).	31
Abbildung 9: Nährstoffreicherer, wechselfeuchter Flügel des Angelico-Cirsietum palustris (Bauer Pirker, Aufnahmedatum: 11.06.2018).....	32
Abbildung 10: Trockene Magerwiesen (Fam. Sperl, Aufnahmedatum: 10.06.2018).....	33
Abbildung 11: Trockene, steile Magerwiese (Fam. Schnedl, Aufnahmedatum: 02.06.2018).....	33
Abbildung 12: Nährstoffärmerer Flügel des Poo-Trisetum flavescentis (Bauer Eugen, Aufnahmedatum links: 15.06.2017, rechts: 17.08.2017).....	34
Abbildung 13: Nährstoffärmerer Flügel des Poo-Trisetum flavescentis (Bauer Wölfl, Aufnahmedatum: 30.07.2018).	35
Abbildung 14: Nährstoffreicherer Flügel des Poo-Trisetum flavescentis (Bauer Liebchen links, Aufnahmedatum: 03.06.2018; Fam. Sperl rechts, Aufnahmedatum: 10.06.2018).....	35
Abbildung 15: Nährstoffreicherer Flügel des Poo-Trisetum flavescentis (Bauer Kopfmüller, Aufnahmedatum: 30.07.2018).	35
Abbildung 16: Aufteilung der Pflanzengesellschaften innerhalb der Hofstellen.	37
Abbildung 17: Lage der verschiedenen Pflanzengesellschaften (Kartenquellen: DATA.GV.AT 2018a, DATA.GV.AT 2018b).....	38
Abbildung 18: Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen in Beziehung auf die Hangneigung... 39	
Abbildung 19: Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen in Beziehung auf die Hangneigung, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).	39
Abbildung 20: Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).	40
Abbildung 21: Anzahl der Kräuter-Arten der Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	40
Abbildung 22: Anteil der Kräuter-Arten in den Vegetationsaufnahmen (in %) in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	41
Abbildung 23: Artenzahlen der Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	41

Abbildung 24: Deckung der Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen (in %) in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	42
Abbildung 25: Keimlinge in einer Trittspur von Weidevieh (Aufnahmedatum: 15.06.2017).	42
Abbildung 26: Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).	43
Abbildung 27: Anzahl der Kräuterarten der Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	43
Abbildung 28: Anteil der Kräuterarten in den Vegetationsaufnahmen (in %) in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	44
Abbildung 29: Deckung der Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen (in %) in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	44
Abbildung 30: Anzahl der vorkommenden Kryptogamen in den Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	45
Abbildung 31: Keimlinge auf einen Stück Festmist (Aufnahmedatum: 17.06.2017).	45
Abbildung 32: Berechnete z-Werte aller Vegetationsaufnahmen zwischen den einzelnen Plotgrößen.	47
Abbildung 33: Arithmetische Mittelwerte aller berechneter z-Werte aller Vegetationsaufnahmen... ..	47
Abbildung 34: z-Werte bei $1\text{m}^2 \rightarrow 10\text{m}^2$ in Bezug auf die Nutzungsintensität. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	48
Abbildung 35: z-Werte bei $1\text{m}^2 \rightarrow 10\text{m}^2$ in Bezug auf die Düngungsintensität. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).....	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtige Kopfdaten der Vegetationsaufnahmen.....	26
Tabelle 2: Rote-Liste Arten.....	49
Tabelle 3: Bedeutende Kräuter für Wildbienen (Teil 1)	51
Tabelle 4: Bedeutende Kräuter für Wildbienen (Teil 2)	52

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden traditionell bewirtschaftete Heuwiesen, die aktuell für die Milchproduktion genutzt werden, im Raum Neumarkt in der Steiermark vegetationskundlich erfasst und deren naturschutzfachlicher Wert für die Region abgeschätzt. Als weiterer Schwerpunkt sollte geklärt werden, in welcher Weise sich Nutzungs- und Düngungsintensitäten selbst in Gebieten ohne Silageproduktion auf die Artenvielfalt auswirken und welche sonstigen Faktoren die Artenvielfalt am stärksten beeinflussen.

Untersuchungsgegenstand waren Heuwiesen von Bauern, die am österreichischen „Heumilch“-Programm teilnehmen und (bis auf zwei Ausnahmen) den Auflagen der Bio-Marke „Zurück zum Ursprung“ unterliegen. Dabei ist die Heuproduktion (Silage ist verboten) und mindestens 120 Tage Weidegang im Jahr verpflichtend. Mindestens 75 % des Futters muss am eigenen Hof produziert werden und der Anteil des Kraftfutters darf maximal 15 % betragen. Es wurden dabei 61 „nested-plot“ Vegetationsaufnahmen (0,0001 – 10 Quadratmeter Plotgröße) durchgeführt und der Einfluss von drei definierten Nutzungs- und Düngungsintensitätsstufen auf die Artenvielfalt analysiert. Um die Klassifikation zu erleichtern, fügten wir Daten aus einer früheren Arbeit (2005) aus dem Gebiet hinzu. Die Aufnahmen wurden mithilfe von TWINSPAN, DCA-Ordination und einer „semi-supervised“ Klassifikation (K-means) Pflanzengesellschaften zugeteilt.

In den Heuwiesen fanden wir die Assoziationen *Pastinaco-Arrhenatheretum*, *Poo-Trisetetum flavescens* und *Angelico-Cirsietum palustris* mit Gesamtartenzahlen zwischen 16 und 59 Arten auf 10 Quadratmetern. Mit Ausnahme der nährstoffarmen, feuchten oder trockenen Standorte wurden die meisten Vegetationsaufnahmen dem *Poo-Trisetetum flavescens* (Rispengras-Goldhaferwiese) zugeordnet. Die DCA-Analyse ergab, dass Nährstoffe und Feuchtigkeit die am stärksten wirkenden Gradienten sind. Die Nutzungs- und Düngungsintensitäten korrelierten signifikant negativ mit der Gefäßpflanzenvielfalt.

Mit der dokumentierten hohen Artenvielfalt können wir zeigen, dass sogar in Wiesen, die momentan für eine sich wirtschaftlich lohnende Milchproduktion genutzt werden, zumindest einige basale Biodiversitätsziele erreicht werden können. Trotz allem reicht der Silageverzicht allein nicht aus, um artenreiche Wiesen zu erhalten. In dieser Seehöhe wären maximal zwei Schnitte pro Jahr und die Düngung mit Festmist, die eine wichtige Diasporenquelle darstellt, anzustreben.

Abstract

Within the scope of this master thesis traditionally managed grasslands in “Neumarkt in der Steiermark”, that are currently usable for an economical milk production, were phytosociological recorded and their value for nature conservation in the region was estimated. Another emphasis of the work was to estimate how manuring and intensity of utilisation influence species richness even in areas without silage production and what other factors are the most important drivers for species richness?

We sampled the meadows of farmyards that take part in the Austrian “Heumilch” program and are (with the exception of two farms) subject to conditions of the organic brand “Zurück zum Ursprung”. Hay production (no silage allowed) and at least 120 days of pasturing are obligatory. At least 75% of the fodder has to be produced on the own farmyard with a maximum of 15 % concentrated feed (like cereals, no soya). We analysed 61 nested-plot series (0.0001 – 10 square meter plot size) along three defined manuring and utilisation intensities and tested their influence on species richness. For classification we included data from an earlier work (2005) from the surrounding area. We grouped the relevés according to plant communities using TWINSpan, DCA ordination and semi-supervised classification with K-means.

In the hay meadows we found the associations *Pastinaco-Arrhenatheretum*, *Poo-Trisetetum flavescens* and *Angelico-Cirsietum palustris* with species numbers between 16 and 59 species per plot (10 square meter). With the exception of the noticeable nutrient poor, wet or dry sites, most of the relevés belong to the *Poo-Trisetetum flavescens*. The DCA ordination shows that nutrients and moisture are the strongest gradients. Manuring and utilisation intensities are significantly negative correlated with richness of vascular plants.

With the documented high species richness, we can prove that even meadows that are currently usable for an economic milk production can achieve at least some basal biodiversity goals. Nevertheless, the ban of silage as a single measure is not enough to maintain species rich meadows. In this altitude, a maximum of two cuts per year as well as the use of solid manure as an important diaspore supplier should be supported.

1) Einleitung

1.1) Thema und Inhalte

Obwohl der Großteil des Graslands in Mitteleuropa anthropogenen Ursprungs ist, sind daraus oft wertvolle, ökologisch stabile Lebensräume entstanden. Artenreiches Grünland ist ein Erbe unserer Vorfahren, das durch jahrhundertelange, extensive Nutzung langsam entwickelt wurde (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Dementsprechend sollte es geschätzt und erhalten werden, wie wir es auch bei alten Bauwerken als selbstverständlich ansehen.

Leider aber haben die Wirtschaftsformen, unter denen diese Wiesen- und Weidenökosysteme entstanden sind, nur mehr wenig mit der heutigen „Agrarindustrie“ zu tun. Große Maschinerie und möglichst hoher Flächenertrag bestimmen die moderne Wirtschaftsweise. Manuelle Arbeit und traditionelle Wirtschaftsweisen werden bei steigenden Lohnkosten, starker Konkurrenz und zunehmendem Zeitdruck immer mehr in den Hintergrund gedrängt. Monotonie in der Landschaft und Artenverarmung sind die Folge.

Ein „Optimalbild“ von Milchwirtschaft mit blühenden Wiesen und glücklichen, weidenden Kühen wird in der Werbung vermittelt. Viele Bio-Milchpackungen haben als Hintergrund eine Blumenwiese oder zeigen Bestäuber beim Blütenbesuch. Existieren solche Ideale noch außerhalb der Werbebotschaften in der Realität der mitteleuropäischen Biomilchwirtschaft oder haben auch in diesem Segment die traditionellen, mäßig gedüngten und maximal zweischürigen, kräuterreichen Heuwiesen als Futtergrundlage ausgedient?

In Zeiten von Klimawandel und Umweltbewegten wird häufig versucht, die Schönheit von intakten Lebensräumen in das Bewusstsein der heutigen Generation zu bringen. Oft hört man von Änderungen im Konsumverhalten, die Wahrheit ist jedoch ernüchternd: Trotz zunehmender zertifizierter Bio-Landwirtschaftsbetriebe gehen artenreiche, bunt blühende Wiesen immer weiter verloren. Arten, die auf ein geringes Nährstoffangebot spezialisiert sind, sind besonders betroffen. Die Entdeckung der Mineraldünger und die Mechanisierung in der Landwirtschaft haben eine Intensivierung auch in der Grünlandwirtschaft ermöglicht – der für viele Tier- und Pflanzenarten unheilvolle dritte Schnitt im Mai und die damit erforderlichen höheren Düngegaben haben das ehemalige Mosaik aus sehr nährstoffarmen und besser versorgten Flächenanteilen uniformiert. Viele Menschen der jungen Generation verbinden mit dem Begriff „Wiese“ nur mehr einen frischgrünen Grasbestand. Die Umstellung von der Heu- auf die Siloproduktion, sowie die Güllewirtschaft, haben den Artenverlust noch weiter beschleunigt. Es entwickeln sich artenarme Bestände ohne auffällige Farbnuancen (SPRINGER 2017). In den Gras-dominierten Silagewiesen kann im Frühjahr höchstens ein auffallend gelber Blühaspekt des Löwenzahns (*Taraxacum officinale* agg.) beobachtet werden, der jedoch von kurzer Dauer ist.

1.1.1) „Heumilch“-Programme in Österreich

Um den Biodiversitätsverlust in Wiesen zumindest etwas entgegen zu wirken, gibt es in Österreich mehrere Initiativen, die sich dem Erhalt der traditionellen Heuwirtschaft widmen. Rund 15 Prozent, der in Österreich gesamt angelieferten Milchmenge, ist Heumilch. Europaweit liegt der Heumilchanteil gerade mal bei 3 Prozent (ARGE HEUMILCH 2019)! Um in Österreich Milch unter dem Namen „Heumilch“ vermarkten zu dürfen, müssen teilnehmende Betriebe das österreichische Heumilch-Regulativ vom 1.1.2018 einhalten.

Dieses schreibt zusammenfassend vor (ARGE HEUMILCH 2019):

- Teilnahme an ÖPUL-Maßnahme „Silageverzicht“.
- Einhaltung des österreichischen Regulativs für Heumilch, sowie der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 304/2016 Heumilch g.t.S. – garantiert traditionelle Spezialität.
- Einhaltung der Richtlinie zur Definition der „Gentechnikfreien Produktion“ von Lebensmitteln und deren Kennzeichnung idgF.
- Einhaltung der AMA-Gütesiegel Richtlinie, Haltung von Kühen zur Milch- und Fleischgewinnung idgF.
- Raufutteranteil muss mind. 75% der Trockenmasse betragen, Kraftfutter ist erlaubt, jedoch keine Verfütterung von Futtermitteln, die außerhalb von Europa produziert wurden.
- Bei Anbindehaltung ist 120 Tage Auslauf und/oder Weide/Alpung vorgeschrieben; die dauernde Anbindehaltung (365d/24h) ist verboten.

Voraussetzung zur Teilnahme an der ÖPUL Maßnahme „Silageverzicht“ ist die Einhaltung der folgenden Auflagen (AMA 2015):

- Mindestteilnahmefläche von 2,00 ha gemähtes Grünland.
- Die Eigenschaft als „Tierhalter“ muss erfüllt sein. Der Betrieb gilt als „Tierhalter“, wenn mindestens 0,50 raufutterverzehrende GVE (RGVE) durch Rinder, Schafe oder Ziegen pro Hektar förderbare Grünland- und Ackerfutterfläche gehalten werden.
- Verzicht auf Silagebereitung und Silageeinsatz, sowie auf die Lagerung von Silage am gesamten Betrieb.
- Abgabe von Mähgut an Dritte nur in Form von trockenem Heu (zwischen zwei Silageverzichtsbetrieben ist die Abgabe ausnahmsweise auch in Form von Grünfutter zulässig).

Gegenstand unserer Untersuchungen waren Bio-Heumilch Betriebe, die in der Region Neumarkt in der Steiermark an die Bio-Marke „Zurück zum Ursprung“ der Supermarktkette Hofer liefern. Diese Heumilchbauern müssen sich nicht nur an das österreichische Heumilch-Regulativ, sondern auch an die zusätzlichen Auflagen von „Zurück zum Ursprung“ halten. Das bedeutet nicht nur die mindestens 120 Tage Weidehaltung pro Jahr (wobei sich bei vielen Bauern bis zu 200 Tage ausgehen), sondern auch für die restliche Zeit des Jahres, zumindest einmal täglich, Auslauf an der frischen Luft. Zusätzlich müssen mindestens 75 % des Futters

vom eigenen Hof stammen und die restlichen 25 % dürfen nur Bio-Futter aus Österreich sein. Sojafütterung ist tabu und der Kraftfutteranteil darf maximal 15 % betragen (WERNER LAMPERT BERATUNGS GES.M.B.H 2019).

Obwohl es weder im Heumilch-Regulativ noch von „Zurück zum Ursprung“ Auflagen gibt, die Schnittfrequenzen oder Düngergaben regeln, haben wir anhand unserer Untersuchungen im Gebiet herausgefunden, dass 2 bis höchstens 3 Mal pro Jahr gemäht wird (also um 1-2 Schnitte weniger als die meisten konventionellen Bauern) und hauptsächlich mit Festmist gedüngt wird.

1.1.2) Fragestellung

In diesem Zusammenhang wird in dieser Arbeit versucht, die aktuelle Gefäßpflanzenvielfalt in den Heuwiesen der Region Neumarkt in der Steiermark zu dokumentieren.

Die Frage lautet also: Welche Gefäßpflanzenarten und Pflanzengesellschaften lassen sich aktuell auf Wiesen von Heumilchbetrieben im Raum Neumarkt in der Steiermark nachweisen und welchen Beitrag leisten diese Heuwiesen zum Erhalt der Artenvielfalt des Grünlandes in der Region? Außerdem sollte geklärt werden, ob allein der Silageverzicht und die dazugehörigen Auflagen ausreichen, um artenreiche Wiesen zu entwickeln bzw. zu erhalten und welche Umwelt- und/oder Bewirtschaftungsfaktoren die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt der Heuwiesen am maßgeblichsten beeinflussen.

Aus den Ergebnissen sollten Vorschläge für zusätzliche, den Pflanzenartenreichtum fördernde Maßnahmen abgeleitet werden und diese mit den Landwirten und „stakeholdern“ diskutiert werden. In diesem Zusammenhang wäre es besonders wünschenswert, wenn Möglichkeiten gefunden werden könnten, die eine hohe Biodiversität in den Heuwiesen bzw. Weiden mit einer definierbaren höheren Milchqualität verbinden könnten. Damit könnte der eventuelle Mehraufwand bzw. der im Vergleich zu Silobetrieben geringere Milchertrag pro Fläche und Milchkuh ausgeglichen werden.

Um den enormen Artenreichtum in den traditionell bewirtschafteten Wiesen und Weiden Mitteleuropas erklären zu können, wurde in den Unterkapiteln 1.2) und 1.3) ein Abriss über die Geschichte unseres Kulturgraslandes eingearbeitet.

1.2) Geschichte des Graslandes seit der letzten Eiszeit in Europa

Es ist bemerkenswert, dass obwohl die heutigen Graslandökosysteme in Mitteleuropa fast ausschließlich auf menschliche Eingriffe in die Natur zurück zu führen sind, doch fast alle Pflanzenarten aus der einheimischen Flora stammen (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

FRANK et al. (1990) gab an, dass von den 201 gefundenen Sippen im Kulturgrasland von Mitteldeutschland 196 Arten einheimisch sind, also ein Anteil von 97,5 %.

Dies bedeutet jedoch, dass bevor sich diese Arten in anthropogen geschaffenen Wiesen und Weiden etabliert haben, sie zuvor entweder in den damaligen Wäldern oder in anderen halboffenen Standorten vorgekommen sein müssen. Waldfreie Flächen gab es in Mitteleuropa vor der Zeit der ersten Landwirtschaft wahrscheinlich nur oberhalb der Waldgrenze oder in Form von Auenwiesen (Störflächen am Randbereich großer Flüsse), Moorrandwiesen, in den Mittelgebirgen als Felsrasen und in den warm-trockenen Gebieten im östlichen Mitteleuropa als Mosaike in den Waldsteppen (ELLENBERG 1996). Zudem gaben Naturwälder vor dem Einfluss des Menschen bzw. auch unter traditioneller Nutzung mit ihren Lücken durch umgefallene oder abgestorbene Bäume viel mehr Möglichkeiten für Graslandarten als die heutigen Forste, die fast ausschließlich der Holzproduktion dienen.

Viele unserer heutigen Graslandarten waren entweder schon in den glazialen Kältesteppen vorhanden oder begannen vermutlich gegen Ende der letzten Kaltzeit (vor ca. 12 000 bis 14 000 Jahren) aus den Refugialgebieten wieder einzuwandern und waren bereits im Präboreal, zu Beginn der Wiederbewaldung vor ca. 10 000 Jahren, in Mitteleuropa vorhanden (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Mit dem Übergang zum Atlantikum (vor ca. 8 000 Jahren) wurde das Klima immer wärmer und feuchter, was vor allem im Flachland das Einwandern von *Acer*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Tilia* und *Ulmus* begünstigte und ausgedehnte Wälder entstehen ließ (POKORNY 2004). Durch die stark beschattenden Wälder wurden die Pflanzen des Graslandes, die eine hohe Strahlung benötigen, auf kleinflächige Randstandorte zurückgedrängt. Diese Standorte waren vermutlich vor allem felsige, skelettreiche Böden mit zumindest teilweise Wasserdefizit oder sehr steile Hänge (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Laut POKORNY et al. (2015), die im trockenen Flachland im Norden von Tschechien Pollenanalysen durchgeführt und Molluskenrückstände in Sedimenten untersucht haben, hat das sogenannte „Primärgrasland“, welches auf solchen speziellen, trockenen Standorten wuchs, während des gesamten Holozäns (von vor 12 000 Jahren bis heute) kontinuierlich existiert und bis heute überlebt.

Jedoch ist es eher unwahrscheinlich, dass diese kleinen, isolierten Flächen für den gewaltigen Artenreichtum in den gegenwärtigen, anthropogen geschaffenen Grasland-Flächen allein verantwortlich sind. Viele Arten werden auch aus den zuvor beschriebenen, auch während der letzten 10 000 Jahren kontinuierlich Wald-frei gebliebenen Standorten in die heutigen Wiesen und Weiden eingewandert oder auch absichtlich eingebracht worden sein.

Pollenanalysen aus Mooren und Seen in Zentral-Osteuropa ergaben, dass es in der Zeit von vor 11 700 bis 9 000 Jahren mehr offene Flächen gab als heute und von vor 9 000 bis 4 500 Jahren die Wälder sich wieder stärker ausbreiteten (FEURDEAN et al. 2015).

Auch zoologisch gibt es Hinweise darauf, dass sich die Landschaft zu dieser Zeit änderte. So waren Tierarten der Steppengesellschaft, wie z.B. der europäische Wildesel, das europäische

Wildpferd oder der europäische Bison im frühen Holozän noch häufig, wurden dann aber kontinuierlich seltener und verschwanden mit dem Übergang von der Kupfer- zur Bronzezeit (vor 4 000 bis 5 000 Jahren) völlig. Es ist anzunehmen, dass am Rückgang der großen Herbivoren der Mensch zumindest einen Beitrag leistete (NÉMETH et al. 2017), denn gleichzeitig mit dem Abnehmen der Wildtierdichte wurden vor 6 500 Jahren domestizierte Viehherden häufiger. Sie übernahmen nach und nach die Rolle der natürlich heimischen Megaherbivoren und konnten wahrscheinlich kleine Flächen weiterhin offenhalten (SCHUHMACHER et al. 2016). Herbivorie großer Säuger dürfte ein ökologischer Schlüsselfaktor zur Koexistenz von Bäumen und Offenland gewesen sein.

VERA (2000) geht in seinem Hauptwerk „Grazing Ecology and Forest History“ sogar noch weiter und behauptet, dass die natürliche Vegetation des Tieflandes von Mittel- und Westeuropa nach dem Ende der letzten Eiszeit aus einem Mosaik von Grasland, Sträuchern, solitären Bäumen und Baumgruppen bestand, in welcher die ursprüngliche Fauna der großen Säuger von Europa, essentiell für die Bildung und den Weiterbestand dieser „natürlichen Parklandschaft“ gewesen sei. Artenvielfalt in Europa sei also kein Ergebnis der Einführung von Landwirtschaft, sondern natürliche Prozesse haben zuvor zur Schaffung neuer Biotope, wie Grasland und Gestrüpp, geführt.

Irland z.B. war jedoch zur letzten Eiszeit fast völlig mit Eis bedeckt, was ein Überleben der meisten Großsäuger unwahrscheinlich machte. Die Wiedereinwanderung verhinderte die Insellage. Tatsächlich gibt es aus dem Holozän in Irland kaum Funde von großen Säugern (MITCHELL 2005). Man kann also davon ausgehen, dass Irlands Wälder nicht von großen Herbivoren beeinflusst worden sind. Dies würde bedeuten, dass es einen entscheidenden Unterschied in der Vegetation geben müsse. Pollenanalysen ergaben jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen Irland und Mitteleuropa in den urzeitlichen Wäldern. Die Existenz einer „natürlichen Parklandschaft“ im Tiefland von Mittel- und Westeuropa nach der letzten Kaltzeit ist also eher unwahrscheinlich.

MITCHELL (2005) führte insgesamt 21 Pollenanalysen in Mittel- und Westeuropa durch, die Aufschlüsse über den Bewaldungsgrad in der Zeit von vor 8 500 bis 5 500 Jahren geben sollen. Pollenanalysen können zwar nur vorwiegend Informationen in unmittelbarer Nähe der Probestellen liefern, jedoch ergab keiner dieser Analysen Offenland (ein Anteil von Baumarten unter 50 %). Möglicherweise waren auch natürliche Feuer und Stürme damals mitverantwortlich für Lichtungen, die von Herbivoren erhalten, aber nicht geschaffen werden konnten. Herbivoren beeinflussten also nicht die Struktur der Wälder, sondern die Struktur der Wälder begrenzte die maximale Herbivoren-Dichte.

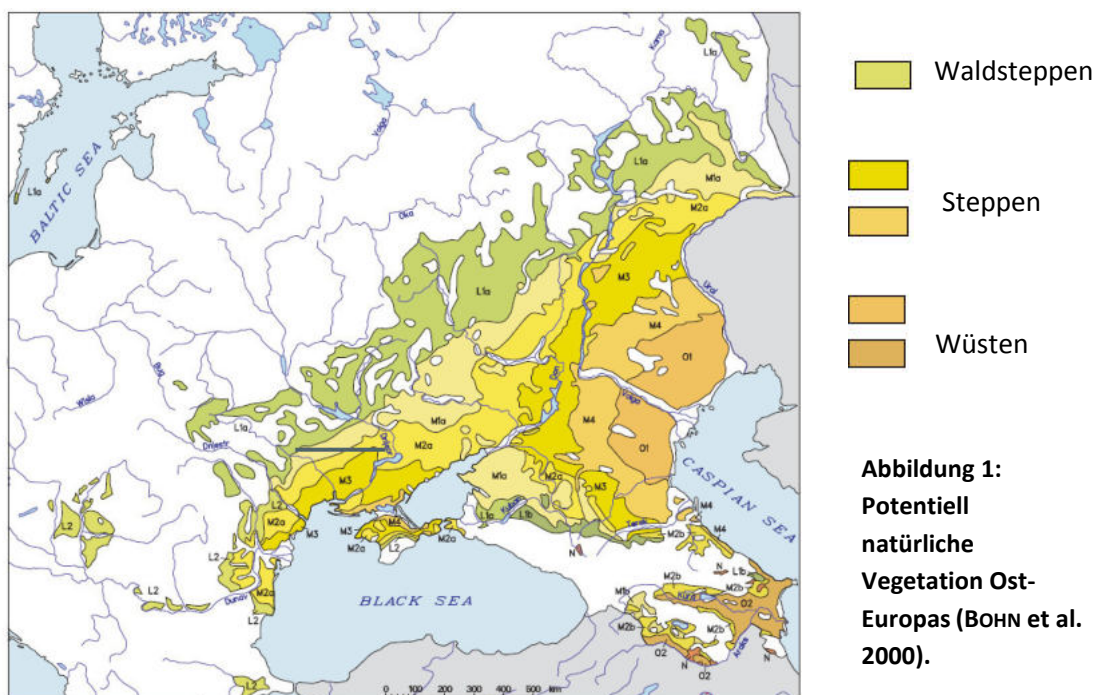
Wenn also die großen Herbivoren nicht in der Lage waren eine natürliche „Parklandschaft“ im frühen Holozän zu erzeugen, was dann? Welche Faktoren spielten die entscheidende Rolle? Gab es vielleicht doch einfach nur geschlossene Wälder?

Klimasimulationen von TOTH et al. (2015) ergaben, dass es im frühen Holozän (von vor 11 500 bis 8 500 Jahren) in Zentral-Osteuropa höhere Sommertemperaturen, weniger Niederschlag und weniger Bodenfeuchte gegeben haben muss, was auch auf einen größeren Graslandanteil deuten würde. Jedoch besagt die Simulation auch, dass danach die Temperatur wieder sank und vor ca. 2 000 Jahren sogar unter den heutigen Werten lag.

Bei höheren Temperaturen und anhaltender Trockenheit in den Sommern könnten Waldbrände eine entscheidende Rolle gespielt haben und somit als eine wichtigere Störungsquelle fungiert haben, als in Europa oftmals angenommen. Wie oft es tatsächlich in den damaligen Urwäldern gebrannt hat, ist schwer abzuschätzen. Klar ist jedoch, dass es immer wiederkehrende Feuer gegeben hat, die Gräsern einen klaren Konkurrenzvorteil verschafft haben und essentiell für die Ausbreitung und Beständigkeit von Grasland gewesen sein könnten (FEURDEAN et al. 2015).

Gräser sind daran angepasst, dass sie die über der Erdoberfläche liegenden Pflanzenteile durch in Blattbasen geschützte Meristeme schnell wieder regenerieren können und sind dadurch bei häufiger Störung (wie eben Brände) gegenüber Bäumen klar im Vorteil (HE & LAMONT 2018). Eine Untersuchung von Chernozem-Böden des transsilvanischen Beckens (PENDEA et al. 2002) zeigt, dass auch in den warmen und feuchten Perioden des Holozäns zumindest eine Waldsteppe erhalten geblieben ist. In Böden der trockenen Mittelbreiten findet sich oft ein hoher Anteil (bis zu 40 %) an Holzkohle, Schwarzkohle und pyrolysiertem Kohlenstoff. Dabei wurde ein Teil des Humus durch Brände in diese aromatischen Ringstrukturen überführt (ZECH et al. 2014). Dies deutet auf ein vermehrtes Auftreten von Bränden während der Bodenbildungsphase hin, was wiederum bedeuten würde, dass zumindest ein Teil des Graslandes durch periodisch auftretende Feuer auch während des späten Holozäns erhalten blieb.

In der Karte der potentiell natürlichen Vegetation von Europa (BOHN et al. 2000) ist zu erkennen, dass unter den heutigen Klimabedingungen nur Teile Südosteuropas von natürlichem Grasland, in Form einer Steppe oder Waldsteppe, geprägt sind (siehe Abbildung 1). Der Rest Europas (in der Karte weiß dargestellt), westlich davon (mit Ausnahme der Polarwüsten, arktischen Tundren und dem Hochgebirge), wäre von Wald bedeckt.



1.3) Geschichte der Landwirtschaft und des Extensivgraslandes

Der Ursprung von Domestikation und des Sesshaftwerdens liegt im Gebiet des „Fruchtbaren Halbmondes“ in Vorderasien. Der Prozess begann vor ca. 12 000 Jahre zunächst mit dem Sammeln von Wildgetreide und der anschließenden Domestikation von Pflanzen und Wildtieren. Zwischen 7 000 und 6 000 v. Chr. begannen sich dann erste sesshafte Siedlungen von den Nahen Osten nach Mitteleuropa auszubreiten (POSCHLOD 2015). Grund der Wanderbewegungen nach Norden war vermutlich die Erwärmung des Klimas (KAPFER 2010a). Laut POKORNY et al. (2015) siedelten die ersten neolithischen Bauern in Steppenrückständen aus dem späten Pleistozän. Es entstanden feste Häuser mit ersten Äckern in der Umgebung. Die Haltung von Nutztieren, wie Schafe, Ziegen, Rinder, Schweine und Geflügel erfolgte meist über extensive Waldweiden. Durch den Fraß der Tiere, aber auch durch direkte Eingriffe des Menschen wie Ringelung der Bäume, Schneitelung, Brand und Holzschlag begannen sich die Wälder in Siedlungsnähe immer stärker aufzulichten (ELLENBERG 1996).

Da sich in der Bronzezeit, ab ca. 1 800 v.Chr., das Klima allmählich wieder verschlechterte, musste die Stallhaltung verlängert werden, was auch den Winterfutterbedarf stark erhöhte (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Mithilfe erster metallener Schneidegeräte gab es vermutlich schon Anfänge von Heugewinnung, obwohl der Großteil des Winterfutters durch Schneiteln von Laubgehölzen (Abschneiden und Trocknen von jungen Trieben), vorwiegend von Eschen, gewonnen wurde (LÜDI 1954). Doch erst mit Beginn der Eisenzeit (um 800 bis 750 v.Chr.) wurde die Sense erfunden, die die Bewirtschaftung von größeren Wiesenflächen überhaupt erst ermöglichte und vor allem ab der römischen Kaiserzeit (1. bis 3. Jhd. v. Chr.) tauchen dann verstärkt archäobotanische Funde auf, die in Teilen Mitteleuropas das Entstehen erster Wiesen vermuten lassen (KAPFER 2010a).

Im Laufe der Zeit wurden die Landbautechniken weiter perfektioniert und neue Viehrassen eingeführt. Der endgültige Durchbruch zur offenen Kulturlandschaft kam dann mit dem Mittelalter (600 bis 1 500). Systematisch drangen Neusiedler in die letzten großen Wälder Mitteleuropas vor, um diese zu erschließen (ELLENBERG 1996). Die bewirtschafteten Flächen dehnten sich nun stark aus und es entstand ein Mosaik aus Waldresten, Feldgehölzen, Gebüsch, mageren Wiesen und Weiden mit hoher Diversität. Der Heuertrag der noch einschnittigen, ungedüngten Wiesen war gering, da sie meist auf für den Ackerbau ungeeignete Gebiete beschränkt waren (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

Leicht gedüngte Wiesen gab es nur in unmittelbarer Siedlungsnähe. Im frischgrünen Zustand gemähte „Futterwiesen“, die sonst ohne Düngung nur im Überschwemmungsbereich der Flüsse existieren könnten, sind nicht viel älter als tausend Jahre und somit verhältnismäßig jung. Öfter mit Dünger versehene „Fettwiesen“ sind noch jünger (ELLENBERG 1996).

Der Kulminationspunkt der Artenvielfalt und Biodiversität in Mitteleuropa dürfte mit dem Anfang vom Ende der traditionellen landwirtschaftlichen Nutzung um ca. 1850 erreicht worden sein. Wenn heutzutage über den Schutz der Biodiversität in der Kulturlandschaft Mitteleuropas gesprochen wird, wird als Referenzpunkt oft dieser Zeitraum vor der Industrialisierung der Landwirtschaft um 1850 gemeint (BÄTZING 2015).

Mit der Industrialisierung startete die zunehmende Verwendung von mineralischen Düngern und es fand eine Entkopplung von Ackerbau und Graslandnutzung statt, die vorher durch den einzig durchs Vieh produzierten Dünger eng miteinander verbunden waren. Der ab den 1950ern zunehmende Einsatz von Großmaschinen, die gründlichen Bodenmeliorationen und vor allem der ungehemmte Düngereinsatz machte die Landwirtschaft von natürlichen Standortfaktoren unabhängig. Eine großräumige Nivellierung des ökologischen Potentials fand statt (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Kleinräumig differenzierte, artenreiche Gesellschaften wurden zusehends durch monotone Einheitsbestände ersetzt. Die Bewirtschaftung von Grenzertragsflächen lohnte sich nicht mehr. Kleinbetriebe sind mittlerweile unrentabel und werden von großen aufgekauft. Diese Entwicklung schreitet leider immer weiter fort, ist zum Glück aber noch nicht überall abgeschlossen.

Von dem Volk der Csángó aus Gyimes (Ost-Karpaten) in Rumänien ist bekannt, dass sie nach wie vor traditionelle Landwirtschaft betreiben, die der damaligen im 19./20. Jahrhundert noch sehr ähnelt. Seit Generationen ist es ihnen ein Anliegen ihr Grünland möglichst artenreich zu gestalten. Der spezielle Nutzen fast jeder, dort vorkommenden, einzelnen Art ist ihnen bekannt, da ihr Überleben von den Produkten ihrer Landwirtschaft abhängig ist (BABAI et al. 2014). Dieses traditionelle, ökologische Wissen geht in der heutigen Landwirtschaft, die stark von äußerer Stoffzufuhr abhängig geworden ist, leider zusehends verloren.

1.4) Herkunft von Grünlandpflanzen

„Ohne Sense und Weidevieh gäbe es im Waldklima Mitteleuropas keine Wiesen oder Intensivweiden. Nur die direkten oder indirekten, regelmäßig wiederholten Eingriffe des Menschen halten die Holzgewächse fern“ (ELLENBERG 1963).

Naturwälder früherer Zeiten mit ihren zahlreichen Lichtungen, die durch kürzlich abgestorbene oder umgefallene Bäume entstanden sind, gaben heutige Graslandpflanzen viel mehr Möglichkeiten. Die in Wiesen vorkommenden Arten *Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus*, *Galium mollugo*, *Taraxacum officinale agg.*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia cracca* und *Pimpinella major* gedeihen heute noch von Natur aus auch in Schneeheide-Kiefernwälder. Zugleich kommen *Galium mollugo* und *Taraxacum officinale agg.*, wie aber auch *Vicia sepium*, *Veronica chamaedrys* und *Heracleum sphondylium* in artenreichen Buchenwäldern und teils auch in anderen Laubmischwäldern vor. *Angelica sylvestris*, *Molinia caerulea*, *Filipendula ulmaria*, *Scirpus sylvaticus*, *Poa trivialis* und *Ranunculus repens*, sowie 19 weitere Arten des heutigen Kulturgraslandes wachsen in Hartholzauenwäldern und teilweise auch in Weichholzauwäldern bzw. Erlenbruchwäldern. *Achillea millefolium* kommt natürlich in Weidenauwäldern vor. Viele wichtige Graslandarten fehlen jedoch in den Wäldern. Sie müssen ihre Heimat in Waldrändern, wie sie wiederum in Flussauen häufig zu finden waren, oder langzeitigen Lichtungen gehabt haben (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). *Tragopogon*, *Crepis biennis* und *Campanula patula* dürften aus den Wiesensteppen Südosteuropas eingewandert sein. Die namensgebende Art der Glatthaferwiese, *Arrhenatherum elatius*, wurde zuerst in Südfrankreich gezüchtet und kam als „Französisches Raygras“ verhältnismäßig spät nach Mitteleuropa (ELLENBERG 1996).

Da die genannten Arten aus unterschiedlichsten, natürlichen Wald- und Waldrandlebensräumen stammen, ist davon auszugehen, dass sowohl einschürige Streuwiesen, als auch die gedüngten, mehrschürigen Futterwiesen, ihr Dasein dem Menschen verdanken. Anders als in den Ackerunkrautgesellschaften oder Ruderalfluren, haben sich jedoch in den Wiesen Mitteleuropas nur vereinzelt Arten ausbreiten können, die aus einem anderen Florenreich von Übersee eingeschleppt wurden (z.B. *Solidago canadensis* und *Erigeron annuus*). Die Flora Mitteleuropas muss also geradezu prädestiniert für die Bildung von Wiesengesellschaften sein. Die Gesellschaften sind offenbar so fest gefügt, dass für Neulinge kaum Platz ist.

2) Untersuchungsgebiet

2.1) Heumilchregion Neumarkt in der Steiermark

Zwischen dem mächtig aufragenden Kristallinzug der Seetaler Alpen (höchster Gipfel: Zirbitzkogel mit 2396 m) und dem paläozoischen Kalkstock der Grebenzen (1892 m) liegt die Wald- und Seenregion der Neumarkter Passlandschaft. In der Gegend um Neumarkt spielt Grünlandwirtschaft schon wegen der Seehöhe eine große Rolle. In den Tieflagen ist die Landschaft geprägt von Wiesen, Weiden bzw. mittlerweile auch von einigen Äckern und in den höher gelegenen Gebieten von Wäldern und Almen. Viele Familien in dieser Region betreiben seit Generationen Heuwirtschaft, was sich besonders positiv auf die Biodiversität in deren Wirtschaftswiesen ausgewirkt hat. Ein Großteil dieser „Heumilch-Bergbauern“ liefern ihre Milch an die Bio-Marke „Zurück zum Ursprung“, andere haben sich dazu entschieden, ihre Produkte selbst zu vermarkten und dadurch unabhängiger von marktbedingten Preisschwankungen zu bleiben. Wieder andere haben leider auf Silage und einer fast ganzjährigen Stallhaltung umgestellt. Um die Wirtschaftsform einer intensiven Stallhaltung aufrecht zu erhalten, ist eine hohe Mähfrequenz und eine dementsprechend hohe Düngergabe notwendig, wodurch es in der Region vor allem in den Tallagen auch einen relativ hohen Anteil an artenarmen Intensivwiesen gibt.

Die Vegetationsaufnahmen wurden in den Gemeinden Neumarkt in der Steiermark und St. Lambrecht durchgeführt, beides Gemeinden des Naturparks Zirbitzkogel-Grebenzen. Der Großteil der Aufnahmen liegt in der Gemeinde Neumarkt in der Steiermark (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Lage der Vegetationsaufnahmen (Kartenquellen: DATA.GV.AT 2018a, DATA.GV.AT 2018b).

2.2) Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen

Alle Vegetationsaufnahmen wurden innerhalb des Naturparks Zirbitzkogel-Grebenzen durchgeführt. Dieser liegt im Bezirk Murau, an der Grenze zu Kärnten. Er wurde 1983 gegründet, hat eine Fläche von 285 km² und besteht seit der Gemeindegemeinschaft 2015 nur mehr aus 3 Gemeinden: Neumarkt in der Steiermark, Mühlen und St. Lambrecht. Zu den Kernaufgaben des Naturparks gehören die Regionalentwicklung, die Förderung des Tourismus und daneben gibt es auch Projekte zur Förderung der Biodiversität. Der Naturpark hat es sich zum Ziel gesetzt, ökologisch intakte Kulturlandschaften zu erhalten bzw. zu entwickeln (VEREIN UND TVB NATURPARK-ZIRBITZKOGEL-GREBENZEN 2018).

Der Neumarkter und Perchauer Sattel stellen zudem eine der Hauptverkehrsachsen zwischen dem Murtal und Kärnten dar.

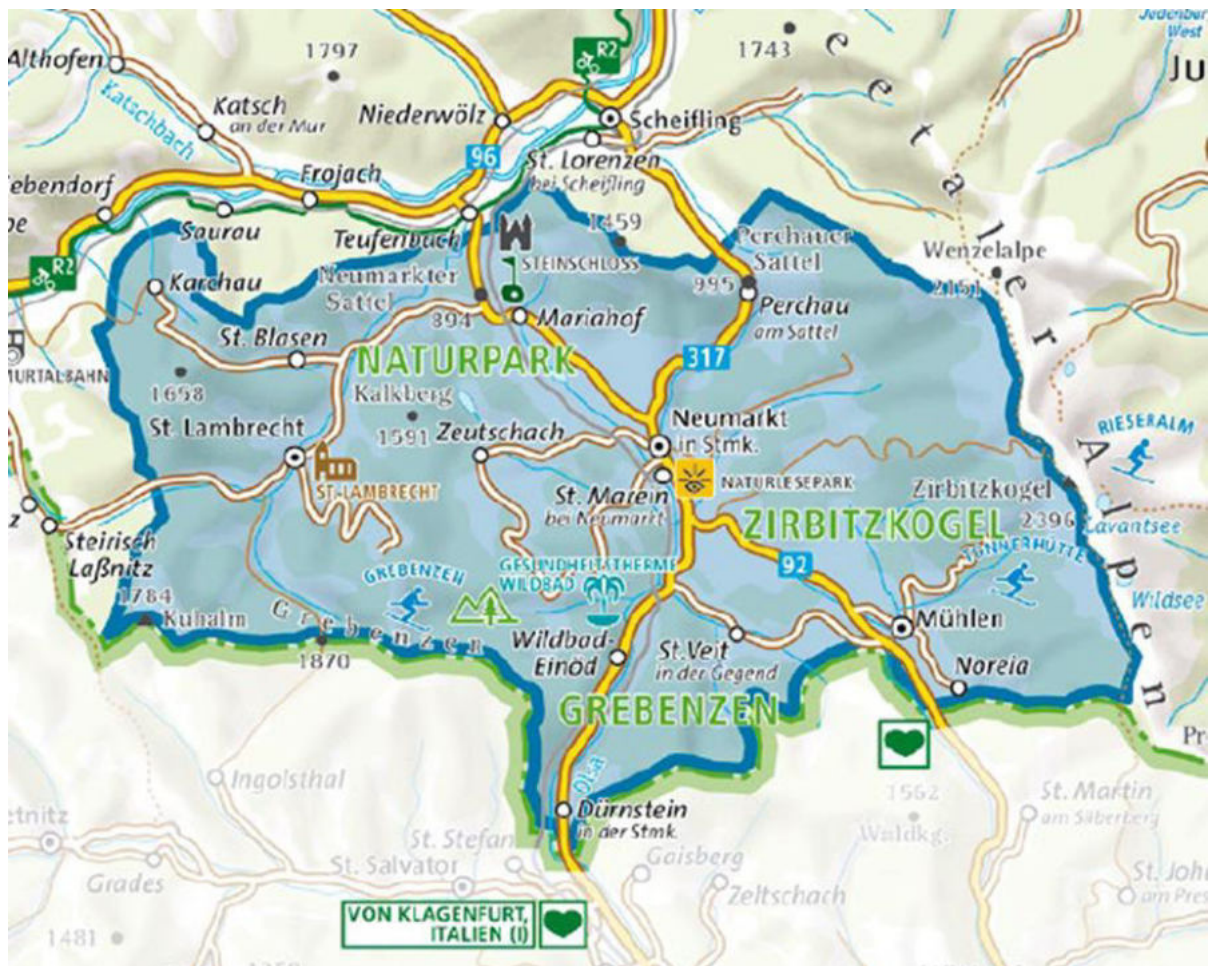


Abbildung 3: Geografische Lage des Naturparks Zirbitzkogel-Grebenzen (Quelle: NATURPARK ZIRBITZKOGEL-GREBENZEN 2018).

2.3) Geologie

Abgesehen von den quartären Bildungen, besteht der geologische Untergrund im Untersuchungsgebiet zum größten Teil aus paläozoischen, metamorphen Gesteinen (TURNER & VAN HUSEN 1980). Während die Täler mit glazialen und fluvioglazialen Sedimenten aufgefüllt sind, besteht der Gebirgszug der Seetaler Alpen (im Osten) hauptsächlich aus Gneisen, Granatglimmerschiefern, Marmor- und Amphibolitzügen. Die Grebenzen und der Kalkberg (im Westen) sind vom Grebenzenkalk aufgebaut. Im Hügelland der Niederungen herrschen verschiedene, phyllitische Schiefer vor (siehe Geologische Übersichtskarte, Abbildung 4). Anstehender Fels tritt im gesamten Gebiet jedoch recht selten auf, da fast alle diese Gesteine wenig widerstandsfähig sind (PASCHINGER 1963).

Viele Moränen und Karseen weisen auch darauf hin, dass diese Region intensiv glazial überformt wurde. So steht z.B. die Kirche Mariahof auf einem Schuttkegel einer eiszeitlichen Moräne (WILFLING o. J.). Diese glaziale Überformung des Neumarkter Raumes prägte nicht nur morphologisch die Landschaft mit glazialer Ausschürfung, Rundhöckern, Drumlins und Karformen, sondern hinterließ vor allem durch das oszillierende Abschmelzen des Eises im Spätglazial eine Vielzahl von Sedimenten wie Moränen, Terrassen und Seeablagerungen (TURNER & VAN HUSEN 1980).

Die sanft wellige zentralalpine Passlandschaft mit vielen Seen und Mooren wurde einst im Pleistozän von einem Seitenarm des Murgletschers geformt und ausgeschliffen. Während der letzten großen Vergletscherung in der Würm-Kaltzeit zweigte ein großer Teil des Murgletschers über den Neumarkter und Perchauer Sattel nach Süden ab und vereinigte sich wieder bei Neumarkt. Dieser teilte sich kurz darauf aber auch wieder in zwei Arme, die sich ins Görtschitztal bis knapp vor Hüttenberg und ins Olsatal bis Hirt erstreckten (TURNER & VAN HUSEN 1980). Über den Neumarkter Sattel erreichte das Eis eine vertikale Ausdehnung von bis zu 700 m. Das Hügelgebiet um Neumarkt war 400—500 m mächtig von Eis bedeckt (PASCHINGER 1963). Diese gewaltigen Massen an Eis hinterließen deutliche Spuren in der Landschaft. Nach dem Abschmelzen blieben trogtalartige Einschneidungen, End- und Seitenmoränen zurück (SPREITZER 1960). Durch den ungleichmäßigen Eisrückgang kam es in mittlerer Höhe (ca. 1000 bis 1200 m) zur Ausbildung von Eisrandterrassen (z.B. in der Gegend um Zeutschach, siehe Abbildung 5). Diese spielen für die Wirtschafts- und Siedlungsflächen der heutigen, höher gelegenen Bauernhöfe eine entscheidende Rolle, da sie mehr oder weniger ebene Flächen in höheren Lagen zur Verfügung stellen (PASCHINGER 1963).

Die tiefen Lagen der Neumarkter Passlandschaft weisen eine bunte Gesteinsgesellschaft auf, die aus einem Mosaik aus hauptsächlich Phylliten, Grünschiefer und Grundmoräne, aber auch verschiedenen Kalken und Quarziten aufgebaut ist. Diese bunte Durchmischung ist das Ergebnis von glazialen, aber auch von fluviatil-limnischen Auffüllungen.

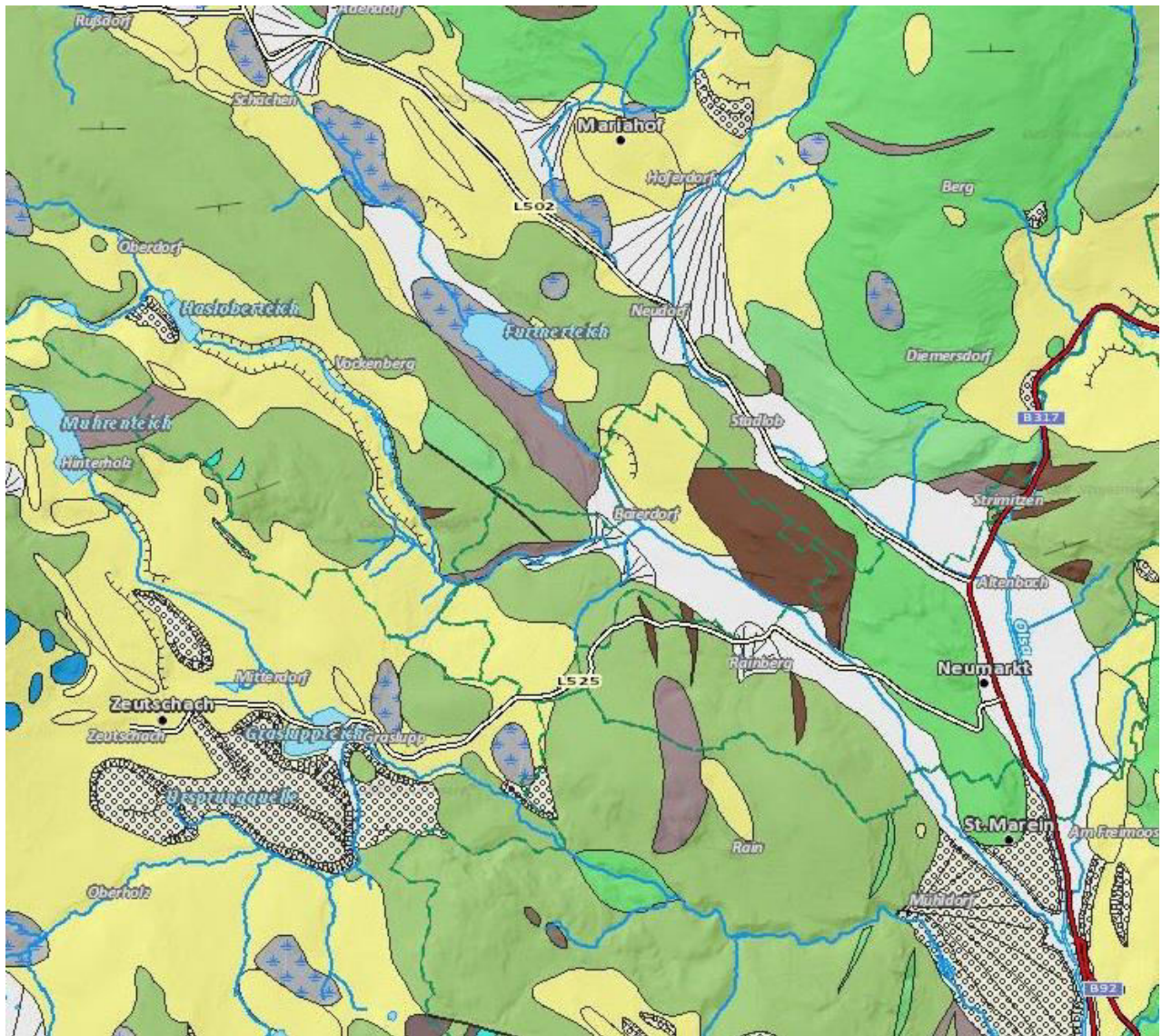
Zusammenfassend erklärt, kann man sich in diesem Gebiet also nie ganz darauf verlassen, ob man sich momentan auf basischem oder saurem Untergrund befindet. Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt aus der bunten Durchmischung von Phylliten, Quarziten, Schieferen, fluvialen und glazialen Sedimenten, die in der Neumarkter Passlandschaft vorherrscht.



Legende

- | | |
|--|--|
| Gemeindegrenzen | Geologie Untersuchungsgebiet |
| ● Vegetationsaufnahmen | Quartär im Allgemeinen |
| | Amphibolit |
| | Karbonatgestein |
| | Paragneis |
| | pelitisch-psammitisches Sediment |
| | Vulkanit (Phyllite) |

Abbildung 4: Geologie Untersuchungsgebiet (Quelle: WEBER 1997: Metallogenetische Karte von Österreich: 1 : 500 000).



Geologie 1:50.000

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Quarzit |  | Wallförmige Ufermoränen (End- und Seitenmoränen) |
|  | Kalk-Chlorit-Albit-Phyllit |  | Grundmoränenrücken (Drumlin) |
|  | Grünschiefer, z.T. Prasinit |  | Grundmoräne, Moränen i.a., tlw. verschwemmt |
|  | Karbonatquarzit |  | Staukörper am Eisrand, Eisrandterrassen |
|  | Serizit-Chlorit-Quarzphyllit bis Quarzphyllit, tonige Phyllite, Quarzphyllite bis Chloritquarzphyllite |  | Bergsturzmassen, Blockwerk |
|  | Kohlenstoffquarzphyllit bis Kohlenstoffgranatphyllit |  | Hangschutt, Schutthalden (teilweise Würm) |
|  | Weißer, grobkörniger Feldspat-Quarzit |  | Schwemmfächer, Schwemmkegel, Murenkegel (z.T. spät- postglazial) |
|  | Arkoseschiefer |  | Auzonen, Kolluvien, Wildbachschutt |
|  | Mühlener Folge: Gelber Kalk, Dolomit, grauer Dolomit, limonitischer Kalk |  | Moor, Torf, Sumpf, Vernässung |
|  | Kalke der Grebenze und des Pleschaitz | | |
|  | Grauer Kalk, Bänderkalk | | |

Abbildung 5: Geologie in der Tal- und Passlandschaft um Neumarkt in der Steiermark (Quelle: AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2018a: Digitaler Atlas der Steiermark: Geologie 1 : 50 000).

2.4) Böden

Die Böden, auf denen die Vegetationsaufnahmen durchgeführt wurden, bestehen im Wesentlichen aus 3 Typen: Ranker, Felsbraunerde und Lockersediment-Braunerde. Oft ist es auch ein Bodenformkomplex aus mehreren Typen.

Alle Flächen sind zumindest schwach bis stark sauer und bis auf wenige kalkarme Standorte stets kalkfrei (BFW 2018).

Ranker: Ausgangsmaterial ist hier Schiefer oder Moränenmaterial. Die natürliche Wertigkeit für Grünland ist gering- bis mittelwertig, da es sich um eher seichtgründige Böden handelt.

Felsbraunerde: Auch hier ist das Ausgangsmaterial Schiefer. Diese Böden sind eher mittelgründig und dadurch auch etwas höher in der Wertigkeit für Grünland als Ranker.

Lockersediment-Braunerde: Entsteht aus Schwemmmaterial, Terrassenmaterial, Kolluvialmaterial, fluvioglaziales Material, Quartärsediment oder Moränenmaterial. Diese oft stark humosen Böden sind mittel- bis hochwertig.

2.5) Klima

Das Klima der Neumarkter Passlandschaft in Höhenbereichen zwischen 800 und 1100 m kann man als relativ niederschlags- und nebelarm bezeichnen. Es kann als kontinental geprägtes Talbeckenklima aufgefasst werden.

Die Region ist im Norden von den Wölzer Tauern, im Osten von den Seetaler Alpen und im Südwesten von den Gurktaler Alpen umgeben, wodurch es zur Abschirmung von Niederschlägen kommt. In den 97 bis 110 Niederschlagstagen fallen 770 bis 950 mm, wobei der Großteil in den Sommermonaten fällt (WAKONIGG 1978). Im Juli sind es durchschnittlich 124,9 mm und im Jänner lediglich 29,9 mm (in Neumarkt). Das ergibt ein Verhältnis von 5:1 und somit gilt diese Region als eine der kontinentalsten der Steiermark (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2018b).

Dies spiegelt sich auch gut in den Temperaturverläufen wieder: Das langfristige Monatsmittel im Jänner beträgt $-4,1^{\circ}\text{C}$, das im Juli $16,5^{\circ}\text{C}$ (siehe Abbildung 6). Es gibt in etwa 140 bis 170 Frosttage im Jahr, bei einer frostfreien Periode von 14./20.Mai bis 19.September/1.Oktober. Das ergibt eine Vegetationsperiode von 9./15. April bis 21./28. Oktober. Wirkliche schwüle Sommertage sind jedoch rar, davon gibt es lediglich 20 bis 30 pro Jahr (WAKONIGG 1978).

Man kann das Klima der Neumarkter Passlandschaft also vereinfacht als winterstrenges, sommerkühles, relativ niederschlagsarmes und nebelarmes Waldklima bezeichnen.

**Neumarkt/Stmk.
Klimadaten
(ab Jänner 2003)**

Landesstatistik.steiermark.at

Messwerte	Lufttemperatur in °C				Niederschlag in mm		Schneehöhe in cm		Zahl der Tage mit:					Sonnenscheindauer	
	Höchste	Tiefste	Monatsmittelwert	Langjähriges Monatsmittel ¹⁾	Monatssumme	Mittlerer Niederschlag ²⁾	Maximale Schneehöhe	Niederschlag > 1 mm	geschlossene Schneedecke	Frost-tage ¹⁾	Eis-tage ²⁾	Sommer-tage ³⁾	Tropen-tage ⁴⁾	Monatssumme in Stunden	Mittlere Sonnenscheindauer ¹⁾
2018			7,7	6,4	822	809		109	0	130	26	39	3	2.072	2.026
Jänner	11,1	-10,5	-1,3	-4,1	33	26	k.M.	9	k.M.	30	2	0	0	120	152
Februar	7,2	-21,0	-4,6	-2,3	35	20	k.M.	9	k.M.	28	13	0	0	89	162
März	10,4	-18,7	0,7	1,8	56	34	k.M.	9	k.M.	22	2	0	0	127	174
April	24,2	-3,2	9,8	6,2	45	45	k.M.	4	k.M.	6	0	0	0	234	175
Mai	24,7	2,8	13,3	11,5	148	85	k.M.	18	k.M.	0	0	0	0	189	214
Juni	27,2	5,1	16,0	14,8	100	104	k.M.	16	k.M.	0	0	7	0	231	214
Juli	30,0	7,7	17,4	16,5	63	129	k.M.	9	k.M.	0	0	11	1	244	236
August	30,5	1,7	17,2	15,7	147	133	k.M.	9	k.M.	0	0	18	2	249	208
September	25,8	-3,1	13,2	11,3	52	81	k.M.	8	k.M.	2	0	3	0	229	178
Oktober	19,8	-0,1	8,5	6,8	99	69	k.M.	7	k.M.	2	0	0	0	168	142
November	15,5	-8,8	3,8	1,5	28	52	k.M.	6	k.M.	10	2	0	0	78	107
Dezember	10,6	-14,6	-1,8	-2,8	16	31	k.M.	5	k.M.	30	7	0	0	114	102

Messwerte	Lufttemperatur in °C				Niederschlag in mm		Schneehöhe in cm		Zahl der Tage mit:					Sonnenscheindauer	
	Höchste	Tiefste	Monatsmittelwert	Langjähriges Monatsmittel ¹⁾	Monatssumme	Mittlerer Niederschlag ²⁾	Maximale Schneehöhe	Niederschlag > 1 mm	geschlossene Schneedecke	Frost-tage ¹⁾	Eis-tage ²⁾	Sommer-tage ³⁾	Tropen-tage ⁴⁾	Monatssumme in Stunden	Mittlere Sonnenscheindauer ¹⁾
2017			7,0	6,4	862	809		82	0	142	24	42	5	2.225	2.026
Jänner	5,6	-17,1	-6,7	-4,1	9	26	k.M.	2	k.M.	31	13	0	0	174	122
Februar	12,2	-6,6	0,9	-2,3	27	20	k.M.	5	k.M.	27	1	0	0	110	152
März	18,5	-5,5	4,8	1,8	14	34	k.M.	3	k.M.	16	0	0	0	218	174
April	20,9	-4,9	6,0	6,2	70	45	k.M.	5	k.M.	13	0	0	0	208	175
Mai	27,7	-0,7	12,5	11,5	23	85	k.M.	6	k.M.	2	0	5	0	271	214
Juni	30,3	4,1	17,1	14,8	101	104	k.M.	12	k.M.	0	0	10	2	247	214
Juli	28,7	5,3	16,9	16,5	220	129	k.M.	12	k.M.	0	0	14	0	253	236
August	31,5	3,8	17,1	15,7	156	133	k.M.	10	k.M.	0	0	13	3	263	208
September	22,1	1,5	10,2	11,3	127	81	k.M.	13	k.M.	0	0	0	0	108	178
Oktober	22,0	-3,4	7,3	6,8	16	69	k.M.	3	k.M.	3	0	0	0	186	142
November	14,0	-8,7	1,3	1,5	53	52	k.M.	7	k.M.	20	1	0	0	75	107
Dezember	11,7	-17,6	-3,1	-2,8	46	31	k.M.	4	k.M.	30	9	0	0	112	102

Abbildung 6: Klimadaten 2017 und 2018 in Neumarkt in der Steiermark (Quelle: AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2019: Neumarkt/Stmk. Klimadaten).

3) Methodik

3.1) Auswahl der Aufnahme­flächen

Die Flächen, auf denen die Vegetationsaufnahmen durchgeführt werden sollten, mussten einige für die Fragestellung relevante Bedingungen erfüllen. Das wichtigste Kriterium war, dass darauf traditionelle Heuwirtschaft betrieben wird, das heißt maximal 3 Schnitte pro Jahr mit mäßiger biologischer Düngergabe.

Vor allem bei den ersten Flächen, die im Jahr 2017 aufgenommen wurden, spielte Frau Mag. Irmgard Ilg, damals noch Biodiversitätsexpertin des Naturparks, eine entscheidende Rolle. Sie kannte so manche Bauern in der Gegend, die noch traditionelle Heuwirtschaft betrieben und dementsprechend interessante Flächen zu bieten hatten. 2018 gab Frau Ilg jedoch ihre Stelle ab und wir versuchten selbst und auch mit Hilfe des Natura2000-Gebietsbetreuers, Mag. Peter Hochleitner, weitere Bauern mit interessanten Flächen ausfindig zu machen.

Neben dem Hauptkriterium der Heutrocknung war es wichtig, dass es sich um Milchbetriebe handelt (in der Region zum Großteil Lieferanten der Bio-Marke „Zurück zum Ursprung“). Zusätzlich wurden Flächen mit Festmist statt Gülledüngung bevorzugt, wobei Gülledüngung aber kein Ausschlusskriterium darstellte.

Die genaue Positionierung der Vegetationsaufnahmen in den Mähwiesen erfolgte aufgrund der überschaubaren Anzahl an geeigneten Betrieben subjektiv. Es wurde versucht, dass die ausgewählten 10 Quadratmeter einen möglichst guten floristischen Querschnitt der jeweiligen Mähwiese ergeben. Die Auswahl der 10 Quadratmeter Plot-Flächen erfolgte mit dem Ziel, die floristische Diversität der Wiesenstücke möglichst gut abzubilden, Randsituationen wurden vermieden. Es wurden grundsätzlich mehrere Aufnahmen in einer Wiese gemacht. Wenn möglich, wurde auch darauf geachtet, dass bei jedem Betrieb der 1. und der 2. Aufwuchs dokumentiert wurde. Neben den Aufnahmen in den „normalen“ Wirtschaftswiesen wurden auch einige Biodiversitätshotspots, in Form von Feuchtwiesen oder sehr trockenen Standorten, die zwar auch der Heugewinnung dienen, aber oft nur einmal im Jahr gemäht werden, aufgenommen. Dies diente vor allem dazu, die mögliche Bandbreite an Arten in Wiesen der Region zu erfassen.

Die Vegetationsaufnahmen wurden zum Großteil in der Gemeinde Neumarkt in der Steiermark durchgeführt, teilweise aber auch in St. Lambrecht.

3.2) Vegetationsaufnahmen

Alle Freilanduntersuchungen wurden im Zeitraum von 2. Juni bis 18. August durchgeführt, teils schon 2017, der Großteil aber 2018. Die Vegetationsaufnahmen selbst wurden nach der Methode von Braun-Blanquet (BRAUN-BLANQUET 1964) durchgeführt. Dabei werden innerhalb der abgesteckten Probefläche von 10 Quadratmetern, alle vorkommenden Arten, inklusive bodenbewohnender Moose und Flechten, aufgelistet und deren Deckung in Prozent geschätzt. Zusätzlich wurde die Deckung von Kraut- und Moosschicht, die Gesamtdeckung, sowie von Gestein bzw. Streu, falls vorhanden, angegeben. Um die „ β -diversity“ zu berechnen und die Auswirkungen der aktuellen Bewirtschaftungsweisen auf die Ausbreitung der Arten abschätzen zu können, wurden auch die Artenzahlen auf 1 Quadratzentimeter, 1 Quadratdezimeter und 1 Quadratmeter erhoben. Dabei wurden die Kanten der quadratischen Aufnahmeflächen (Seitenlänge 3,16 m) immer Nord-Süd ausgerichtet und in der Süd-West-Ecke begonnen mit der Aufnahme von 1 Quadratzentimeter, größer werdend bis 1 Quadratmeter und dann erst die gesamte Probefläche mit 10 Quadratmetern.

Neben Pflanzenarten und deren Deckungswerten wurden noch GPS-Koordinaten, durchschnittliche bzw. maximale Höhe der Krautschicht und abiotische Parameter, wie Seehöhe, Exposition, Hangneigung, Geländeform, Bodengründigkeit und Bodenfeuchte notiert. Die Koordinaten, Seehöhe, Exposition und Hangneigung wurden mittels Smartphone-Apps (Physics Toolbox, Protractor, Genauer Höhenmesser und Google Maps) ermittelt und die Bodengründigkeit mithilfe eines Betoneisenstückes mit 10 mm Durchmesser und 70 cm Länge, sowie eines 10 cm langen, um 90° gebogenes Endstück als Handgriff, durch Eindrücken in den Boden gemessen. Geländeform und Bodenfeuchte beruhen auf subjektiven Beobachtungen. Für die Dokumentation der Bewirtschaftungsmaßnahmen, welche oftmals den größten Einfluss auf die dort vorkommenden Arten haben, wurden strukturierte Interviews mit den Bewirtschaftern geführt. Ein Beispiel eines Aufnahmebogens befindet sich im Anhang.

Bestimmt wurden die Gefäßpflanzenarten mithilfe von KLAPP & VON BOBERFELD (2004), KLAPP & VON BOBERFELD (2011), JÄGER et al. (2017) und FISCHER et al. (2008). Nach letzterem richtet sich auch die Nomenklatur.

Die Moose wurden nach FRAHM & FREY (2004) identifiziert und benannt.

3.3) Auswertung

3.3.1) Pflanzensoziologische Auswertung

Die Feldprotokolle wurden mithilfe des Programms TURBOVEG digitalisiert und in Tabellenform gebracht. Um das spätere pflanzensoziologische Sortieren der Tabelle zu erleichtern, wurden nicht nur die 61 eigenen Vegetationsaufnahmen, sondern auch 43 Fremdaufnahmen aus dem Jahre 2005 von HASSLER (2005), die auch in der Region erhoben wurden, in die Datenbank übertragen. TURBOVEG bietet auch die Option, die GPS-Daten der Aufnahmen im Google Earth anzeigen zu lassen oder als Shape-file zu exportieren. Der exportierte Shape-file wurde in das Fernerkundungsprogramm „Q-Gis“ eingespielt, womit Karten, die die Lage der einzelnen Aufnahmen im Untersuchungsgebiet darstellen, gefertigt werden konnten (siehe Kapitel 2.1 bzw. 2.3).

Um die vegetationskundlichen Daten jedoch weiter zu ordnen und sie nach pflanzensoziologischen Kriterien sortieren zu können, bedarf es eines zusätzlichen Tools: Die Daten wurden als xml-file exportiert und in das Programm JUICE (TICHY 2002) eingelesen. Ziel war es, häufig wiederkehrende Arten als diagnostische Arten zu erkennen. Dafür bietet JUICE viele Möglichkeiten:

Eine erste schnelle Möglichkeit ist die Twinspan-Analyse, bei der die Tabelle nach floristischer Ähnlichkeit divisiv in jeweils zwei Teile gespalten wird. Man kann die Teilungsschritte einstellen. Am sinnvollsten sind meistens nur die ersten zwei Teilungen, die dann einen, je nach Größenausmaß der Tabelle und Länge der wirkenden Gradienten, einen ersten guten Anhaltspunkt geben. Voraussetzung für die Anwendbarkeit einer Twinspan-Analyse ist eine unimodale Reaktion der Pflanzenarten entlang eines ökologischen Gradienten. Die Aufnahmen müssen sich also über und unter dem Optimum der auftretenden Arten erstrecken. Um herauszufinden, ob die Gradientenlänge ausreichend ist, wurde zuerst mit dem Programm Canoco 5 (TER BRAAK & ŠMILAUER, 2012) eine DCA-Analyse durchgeführt, die in Form eines Diagramms die floristische Nähe der Aufnahmen zueinander darstellt. Möchte man, um wirkende Gradienten besser zu erkennen, als Vektoren die ökologischen Zeigerwerte nach Ellenberg (ELLENBERG et al. 1992) anzeigen lassen, muss man dazu zuvor die Artnamen der Tabelle mit den Zeigerwerten verbinden. JUICE hat hierfür eine Datei hinterlegt, in der die Zeigerwerte nach Ellenberg gespeichert sind und kann bei Übereinstimmung der Schreibweise die Zeigerwerte automatisch zuordnen (BERG & MAGNES 2015).

Anhand der Ergebnisse der DCA, der Twinspan-Analyse und mithilfe errechneter, durchschnittlicher Zeigerwerte (am stärksten wirkend: Nährstoffgehalt und Feuchtigkeit) je Aufnahme wurde weiter händisch versucht Differentialarten zu finden, die nur in einer gewissen Gruppe von Vegetationsaufnahmen vorkommen bzw. dort ihren Schwerpunkt zeigen. Als Schwellenwert für das Zuteilen einer Differentialart zu einer Aufnahmen-Gruppe wurde eine Stetigkeit von mindestens 50 % im eigenen Cluster, die mindestens doppelt so hoch sein muss wie in den übrigen, festgelegt. Das Ergebnis war jedoch noch nicht zufriedenstellend, da der Großteil der selbst erhobenen Vegetationsaufnahmen noch immer

zu einem großen Cluster zusammengefasst war. Deshalb wurde zusätzlich noch das semi-supervised K-mean-clustering-Verfahren angewendet.

Dabei handelt es sich um ein nicht hierarchisches, agglomeratives Clusteranalyseverfahren, das mithilfe der Euklidischen Distanz zwischen den Aufnahmen Gruppierungen erstellt, die auf die Ähnlichkeit der Aufnahmen basieren (BERG & MAGNES 2015).

Um dieses Verfahren anwenden zu können, müssen Musteraufnahmen ausgewählt werden. Da die Tabelle zu diesem Zeitpunkt schon relativ gut geordnet war, wurden als Musteraufnahmen jene Aufnahmen gewählt, die in der momentan vorhandenen Gruppierung die jeweiligen Cluster am besten repräsentieren. Um dem Verfahren mehr Freiheit zu geben, wurde die „Semi-supervised classification“ gewählt, die es dem Programm erlaubt mehr Cluster zu erstellen, als die Anzahl der ausgewählten Musteraufnahmen vorgibt. Das Ergebnis war letztendlich sehr zufriedenstellend.

Schließlich wurde aus der JUICE-Datei eine Excel-Tabelle exportiert, in der mithilfe von ELLMAUER & MUCINA (1993), OBERDORFER (1980) und SPRINGER (2017), die festgelegten Cluster pflanzensoziologisch zugeordnet wurden.

3.3.2) Auswertung Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren

Um Zusammenhänge zwischen der Pflanzen-Biodiversität in den Heuwiesen und den Bewirtschaftungsformen bzw. der Umweltfaktoren finden zu können, wurden alle relevanten Kopfdaten aus der „Juice-Datei“ als Tabelle exportiert (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Wichtige Kopfdaten der Vegetationsaufnahmen

Umweltfaktoren	Bewirtschaftungsfaktoren	Biodiversitäts-Parameter
Seehöhe (m)	Nutzung	Gesamtartenzahl
Radiation*	Düngung	Gesamtartenzahl ohne Moose
Hangneigung (°)	Nachbeweidung	Artenzahl Moose
Geländeform		Artenzahl Kryptogamen
Bodentiefe (cm)		Artenzahl Kräuter
		Artenzahl Gräser
		Rote Liste Arten
		Gesamtdeckung

*Die Radiation wurde anstelle der Exposition verwendet. Sie schätzt die direkt einfallende Strahlungs- und Wärmemenge und wird als Dezimalzahl von null bis eins angegeben (0 bedeutet am wenigsten Strahlung/Wärme; 1 am meisten) Sie wurde mit der Formel von McCUNE & KEON (2002) berechnet, in der die geografische Breite, die Exposition und die Hangneigung einfließen:

$$-1,467 + 1,582 * \text{COS}(\text{lat}) * \text{COS}(\text{asp}) * \text{SIN}(\text{slo}) * \text{SIN}(\text{lat}) - 0,262 * \text{SIN}(\text{lat}) * \text{SIN}(\text{slo}) + 0,607 * \text{SIN}(\text{asp}) * \text{SIN}(\text{slo})$$

Man erhält so eine Zahl, die linear den Strahlungszuwachs darstellt, wofür die Exposition schlecht geeignet ist, da sich die Lichtintensität von 1°-360° nicht kontinuierlich ändert, sondern zuerst zunimmt und dann wieder abnimmt.

Die Bewirtschaftungsfaktoren wurden jeweils in Kategorien eingeteilt.

Nutzungsintensität:

1 = 1x Mähen bzw. 1x Mähen + Beweidung das restliche Jahr

2 = 1-2x Mähen bzw. immer 2x Mähen

3 = 2-3x Mähen bzw. immer 3x Mähen

Düngungsintensität:

1 keine

2 Festmist

3 Gülle

Nachbeweidung:

0 nein

1 ja

Für die Bestimmung der Rote Liste Arten wurden die Werke NIKLFELD & SCHRATT-EHRENDORFER (1999) für die Gefäßpflanzen und GRIMS & KÖCKINGER (1999) für die Moose verwendet. Es wurden dabei auch die regional gefährdeten Arten berücksichtigt. Zusätzlich wurden Kräuter, die laut WESTRICH (2018) eine wichtige Nahrungsgrundlage für Wildbienen darstellen, aufgelistet.

Die Zusammenhänge von Bewirtschaftungs- bzw. Düngekategorien mit den Biodiversitäts-Parametern (Artenzahlen per Plot, z-values) wurden mithilfe von Boxplot-Diagrammen dargestellt und anschließend mit dem Kruskal-Wallis Test auf Signifikanz geprüft (SPSS 25, 2017). Als signifikant gelten Ergebnisse, die einen p-Wert unter 0,05 aufweisen (AMRHEIN et al. 2017).

Um die Umwelt- bzw. Bewirtschaftungsfaktoren auch mit der „β-diversity“ vergleichen zu können, wurden die Artenzahlen der jeweiligen Plotgrößen 1 Quadratcentimeter, 1 Quadratdezimeter und 1 Quadratmeter in einer Tabelle aufgelistet und zwischen den Plotgrößen einer Aufnahme die „Steigung“ der „species–area relationship curve“, den sogenannten z-Wert, berechnet. Die Formel zur Berechnung des z-Wertes stammt aus dem Potenzgesetz der „species–area relationship“ (CONNOR & MCCOY 1979): $S = k A^z$ (mit S = Artenzahl, A = Fläche, k und z = eingesetzte Parameter). Dieses Gesetz hat sich als guter Indikator für die Zunahme des Artenreichtums mit der Fläche auf jeder räumlichen Skala erwiesen. Die Formel zur Berechnung des z-Wertes lautet (POLYAKOVA et al. 2016):

$$z = \log_{10} \left(\frac{S_{\gamma}}{S_{\alpha}} \right) / \log_{10} \left(\frac{A_{\gamma}}{A_{\alpha}} \right)$$

S_{γ} = Artenzahl im größeren Plot; S_{α} = Arten im kleineren Plot

A_{γ} = Fläche des größeren Plots; A_{α} = Fläche des kleineren Plots

Anschließend wurden die z-Werte von Aufnahmegruppen, die jeweils eine bestimmte Bewirtschaftungsintensität widerspiegeln, zusammengefasst und als Boxplot-Diagramm dargestellt. Die Ergebnisse (die Boxplots) der jeweiligen Bewirtschaftungsintensität (Nutzung 1-3; Düngung 1-3) wurden schließlich untereinander verglichen um Schlüsse ziehen zu können, bei welcher Nutzungs- bzw. Düngungsstufe die „ β -diversity“ am höchsten ist.

4) Ergebnisse

4.1) Pflanzengesellschaften

Alle gefundenen Pflanzengesellschaften gehören zur Klasse der Molinio-Arrhenatheretea (Nährstoffreiche Mäh- und Streuwiesen, Weiden, Flut- und Trittrasen). Insgesamt wurden drei verschiedene Assoziationen in den drei verschiedenen Verbänden Arrhenatherion, Phyteumo-Trisetion und Calthion bzw. in den zwei Ordnungen Arrhenatheretalia und Molinietales identifiziert. Bei der Einteilung und Hierarchie wurde versucht, sich möglichst an der österreichischen Gliederung von ELLMAUER & MUCINA (1993) zu orientieren.

Klasse Molinio-Arrhenatheretea (Nährstoffreiche Mäh- und Streuwiesen, Weiden, Flut- und Trittrasen)

Ordnung Molinietales (Nasse Wiesen und Hochstaudenfluren)

Verband Calthion (Feucht- und Nasswiesen)

Assoziation Angelico-Cirsietum palustris (Sumpf-Distel-Wiesen)

Ordnung Arrhenatheretalia (Gedüngte Frischwiesen und -weiden)

Verband Arrhenatherion (Tal-Fettwiesen)

Assoziation Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum (Knollen-Hahnenfuß-Glatthaferwiesen)

Verband Phyteumo-Trisetion (Mittelgebirgs-Goldhaferwiesen)

Assoziation Poo-Trisetetum flavescens (Rispengras-Goldhaferwiese)

Anhand der DCA-Analyse konnte der Abstand der einzelnen Assoziation entlang verschiedener Gradienten, wie z.B. den Zeigerwerten „nutrients“ oder „moisture“, aber auch der Abstand einzelner Vegetationsaufnahmen zueinander innerhalb einer Assoziation, veranschaulicht werden (Abbildung 7). Das Poo-Trisetetum flavescens konnte mit nahen, aneinander liegenden Aufnahmen relativ gut abgegrenzt werden. Der Pfeil mit dem Zeigerwert „nutrients“ veranschaulicht auch deutlich die Nährstoffzunahme von „rechts-unten“ nach „links-oben“ innerhalb der Vegetationsaufnahmen dieser Gesellschaft und rechtfertigt die zusätzliche Trennung in einen nährstoffreichen und nährstoffarmen Flügel. Die Vegetationsaufnahmen des Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum liegen etwas weiter auseinander, was die Abgrenzung schon schwieriger gestaltete. Bei dem Angelico-Cirsietum palustris liegen die Aufnahmen weit auseinander, weswegen auch noch zwischen einem nährstoffreichen und nährstoffarmen Flügel unterschieden wurde. Die Aufnahmen, die sich in der Mitte der aufgespannten Fläche der DCA befinden, wo sich die Artengarnituren von den drei Pflanzengesellschaften treffen, waren am schwierigsten zuzuteilen. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Wiesen mit wenig Düngung an wechselfeuchten Standorten, die Magerkeitszeiger aus dem Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum, Feuchtezeiger aus dem Angelico-Cirsietum palustris und aber auch Charakterarten aus dem Poo-Trisetetum flavescens besitzen. Die Gradienten „slope“ und „radiation“ zeigen direkt ins Zentrum des

Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum, was bedeutet, dass Wiesen dieser Pflanzengesellschaft am ehesten an steilen, südexponierten Standorten vorkommen. Der Gradient „moisture“ zeigt, wie erwartet, Richtung Angelico-Cirsietum palustris, ebenso der Gradient, der die Anzahl der Rote Listen Arten angibt.

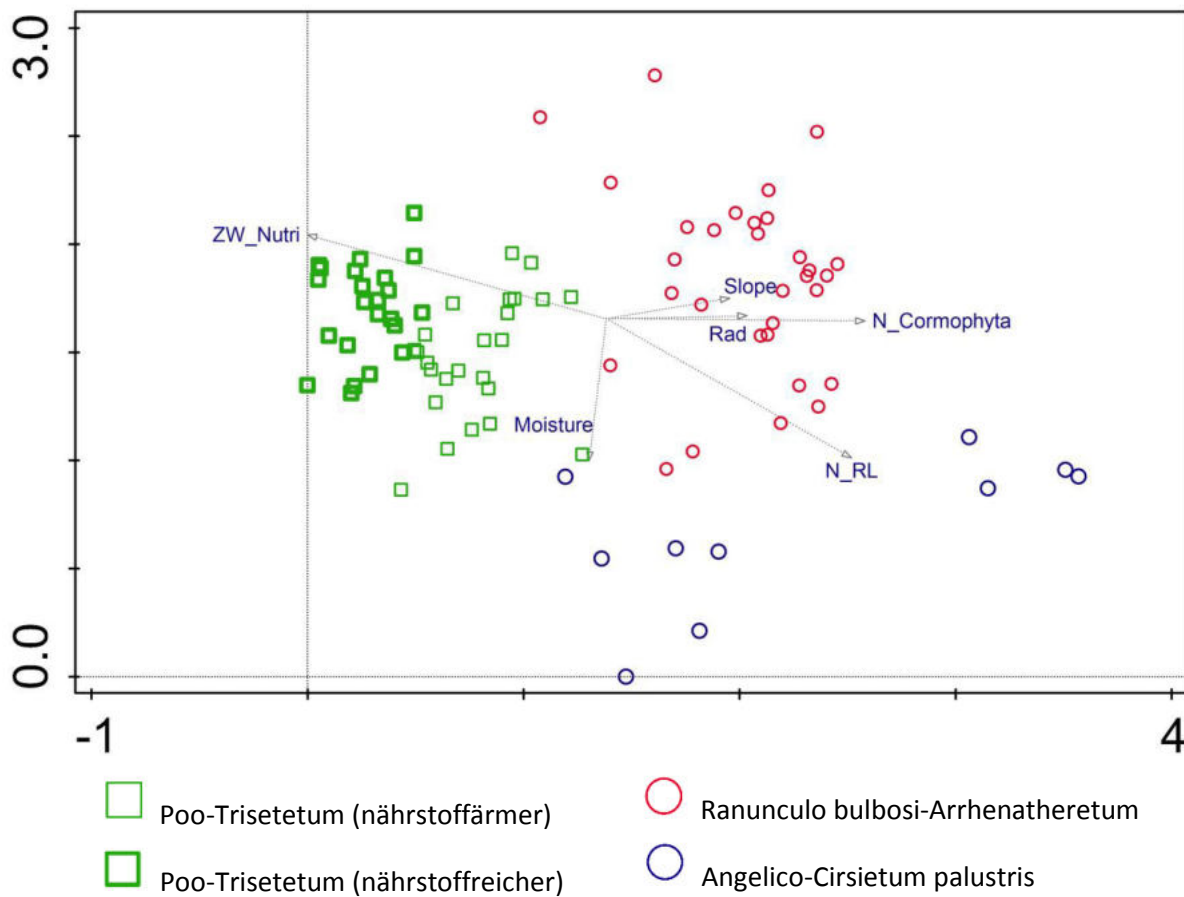


Abbildung 7: Verteilung Assoziationen laut DCA-Analyse.

4.1.1) *Angelico-Cirsietum palustris* (Sumpf-Distel-Wiesen)

Zur Assoziation *Angelico-Cirsietum palustris* gehören Teile der Flächen von den Hofstellen Pirker, Moser, Wallner und Schnedl, in denen die eigenen Vegetationsaufnahmen durchgeführt wurden und teils Aufnahmen von „See1“ von den hinzugefügten Fremdaufnahmen von HASSLER (2005). In der Vegetationstabelle (siehe Anhang) wird noch unterteilt in einen nährstoffarmen, stark vernässten Flügel, zu denen die Flächen der Hofstellen Moser, Schnedl (Abbildung 8) und auch „See1“ gehören und in einen nährstoffreichen, eher wechselfeuchten Flügel, zu denen die Flächen der Hofstellen Wallner und Pirker (Abbildung 9) zählen.

Die selbst erhobenen Heuwiesen des eher nährstoffarmen, stark vernässten Flügels befinden sich auf teils anmoorigen, fast ebenen Flächen (bei der Hofstelle Schnedl direkt anschließend zum Dürnberger Moor), die nur einmal im Jahr Ende Juni/Anfang Juli gemäht und nicht gedüngt werden. Mit 37 bis 47 Arten auf 10 Quadratmeter sind sie sehr artenreich. Das gewonnene Heu, das einen großen Anteil an Sauergräsern aufweist, wird als Futter für Jungrinder genutzt.



Abbildung 8: Nährstoffarmer, stark vernässter Flügel des *Angelico-Cirsietum palustris* (Bauer Schnedl links, Aufnahmedatum: 02.06.2018; Bauer Moser rechts, Aufnahmedatum: 03.06.2018).

Die Heuwiesen des eher nährstoffreichen, wechselfeuchten Flügels, befinden sich in Hanglagen mit Quellaustritten, die unregelmäßig mehr oder minder starke Vernässungen bewirken. Dadurch kommt es zu einem Mosaik aus feuchten, aber auch eher trockenen Stellen, was auch hier zu einer großen Artenvielfalt führt (zwischen 25 und 47 Arten auf 10 m²). Diese Flächen werden 1-2 Mal im Jahr gemäht (1.Schnitt frühestens Mitte Juni), nicht gedüngt, aber nachbeweidet. Das gewonnene Heu wird auch an Milchkühe verfüttert.



Abbildung 9: Nährstoffreicherer, wechselfeuchter Flügel des Angelico-Cirsietum palustris (Bauer Pirker, Aufnahme datum: 11.06.2018).

Die Kennart des Angelico-Cirsietum palustris ist *Cirsium palustris*. Zu den Trennarten gehören *Willemetia stipitata*, *Carex echinata*, *Carex rostrata*, *Ranunculus flammula* und *Senecio aquaticus*. In der Fläche der Hofstelle Pirker sind sowohl *Cirsium palustris* als auch *Willemetia stipitata* anzutreffen.

Laut ELLMAUER & MUCINA (1993) tritt in der montanen Stufe *Angelica sylvestris* zurück und *Persicaria bistorta* wird dominierend. Dies trifft auf alle erhobenen Flächen zu. Das Angelico-Cirsietum palustris steht zwischen den Caricetalia fuscae (Kleinseggengesellschaften der kalkarmen Niedermoore) und den Nardetalia (Borstgrasrasen) und ist in den Alpen vor allem über Silikatschiefern anzutreffen.

4.1.2) Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum (Knollen-Hahnenfuß-Glatthaferwiesen)

Diese Assoziation umfasst hauptsächlich die hinzugefügten Fremdaufnahmen von HASSLER (2005) und einige wenige selbst erhobene Vegetationsaufnahmen auf eher steileren, teils trockenen, nährstoffarmen Standorten. Dazu gehören Flächen der Hofstellen Schnedl, Sperl, Eugen und Moser (Abbildung 10 und 11). Diese Wiesen werden jährlich 1-2 Mal gemäht (1.Schnitt frühestens Mitte Juni), nicht oder nur mit wenig Festmist gedüngt und teilweise nachbeweidet. Sie zählen innerhalb der selbst erhobenen Flächen zu den artenreichsten (zwischen 30 und 59 Arten auf 10 m²). Das gewonnene Heu ist durch den hohen Kräuteranteil bestes Futter für die Milchkühe, jedoch sind all diese erhobenen mageren Heuwiesen sehr kleinflächig und nur mehr auf schwer bewirtschaftbaren Flächen zu finden. Noch dazu ist der Ertrag im Vergleich zu den gut gedüngten Wirtschaftswiesen relativ gering und sie werden daher auch von den Bauern als „unwirtschaftliche“ Fläche betrachtet.



Abbildung 10: Trockene Magerwiesen (Fam. Sperl, Aufnahmedatum: 10.06.2018).



Abbildung 11: Trockene, steile Magerwiese (Fam. Schnedl, Aufnahmedatum: 02.06.2018).

Diese trockene, magere Gesellschaft des Arrhenatherion wird durch Arten der Festuco-Brometea (Trocken-, Halbtrockenrasen und basiphile Magerrasen) wie z. B. *Ranunculus bulbosus*, *Dianthus carthusianorum*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Galium verum*, *Linum catharticum* und *Trifolium montanum* von den anderen Gesellschaften des Verbandes unterschieden. Alle diese genannten Arten tauchen immer wieder in den Vegetationsaufnahmen, denen diese Pflanzengesellschaft zugeordnet wurde, auf. Auch andere Trennarten wie *Carex caryophyllea*, *Carex montana*, *Carlina acaulis*, *Lychnis viscaria* und *Silene nutans* sind auf einigen Flächen zu finden.

Das Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum zählt zu den artenreichsten Gesellschaften des Arrhenatherion, ist aber wegen des dürftigen Ertrages besonders durch Aufforstung, Intensivierung oder Verbrachung gefährdet. Laut ELLMAUER & MUCINA (1993) sind ungedüngte Fettwiesen sogar gefährdeter als Trockenrasen. „Sie gehören zu den gefährdetsten Vegetationstypen überhaupt und sind unmittelbar vom Aussterben bedroht.“ Zu Zeiten, als der noch knappe Wirtschaftsdünger bevorzugt auf die Äcker gebracht wurde, waren ungedüngte Fettwiesen weit verbreitet, sie waren auf guten Standorten die „normalen“ Wiesen.

4.1.3) Poo-Trisetetum flavescens (Rispengras-Goldhaferwiese)

Das Poo-Trisetetum flavescens umfasst den Großteil aller selbst erhobenen Heuwiesen und beschreibt somit die eigentlichen Wirtschaftswiesen in der Heumilchregion Neumarkt in der Steiermark. Jeder der untersuchten Betriebe besitzt Flächen, die zu dieser Pflanzengesellschaft gehören.

Da es zwischen den einzelnen Bauern und Flächen jedoch teils starke Bewirtschaftungsunterschiede gibt, wurde das Poo-Trisetetum flavescens in einen nährstoffarmen Flügel mit mäßiger Düngung (hauptsächlich Festmist, Abbildung 12 und 13) und eher extensiver Nutzung bzw. einen nährstoffreicheren Flügel mit eher intensiver Nutzung und teils Gülledüngung eingeteilt (Abbildung 14 und 15). Manche Aufnahmen des nährstoffreicheren Flügels zeigen sogar schon einen Übergang zum Ranunculo repens - Alopecuretum (Fuchsschwanz-Frischwiese). Alle Heuwiesen, die dieser Assoziation zugeordnet wurden, befinden sich auf gut bewirtschaftbaren, ebenen bis leicht geneigten Flächen frischer Standorte.

Der nährstoffärmere Flügel der Rispengras-Goldhaferwiesen beschreibt Heuwiesen, die im Schnitt zwei Mal gemäht (1. Mahd Mitte Juni, 2. Mahd Anfang - Mitte August) bzw. zwei Mal genutzt (Mahd im Juni und das restliche Jahr Beweidung) und entweder nur durch das Weidevieh oder mit Festmist gedüngt werden. Diese Form der Bewirtschaftung bringt mit 22 bis 47 Arten (im Schnitt 31 Arten) pro 10 Quadratmeter auch recht artenreiche Wiesen, die noch dazu auch guten Ertrag liefern, hervor.



Abbildung 12: Nährstoffärmerer Flügel des Poo-Trisetetum flavescens (Bauer Eugen, Aufnahmedatum links: 15.06.2017, rechts: 17.08.2017).



Abbildung 13: Nährstoffärmerer Flügel des Poo-Trisetetum flavescens (Bauer Wölfel, Aufnahme datum: 30.07.2018).

Der nährstoffreichere Flügel beschreibt Heuwiesen, die im Schnitt zwei bis drei Mal gemäht (tendenziell aber eher drei Mal) und teils mit Gülle etwas stärker gedüngt werden. Dabei entstehen sehr dichte Wiesenbestände, die vor der ersten Mahd manchmal schon dazu neigen umzufallen und mit 16 bis 33 Arten auf 10 Quadratmetern (im Schnitt 25 Arten) zu den artenärmeren, jedoch wahrscheinlich zu den ertragreichsten Beständen der selbst erhobenen Heuwiesen gehören.



Abbildung 14: Nährstoffreicherer Flügel des Poo-Trisetetum flavescens (Bauer Liebchen links, Aufnahme datum: 03.06.2018; Fam. Sperl rechts, Aufnahme datum: 10.06.2018).



Abbildung 15: Nährstoffreicherer Flügel des Poo-Trisetetum flavescens (Bauer Kopfmüller, Aufnahme datum: 30.07.2018).

Das Poo-Trisetetum flavescens wird in der Literatur teils zum Arrhenatherion (OBERDORFER 1980), teils aber auch zum Polygono-Trisetion (ELLMAUER & MUCINA 1993) gezählt. Es nimmt also eine Mittelstellung zwischen den Tal-Fettwiesen und den Gebirgs-Goldhaferwiesen ein. Die Gesellschaft kommt hauptsächlich in der submontanen und montanen Stufe zwischen 800 bis 1200 m Seehöhe vor (ELLMAUER & MUCINA 1993).

Der entscheidende Unterschied im Artgefüge, im Vergleich zu den anderen Assoziationen des Arrhenatherions, liegt im vollständigen Ausfall des *Arrhenatherum elatius*. ELLMAUER & MUCINA (1993) und OBERDORFER (1980) geben an, dass die Assoziation dadurch mehr negativ als positiv charakterisiert werde. Die Kennart *Cardaminopsis halleri* konnte in den Vegetationsaufnahmen zwar nicht nachgewiesen werden, wurde aber bei den ersten Begehungen der Heuwiesen im April 2017 vor Ort häufig gesichtet. Zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen, die jeweils ab Juni starteten, war es vermutlich schon eingezogen. Entscheidend für die Zuordnung war schließlich die Dominanz von *Trisetum flavescens* und das Fehlen von *Arrhenatherum elatius*. Der Rest der Artzusammensetzung wäre einem Pastinaco-Arrhenatheretum sehr ähnlich.

4.1.4) Verteilung der Pflanzengesellschaften innerhalb der Hofstellen

Wie in den Kapiteln 4.1.1), 4.1.2) und 4.1.3) zuvor schon kurz beschrieben, sind die Pflanzengesellschaften Angelico-Cirsietum palustris und Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum auf einige wenige Hofstellen beschränkt, wobei aber das Poo-Trisetetum flavescens bei jedem Bauern vertreten ist. Anhand der DCA-Analyse, in der je Vegetationsaufnahme die Namen der Hofstellen eingeblendet sind (Abbildung 16), lässt sich gut erkennen, dass die meisten Bauern intensiv genutzte und weniger intensiv genutzte Flächen des Poo-Trisetetum flavescens bewirtschaften. Die Vegetationsaufnahmen der Hofstelle Sperl sind z.B. über die gesamte aufgespannte Fläche der DCA verteilt. Dies beweist, dass an ein und demselben Hof sehr intensiv genutzte, aber auch sehr extensiv genutzte Flächen existieren können.

Die Fremdaufnahmen von HASSLER (2005) liegen in Form kleiner Gruppen sehr nahe nebeneinander. Es wurden also anscheinend je Fläche mehrere Vegetationsaufnahmen direkt nebeneinander erhoben.

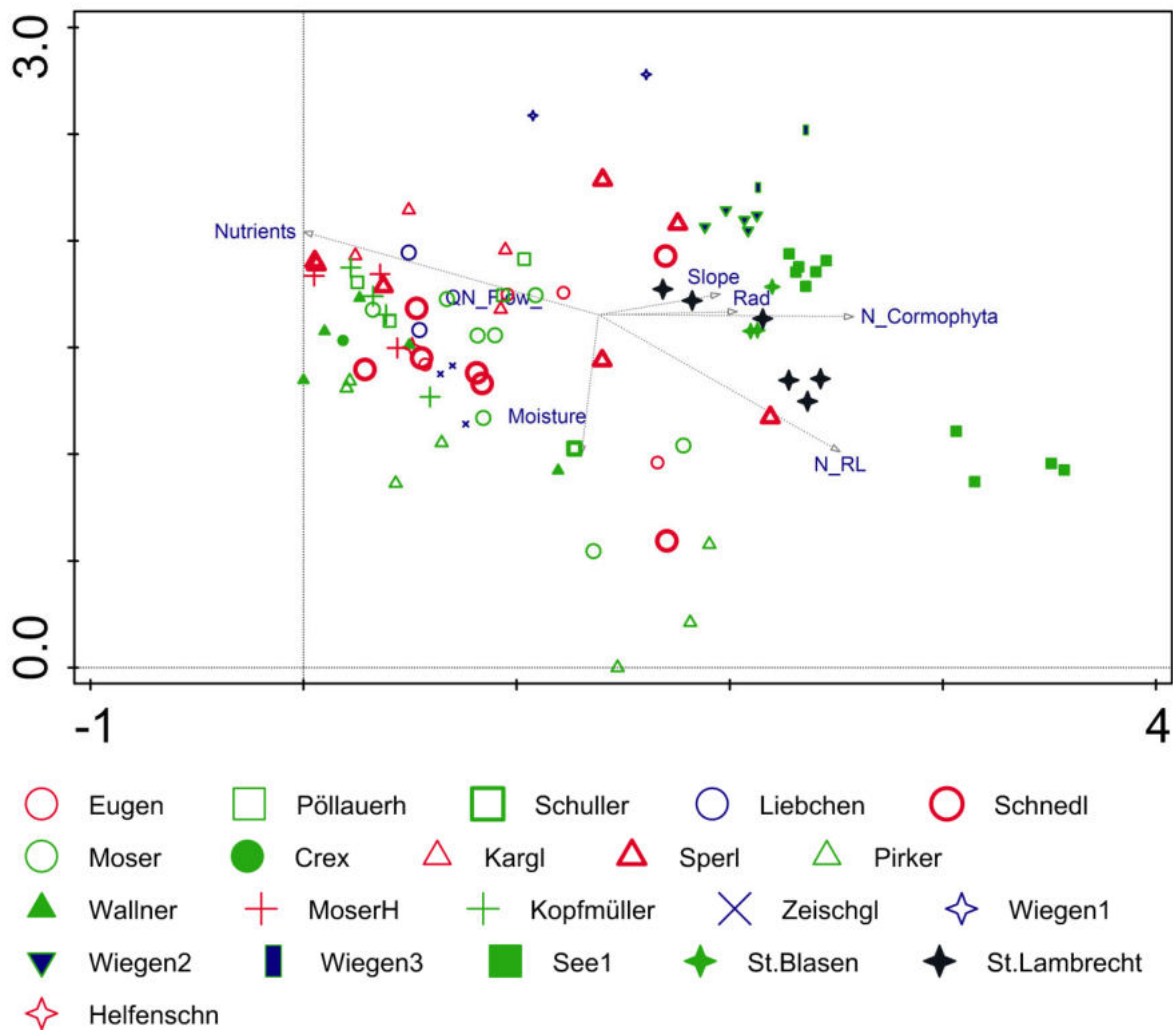
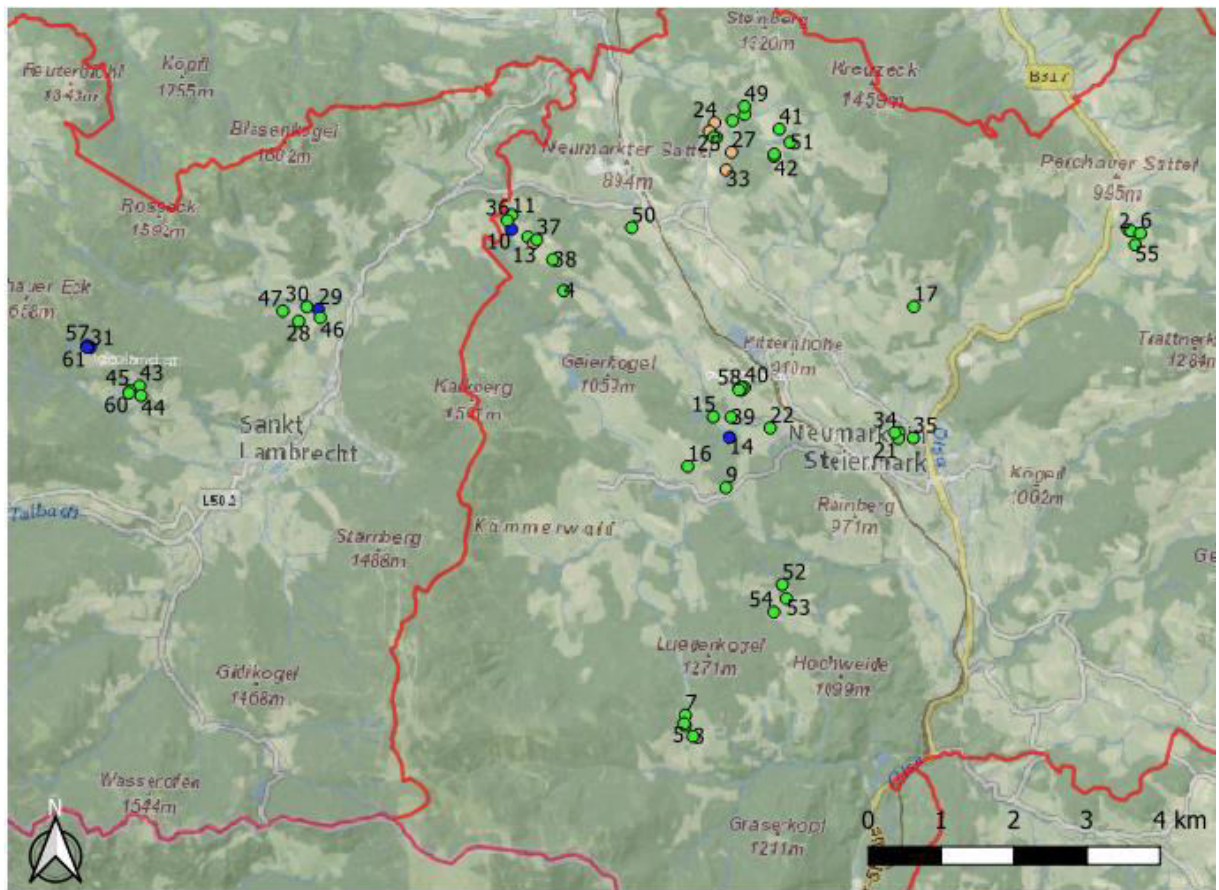


Abbildung 16: Aufteilung der Pflanzengesellschaften innerhalb der Hofstellen.

Die Pflanzengesellschaften der selbst erhobenen Flächen sind innerhalb des Untersuchungsgebiets recht gut verteilt. Nur das Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum, das ohnehin recht selten ist, ist hauptsächlich an der Hofstelle Sperl zu finden. In Abbildung 17 ist die Lage der verschiedenen Assoziationen dargestellt. Für eine bessere Zuordnung deckt sich die Beschriftung der einzelnen Vegetationsaufnahmen mit der Nummerierung in der Vegetationstabelle im Anhang.



- Gemeindegrenzen
- Vegetationsaufnahmen
 - Angelico-Cirsietum palustris
 - Poo-Trisetetum
 - Ranunculi bulbosi-Arrhenatheretum

Abbildung 17: Lage der verschiedenen Pflanzengesellschaften (Kartenquellen: DATA.GV.AT 2018a, DATA.GV.AT 2018b).

4.2) α -Diversity

Bei den eigenen Vegetationsaufnahmen wurden Gesamtartenzahlen zwischen 16 und 59 Arten (am 10 Quadratmeter Plot) erhoben. Berechnet man das Arithmetische Mittel der Gesamtartenzahl von allen Vegetationsaufnahmen, erhält man eine durchschnittliche Artenzahl von 31 Arten. In den folgenden Diagrammen wurde versucht, die wichtigsten Faktoren, die diese Gesamtartenzahl, aber auch andere Biodiversitäts-Parameter der Flächen beeinflussen, darzustellen.

4.2.1) Faktor Hangneigung

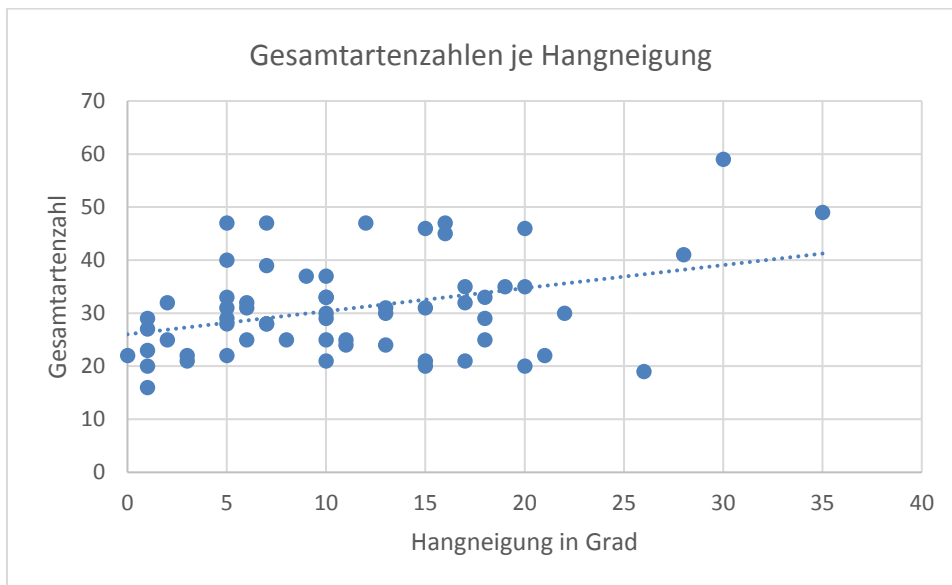


Abbildung 18: Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen in Beziehung auf die Hangneigung.

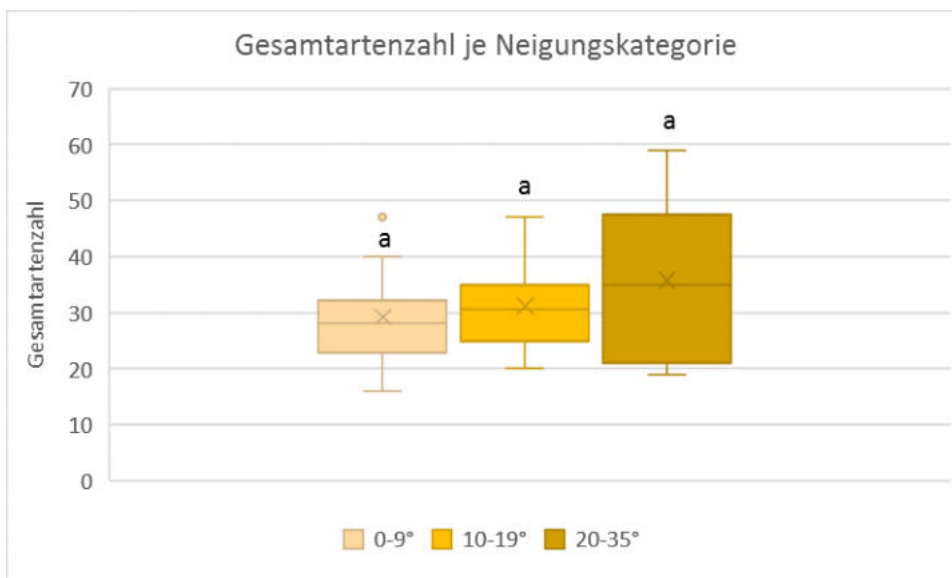


Abbildung 19: Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen in Beziehung auf die Hangneigung, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Anhand der Abbildung 18 und 19 lässt sich erkennen, dass die Gesamtartenzahl positiv mit der Hangneigung korreliert. Je steiler die Flächen also waren, desto mehr Arten konnten auf den Flächen gefunden werden. Jedoch weisen diese Ergebnisse keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den 3 Kategorien auf.

4.2.2) Faktor Nutzungsintensität

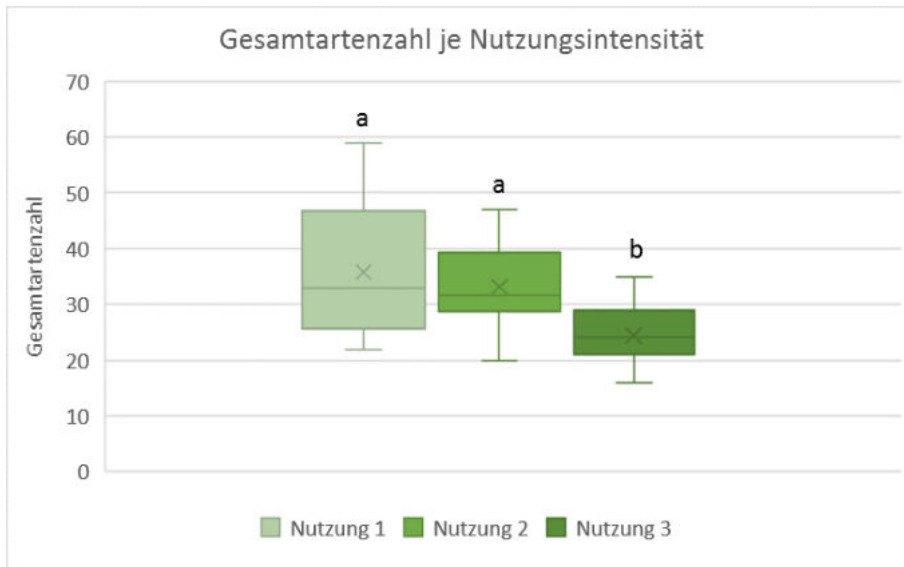


Abbildung 20: Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Die Nutzungsintensität zeigte einen signifikanten Zusammenhang mit der Gesamtartenzahl der Vegetationsaufnahmen (Abbildung 20). Je stärker die Wiesenflächen genutzt werden, also je öfter sie gemäht wurden, desto weniger Arten kommen dort vor.

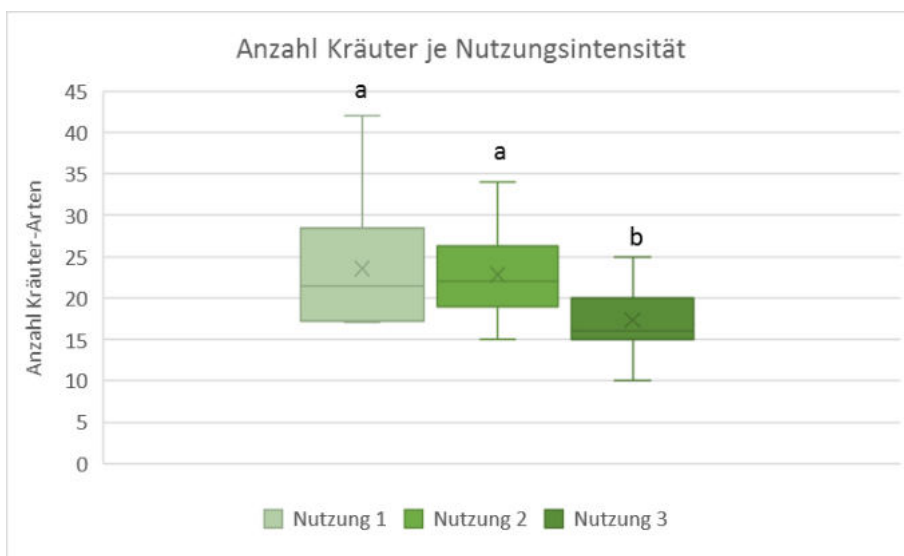


Abbildung 21: Anzahl der Kräuter-Arten der Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Auch in Bezug auf die Anzahl der Kräuter gab es einen signifikanten Zusammenhang. Kräuter nahmen bei einer zunehmenden Nutzung ebenfalls ab (Abbildung 21).

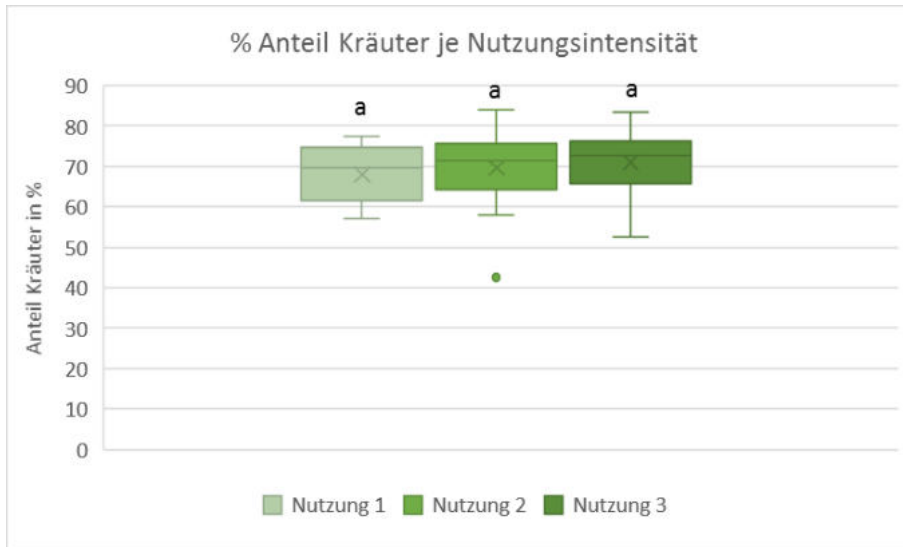


Abbildung 22: Anteil der Kräuter-Arten in den Vegetationsaufnahmen (in %) in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Berechnete man jedoch den prozentuellen Anteil der Kräuter-Arten an der Gesamtartenzahl der Vegetationsaufnahmen, so gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Nutzungskategorien (Abbildung 22). Der Anteil der Kräuter-Arten war also bei allen erhobenen Flächen mit durchschnittlich 70 % ähnlich.

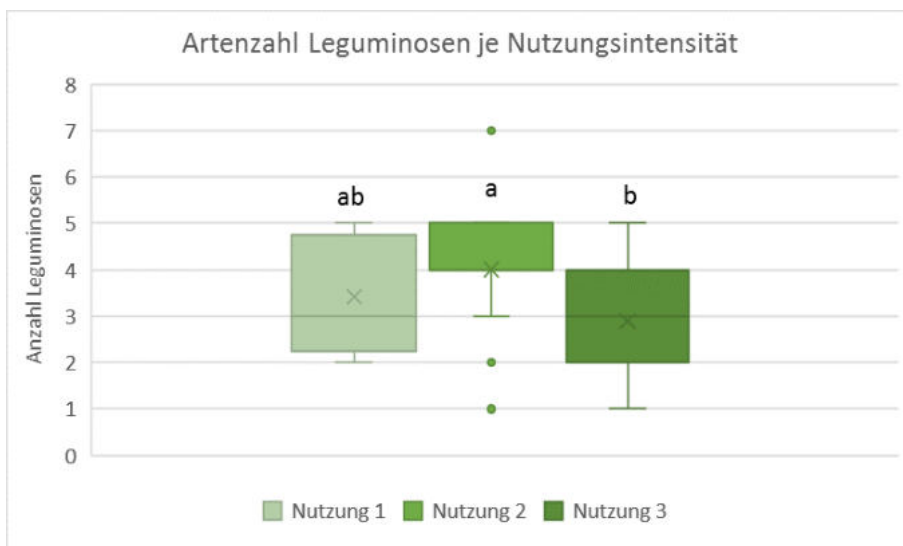


Abbildung 23: Artenzahlen der Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Die Anzahl der Leguminosen-Arten war bei mittlerer Nutzungsintensität am größten und bei starker Nutzung am geringsten (Abbildung 23). Auf den zweischürigen Wiesen waren im Schnitt sogar mehr Leguminosen-Arten zu finden als auf den einschürigen.

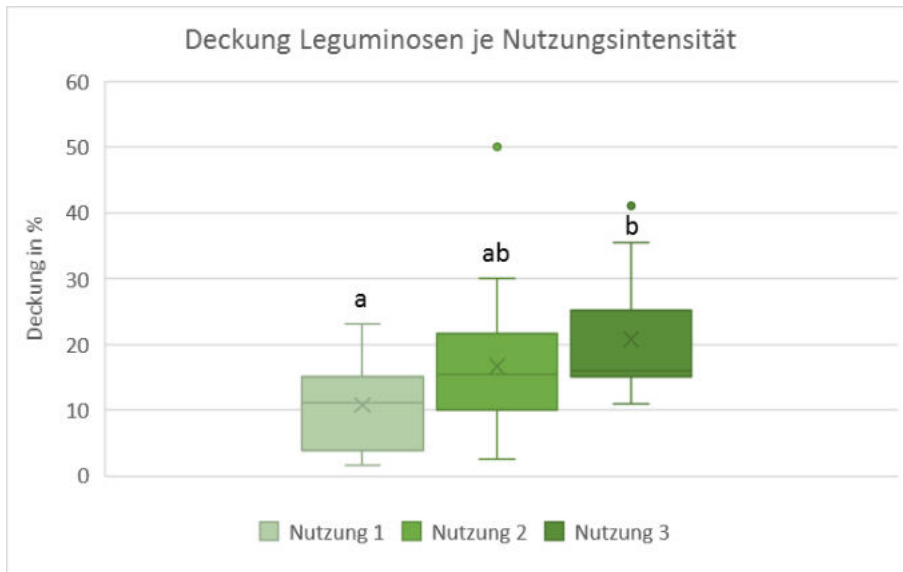


Abbildung 24: Deckung der Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen (in %) in Bezug auf die Nutzungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Andererseits nahm die Deckung der Leguminosen mit zunehmender Nutzungsintensität zu (Abbildung 24). Die Deckung der Leguminosen wird hauptsächlich von *Trifolium repens* und *Trifolium pratense* bestimmt (*Vicia cracca* agg., *Lathyrus pratensis* und *Lotus corniculatus* agg. nehmen nur kleine Deckungswerte ein).

4.2.3) Faktor Nachbeweidung

Auch die Nachbeweidung kann sich durch Trittschäden, die die Grasnarbe etwas öffnen und dadurch wieder Platz für Keimlinge zur Verfügung stellen oder durch Diasporentransport von anderen Wiesen durch das Weidevieh, positiv auf die Biodiversität auswirken. In Abbildung 25 sind in der Trittspur einer Kuh bereits Keimlinge zu sehen, die den neu verfügbaren Platz an der Sonne schon nutzen.



Abbildung 25: Keimlinge in einer Trittspur von Weidevieh (Aufnahmedatum: 15.06.2017).

4.2.4) Faktor Düngungsintensität

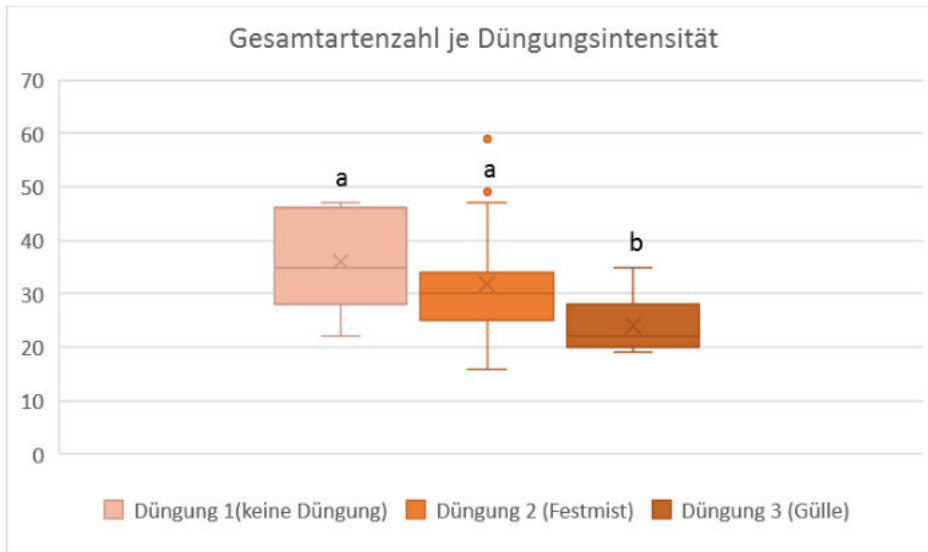


Abbildung 26: Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Die Auswirkungen der Düngung auf die Artenvielfalt der Wiesen waren denen der Nutzungsintensität sehr ähnlich. Das erscheint auch logisch, da mehr Nutzungen auch eine stärkere Düngergabe mit sich bringen. Es gab also auch einen signifikanten Zusammenhang zwischen Düngungsintensität und der Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen. Je stärker gedüngt wird, desto weniger Arten kommen in den Flächen vor (Abbildung 26).

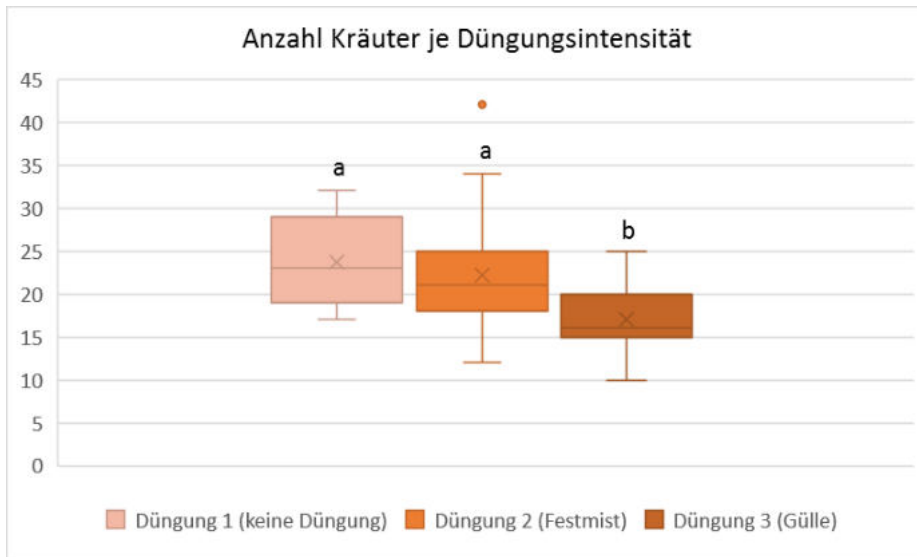


Abbildung 27: Anzahl der Kräuterarten der Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Auch zwischen der Anzahl der Kräuter und der Düngungsintensität gab es eine signifikante negative Korrelation (Abbildung 27). Mit zunehmender Düngergabe verschwinden immer mehr Kräuter von den Flächen.

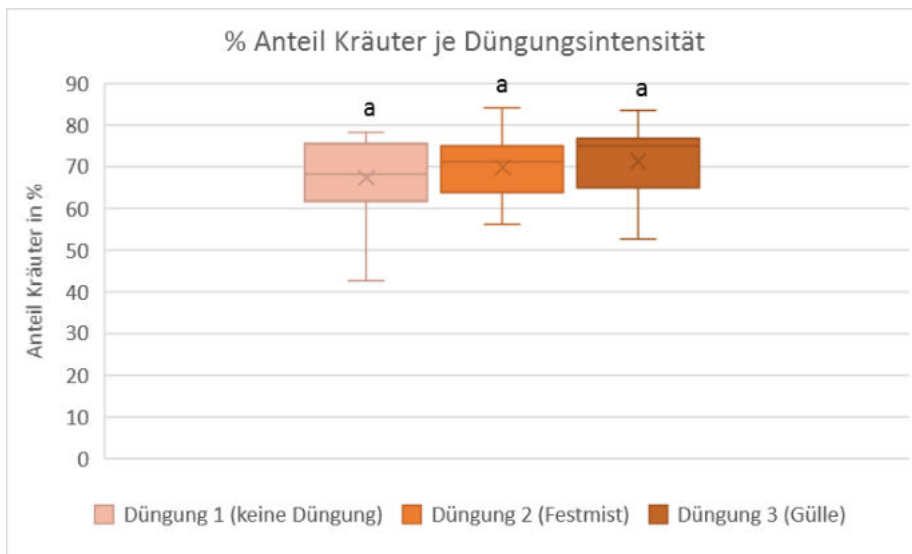


Abbildung 28: Anteil der Kräuterarten in den Vegetationsaufnahmen (in %) in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Der prozentuelle Anteil der Kräuter an der Gesamtartenzahl der Vegetationsaufnahmen blieb jedoch, ähnlich wie bei der Auswertung zur Nutzungsintensität, relativ konstant (Abbildung 28). Es ist kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Düngungskategorien erkennbar.

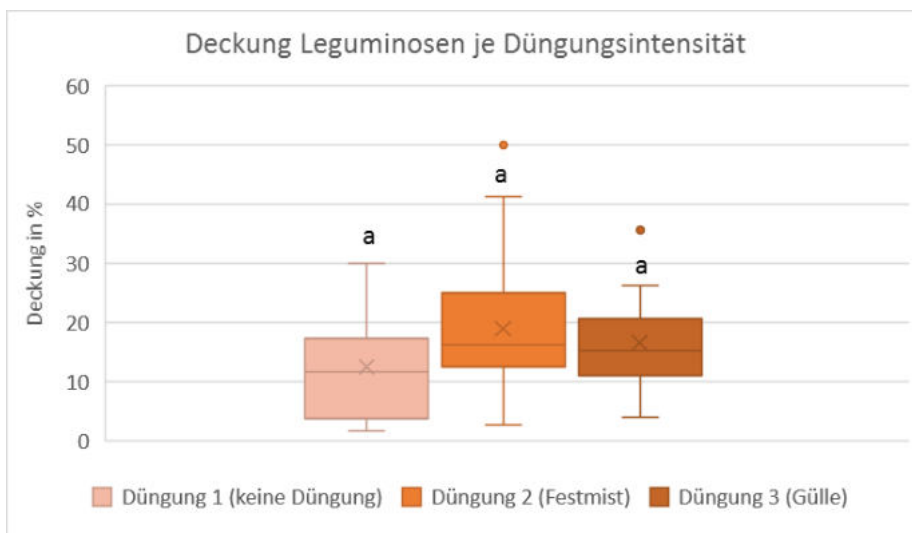


Abbildung 29: Deckung der Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen (in %) in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Bei der Deckung der Leguminosen in Bezug auf die Düngergabe zeigte sich nun ein anderes Bild als bei der Auswertung in Bezug auf die Nutzungsintensität. Die Deckung der Leguminosen scheint bei der Düngung mit Festmist am höchsten zu sein und nimmt jeweils bei einer

Düngung mit Gülle oder keiner Düngung wieder ab (Abbildung 29). Dieses Ergebnis beschreibt jedoch keinen signifikanten Zusammenhang und sollte etwas kritisch betrachtet werden.

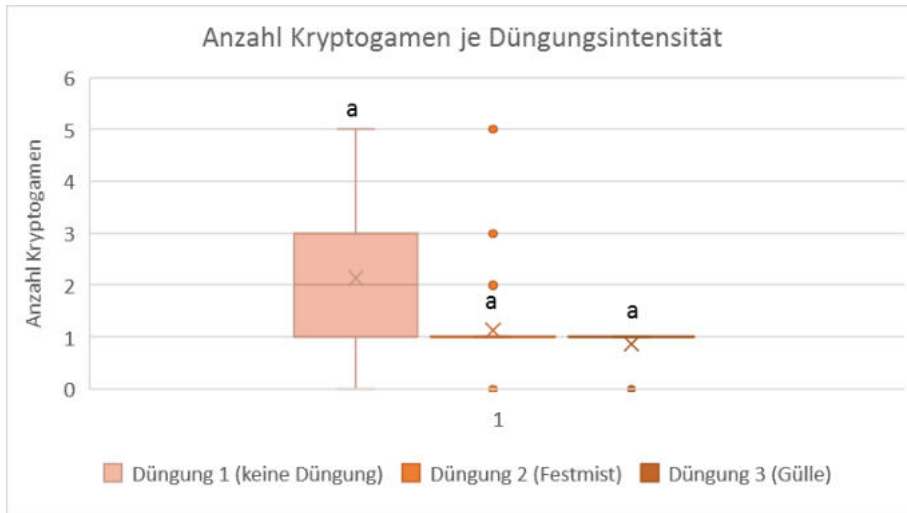


Abbildung 30: Anzahl der vorkommenden Kryptogamen in den Vegetationsaufnahmen in Bezug auf die Düngungsintensität, eingeteilt in 3 Kategorien. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Zu guter Letzt wurde auch noch das Vorkommen von Kryptogamen (Moose, Schachtelhalme) in Bezug auf die Düngungsintensität ausgewertet. Abbildung 30 zeigt den Zusammenhang zwischen Düngergabe und Kryptogamen-Artenzahlen. Je mehr Dünger, desto weniger Moose und Schachtelhalme kommen vor (jedoch keine Signifikanz). Bei der Düngung mit Gülle verbleibt sowieso nur mehr eine Art, das Moos *Brachythecium rutabulum*.



Abbildung 31: Keimlinge auf einen Stück Festmist (Aufnahmedatum: 17.06.2017).

Die Düngung mit Festmist hat im Vergleich zur Düngung mit Gülle noch andere positive Auswirkungen auf die Biodiversität: Diasporen, welche die Tiere mit dem Heu aufgenommen haben, landen über den Festmist wieder auf den unterschiedlichen Wiesenparzellen. Sie sorgen somit für eine natürliche Verjüngung, verbinden die einzelnen Parzellen eines Betriebes und tragen zum Erhalt der genetischen Vielfalt innerhalb der Arten bei. In Abbildung 31 sind dutzende Keimlinge zu erkennen, die aus dem ausgebrachten Festmist keimen.

4.3) β -Diversity

Der sogenannten z-Wert, der die Steigung der „species–area relationship curve“ angibt, war im Durchschnitt am Übergang von der kleinsten Plotgröße (1 Quadratcentimeter) zur nächst größeren (1 Quadratdezimeter) am höchsten. Nahm dann beim Übergang von 1 Quadratdezimeter zu 1 Quadratmeter stark ab und wies beim Übergang zur größten Plotgröße (10 Quadratmeter) den niedrigsten Wert auf (Abbildung 32). Das heißt, die Steigung dieser „species–area relationship curve“ wird mit zunehmender Plotgröße immer kleiner (abflachend, siehe Abbildung 33). Je größer die Fläche also wird, desto weniger Arten kommen dazu (theoretisch: bis irgendwann der „species-pool“ des Gebietes erreicht ist und keine neuen Arten mehr dazu kommen können).

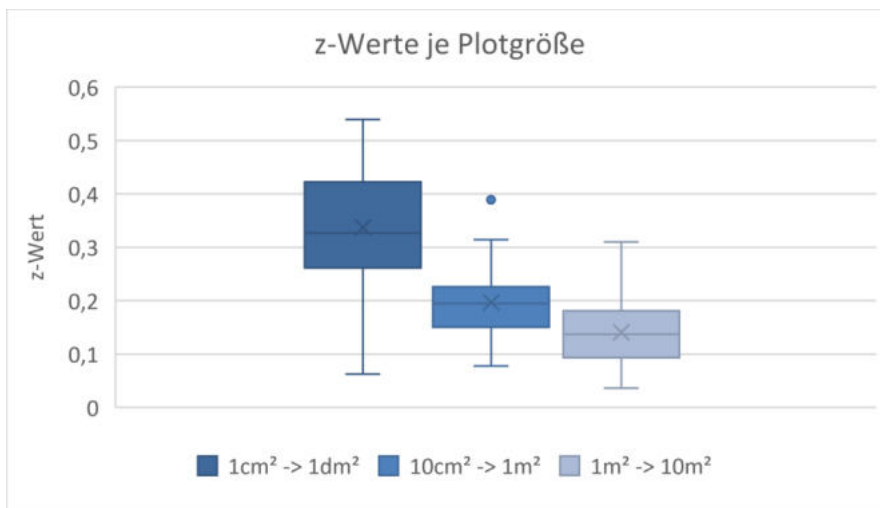


Abbildung 32: Berechnete z-Werte aller Vegetationsaufnahmen zwischen den einzelnen Plotgrößen.

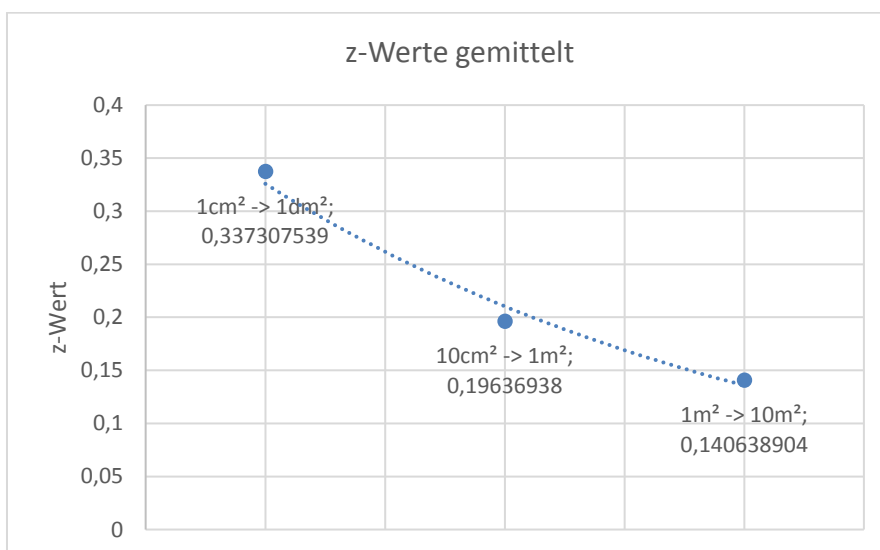


Abbildung 33: Arithmetische Mittelwerte aller berechneter z-Werte aller Vegetationsaufnahmen.

4.3.1) Faktor Nutzungsintensität

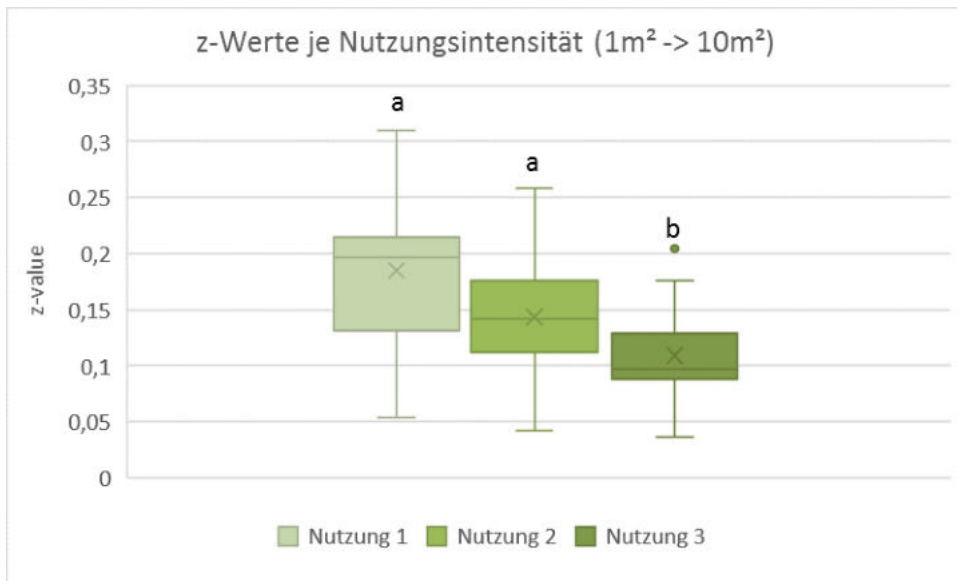


Abbildung 34: z-Werte bei 1m²->10m² in Bezug auf die Nutzungsintensität. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

In Bezug auf die Nutzungsintensität der Flächen zeigte sich, dass bei zunehmender Nutzung der z-Wert beim Übergang von 1 Quadratmeter zu 10 Quadratmeter abnimmt, die β -Diversität mit zunehmender Nutzung also sinkt (Abbildung 34). Bei den Übergängen von 1 Quadratmeter zu 1 Quadratdezimeter bzw. von 1 Quadratdezimeter zu 1 Quadratmeter zeigte sich dieses Ergebnis nicht so eindeutig.

4.3.2) Faktor Düngungsintensität

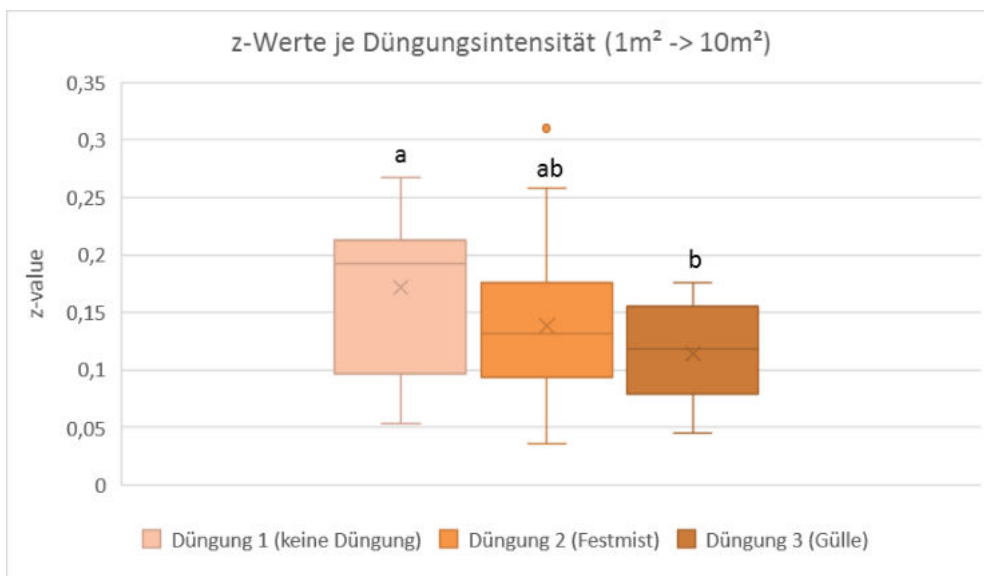


Abbildung 35: z-Werte bei 1m²->10m² in Bezug auf die Düngungsintensität. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien an ($p < 0,05$).

Auch in Bezug auf die Düngungsintensität zeigte sich ein ähnliches Bild. Je stärker die Düngergabe, desto niedriger die β -Diversität (Abbildung 35). Doch auch hier gilt dieses Ergebnis nur für den Übergang zum größten Plot.

4.4) γ -Diversity

Insgesamt wurden in der Region Neumarkt in der Steiermark 211 Arten in den Heuwiesen gefunden. Davon 144 Kräuterarten, 47 Grasarten, 16 Moosarten und 4 Baumarten (als Keimlinge). Die am häufigsten auftretenden Arten waren (mit einer Stetigkeit über 80 %): *Achillea millefolium* agg., *Cerastium holosteoides*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus acris*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* und würde man die Feuchtwiesen nicht mit einrechnen, auch noch *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale* agg. und *Veronica chamaedrys* agg..

4.4.1) Rote Liste Arten

Unter den selbst erhobenen Arten finden sich vier Gefäßpflanzen und eine Laubmoos-Art, die zu den Roten Listen Österreichs (NIKLFELD & SCHRATT-EHRENDORFER 1999, GRIMS & KÖCKINGER 1999) zählen. In der Tabelle 2 sind deren Gefährdungsstufen und Vorkommen in den untersuchten Flächen aufgelistet.

Tabelle 2: Rote-Liste Arten

Name	Gefährdungsgrad	Vorkommen
<i>Astragalus cicer</i>	vom Aussterben bedroht	Magerwiese (Sperl)
<i>Avenula pratensis</i>	österreichweit gefährdet (im Alpenraum stark gefährdet)	Magerwiesen (Sperl, Eugen)
<i>Campanula glomerata</i>	gefährdet	Magerwiese (Eugen)
<i>Salix repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>	gefährdet	Magerwiese (Eugen)
<i>Silaum silaus</i>	österreichweit gefährdet (im Alpenraum stark gefährdet)	Goldhaferwiese (Eugen)
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	gefährdet	Feuchtwiesen (Schnedl, Pirker)

4.4.2) Nahrungspflanzen für Wildbienen

Vor allem in den eher extensiv bewirtschafteten Heuwiesen kommt eine Vielzahl von Kräutern vor, die Nektar und Pollen für viele verschiedene Wildbienen zur Verfügung stellt. In der Tabelle 3 und Tabelle 4 sind 88 Kräuterarten aufgelistet, die in den erhobenen Wiesenflächen vorkamen und nach WESTRICH (2018) für Wildbienenarten von Bedeutung sind. Dabei wurde bei der Zuordnung versucht, deren Schwerpunkt in den jeweiligen Pflanzengesellschaften darzustellen. Einige Arten, vor allem die Klassen-Kennarten, kommen in allen Pflanzengesellschaften häufig vor. Die anderen haben ihren Schwerpunkt in nur einer oder auch zwei verschiedenen Gesellschaften. Viele Arten, die im *Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum* vorkommen, sind z. B. auch im nährstoffärmeren Flügel des *Poo-Trisetetums* vertreten.

Auffallend dabei ist, dass obwohl der Großteil der Vegetationsaufnahmen dem *Poo-Trisetetum* zugeordnet sind, die meisten bedeutenden Wildbienen-Kräuter ihren Schwerpunkt im *Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum* haben und die wenigsten im *Angelico-Cirsietum palustris*, dem aber auch am wenigsten Vegetationsaufnahmen zugeordnet worden sind.

Tabelle 3: Bedeutende Kräuter für Wildbienen (Teil 1)

	Ranunculo bulbosi- Arrhenatheretum	Poo-Trisetetum	Angelico- Cirsietum palustris
<i>Achillea millefolium</i> agg.	X	X	X
<i>Aegopodium podagraria</i>	X	X	X
<i>Cerastium holosteoides</i>	X	X	X
<i>Galium mollugo</i> agg.	X	X	X
<i>Hypericum perforatum</i>	X	X	X
<i>Lathyrus pratensis</i>	X	X	X
<i>Leontodon hispidus</i>	X	X	X
<i>Plantago lanceolata</i>	X	X	X
<i>Prunella vulgaris</i>	X	X	X
<i>Ranunculus acris</i>	X	X	X
<i>Ranunculus nemorosus</i>	X	X	X
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	X	X	X
<i>Trifolium pratense</i>	X	X	X
<i>Trifolium repens</i>	X	X	X
<i>Veronica chamaedrys</i> agg.	X	X	X
<i>Vicia cracca</i> agg.	X	X	X
<i>Potentilla erecta</i>	X		X
<i>Campanula patula</i>	X	X	
<i>Centaurea jacea</i> s. l.	X	X	
<i>Crepis capillaris</i>	X	X	
<i>Galium verum</i>	X	X	
<i>Knautia arvensis</i>	X	X	
<i>Knautia drymeia</i>	X	X	
<i>Knautia maxima</i>	X	X	
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	X	X	
<i>Lotus corniculatus</i> agg.	X	X	
<i>Trifolium dubium</i>	X	X	
<i>Ajuga genevensis</i>	X		
<i>Anemone nemorosa</i>	X		
<i>Anthyllis vulneraria</i>	X		
<i>Campanula barbata</i>	X		
<i>Campanula glomerata</i>	X		
<i>Campanula scheuchzeri</i>	X		
<i>Campanula rotundifolia</i>	X		
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	X		
<i>Centaurea scabiosa</i>	X		
<i>Chaerophyllum aureum</i>	X		
<i>Cirsium arvense</i>	X		
<i>Daucus carota</i>	X		
<i>Dianthus carthusianorum</i>	X		
<i>Echium vulgare</i>	X		
<i>Euphrasia officinalis</i>	X		
<i>Fragaria vesca</i>	X		

Tabelle 4: Bedeutende Kräuter für Wildbienen (Teil 2)

	Ranunculo bulbosi- Arrhenatheretum	Poo-Trisetetum	Angelico- Cirsietum palustris
<i>Genista tinctoria</i>	x		
<i>Helianthemum nummularium</i>	x		
<i>Hieracium caespitosum</i>	x		
<i>Hieracium hoppeanum</i>	x		
<i>Hieracium laevigatum</i>	x		
<i>Hieracium pilosella</i>	x		
<i>Hypochaeris radicata</i>	x		
<i>Medicago lupulina</i>	x		
<i>Onobrychis viciifolia</i>	x		
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	x		
<i>Plantago media</i>	x		
<i>Potentilla heptaphylla</i>	x		
<i>Primula veris</i>	x		
<i>Ranunculus bulbosus</i>	x		
<i>Salix repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>	x		
<i>Salvia pratensis</i>	x		
<i>Senecio jacobaea</i>	x		
<i>Thymus pulegioides</i> s. l.	x		
<i>Trifolium montanum</i>	x		
<i>Veronica officinalis</i>	x		
<i>Vicia villosa</i>	x		
<i>Ajuga reptans</i>		x	
<i>Anthriscus sylvestris</i>		x	
<i>Ballota nigra</i>		x	
<i>Bellis perennis</i>		x	
<i>Betonica officinalis</i>		x	
<i>Crepis biennis</i>		x	
<i>Geranium pratense</i>		x	
<i>Glechoma hederacea</i>		x	
<i>Heracleum sphondylium</i>		x	
<i>Leontodon autumnalis</i>		x	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		x	
<i>Lysimachia nummularia</i>		x	
<i>Phyteuma orbiculare</i>		x	
<i>Plantago major</i>		x	
<i>Tanacetum vulgare</i>		x	
<i>Vicia sepium</i>		x	x
<i>Angelica sylvestris</i>			x
<i>Cirsium palustre</i>			x
<i>Crepis paludosa</i>			x
<i>Geum rivale</i>			x
<i>Hieracium lactucella</i>			x
<i>Ranunculus auricomus</i>			x
<i>Ranunculus repens</i>			x
<i>Trifolium arvense</i>			x

5) Diskussion

5.1) Zuordnung der Pflanzengesellschaften und deren Beitrag zum Erhalt der Artenvielfalt in der Region

Die Zuordnung eines natürlichen oder im Fall von Wiesen eines halbnatürlichen Ökosystems zu einem von Menschen angelegten System ist immer mit Kompromissen verbunden. Wiesenbestände, die genau auf die Beschreibung einer Assoziation in der Literatur passen, sind eher selten. Abhängig vom Standort oder der Bewirtschaftung ist jede Fläche etwas anders und sehr oft stellen Bestände einen Übergang zwischen zwei Gesellschaften dar. Besonders im Grünland gehen die Meinungen nicht selten auseinander und es ist oft besonders schwierig, einen Bestand genau einer Assoziation zuzuweisen. Des Weiteren erschweren die ständigen Anpassungen der Bewirtschaftungsmaßnahmen eine Zuordnung zu den teilweise vor über 50 Jahren beschriebenen Assoziationen.

Da laut ELLMAUER & MUCINA (1993) die Assoziationen des Arrhenatherion-Verbandes normalerweise nur bis 800 m Seehöhe steigen und danach vom Poo-Trisetetum ersetzt werden, war es verwunderlich, dass in den Vegetationsaufnahmen von HASSLER (2005) *Arrhenatherum elatius* so häufig vorkam, obwohl in den eigenen Aufnahmen, die sich in der ungefähr selben Höhenlage befanden (800 - 1100 m), *Arrhenatherum elatius* fast gänzlich fehlte. Seit den Erhebungen von HASSLER (2005) sind 13 Jahre vergangen, währenddessen sich möglicherweise einiges in den Wiesenbeständen geändert haben könnte. Grundsätzlich wurden die Fremdaufnahmen von HASSLER (2005) der Tabelle hinzugefügt, um den Datensatz zu vergrößern und somit das Klassifizieren zu erleichtern. Jedoch stellte sich schnell heraus, dass es zwischen den selbst erhobenen Vegetationsaufnahmen und denen von Hassler (2005) große floristische Unterschiede gab. Bei den ersten Analysen blieben die Fremdaufnahmen von den selbst erhobenen völlig getrennt. Anhand des K-mean-clustering-Verfahrens wurden jedoch schließlich die selbst erhobenen, mageren und trockenen Vegetationsaufnahmen den von *Arrhenatherum elatius* dominierten Aufnahmen von HASSLER (2005) zugeordnet und die selbst erhobenen, feuchten Vegetationsaufnahmen den feuchten Fremdaufnahmen, die laut HASSLER (2005) dem Molinion zugehörig sind, zugeordnet. Aufgrund des Vorkommens der Kennart *Cirsium palustris* und der gesamten Artenzusammensetzung sowohl in den eigenen, feuchten Aufnahmen als auch in den Fremdaufnahmen, wurde jedoch beschlossen, dass eine Zuordnung zum Calthion sinnvoller wäre. Der Cluster, der im Großen und Ganzen die mageren Wiesen auf eher trockenen Standorten beschreibt, wurde schließlich, obwohl in den selbst erhobenen Aufnahmen kein *Arrhenatherum elatius* vorkommt, dem Ranunculi-bulbosi-Arrhenatheretum zugeordnet.

OBERDORFER (1980) gibt an, dass beim Poo-Trisetetum auch eine Subassoziation Poo-Trisetetum ranunculetosum bulbosi beschrieben wurde, die eventuell die mageren, selbst erhobenen Flächen besser beschreiben würde.

Die pflanzensoziologische Einteilung der gedüngten Wirtschaftswiesen war ausschließlich anhand von ELLMAUER & MUCINA (1993) nicht möglich, da keine Kenn- oder Trennarten des Poo-Trisetetums vorhanden sind. Letztlich konnte nur anhand der Dominanz von *Trisetum*

flavescens und der Vegetationstabelle von OBERDORFER (1980) die Zugehörigkeit zum Poo-Trisetetum entschieden werden. OBERDORFER (1980) gibt an, dass er das Poo-Trisetetum auch noch eindeutig zum Arrhenatherion zähle, da das Artengefüge dem der Tal-Glatthaferwiesen so ähnlich sei. Entscheidend sei nur der Ausfall von *Arrhenatherum elatius*. Die angegebenen Trennarten von ELLMAUER & MUCINA (1993), die in den eigenen Vegetationsaufnahmen sehr selten zu finden waren, sind anscheinend eher auf nährstoffärmeren Ausbildungen der Assoziation zu finden und nicht in gut gedüngten Wirtschaftswiesen.

Die flächenmäßig sehr geringen Anteile des Ranunculi-bulbosi-Arrhenatheretum und des Angelico-Cirsietum palustris sind nicht zuletzt auf den geringen Ertrag solcher Pflanzengesellschaften zurückzuführen. Viele der wahrscheinlich früher sehr viel häufigeren Wiesen dieses Typs sind in den letzten Jahren intensiviert oder aufgegeben worden. Wie die Ergebnisse zeigen, kommt das Ranunculi-bulbosi-Arrhenatheretum noch am ehesten auf steilen Flächen vor, die schwer zu bewirtschaften sind und durch das starke Gefälle schlecht Düngergaben halten können bzw. überhaupt nicht gedüngt werden. Das Angelico-Cirsietum palustris hingegen ist viel zu nass um Düngergaben aufnehmen zu können bzw. sind die Flächen oftmals im Jahr zu nass um überhaupt befahren werden zu können. Bauern, die solche Grenzertragsstandorte nutzen, müssen gleichzeitig auch ertragreiche, gut gedüngte Wiesen des Poo-Trisetetums bewirtschaften, um die Milchleistung der Kühe hoch genug zu halten. So kommt es durchaus vor, dass von derselben Hofstelle aus sehr intensive, als auch sehr extensive Flächen bewirtschaftet werden. Doch auch bei den ertragreicheren Wiesen des Poo-Trisetetums gibt es Unterschiede in der Artengarnitur. Auch hier bewirtschaftet oft dieselbe Hofstelle intensive und weniger intensive Wiesen. Gründe für die unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen könnten die Entfernung vom Hof, aber auch die Eignung der Standorte der jeweiligen Wiesen sein.

Untersuchungen an intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen mit vier und mehr Nutzungen pro Jahr im oberbayerischen Voralpenland zeigten, dass durchschnittlich 19 Arten auf 25 Quadratmetern auftraten. Das Minimum lag unter 10 und das Maximum bei ca. 25 Arten. Dabei fanden sich 8 Arten mit einer Stetigkeit über 80 %: *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*, *Ranunculus acris* und *Bellis perennis* (DIEPOLDER 2007).

Im Vergleich zu unseren Untersuchungen mit durchschnittlich 31 Arten auf 10 Quadratmetern, einem Minimum von 16 und einem Maximum von 59 Arten zeigt sich, dass die traditionelle Heuwirtschaft im Raum Neumarkt in der Steiermark doch deutlich artenreichere Bestände hervorbringt, als durchschnittliche Intensivwiesen mit Silageproduktion und somit die Heuwiesen einen bedeutenden Anteil zum Erhalt der pflanzlichen Diversität in der Region leisten.

Die Anzahl der gefährdeten Arten in den Heuwiesen war jedoch relativ gering. Das ist laut BRIEMLE (1998) typisch für Frischwiesen in Mitteleuropa, denn unter den 184 aus seiner Sicht typischen Grünlandpflanzen befinden sich lediglich sieben Rote Liste Arten.

Der naturschutzfachliche Wert von Pflanzengesellschaften hängt von der flächenmäßigen Verteilung in der Landschaft (ob z.B. nur mehr kleinräumig vorhanden oder noch großflächig anzutreffen) und von der Anzahl der darin vorkommenden Rote Liste Arten ab. Dabei sind die

Feuchtwiesen (Angelico – Cirsietum palustris), obwohl keine Rote Liste Art darin gefunden wurde, in der Region besonders wertvoll, da sie nur mehr sehr kleinflächig vorkommen und teilweise unter Naturschutz gestellt werden sollten, um sie trotz ihres schlechten Ertrags zu erhalten. Allerdings sind rein hoheitliche Schutzbestimmungen bei Vegetationstypen, die eine Bewirtschaftung zum Überleben benötigen, nicht immer zielführend.

Besonders hervorzuheben sei auch ihr ästhetischer Wert, wenn im Juni die gesamte Fläche mit verschiedensten Farbnuancen der Blüten übersät ist. Das Poo-Trisetetum, das die Frischwiesen unter den erhobenen Heuwiesen repräsentiert, sei laut ELLMAUER (1996) nicht besonders wertvoll, da es oft sehr intensiv genutzt wird und es sehr wenig Arten gebe, die eine hohe soziologische Bindung (also ein Vorkommen nur in dieser Pflanzengesellschaft) aufweisen. Im Poo-Trisetetum wurde auch nur eine Rote Liste Art gefunden, obwohl es den Großteil der erhobenen Heuwiesen darstellt.

Laut ELLMAUER (1996) ist der Anteil der Rote Liste Arten in den Extensivwiesen um einiges höher, als in den Intensivwiesen und anhand seiner Ergebnisse bezüglich des Beitrags zur Erhaltung der Biodiversität spielen das Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum und andere Magerwiesen-Gesellschaften die wichtigsten Rollen, während die Intensivwiesen, wie das Poo-Trisetetum, seiner Meinung nach eher unbedeutend sind. Anhand unserer Ergebnisse wurden im Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum zwar am meisten Rote Listen Arten gefunden, jedoch zählten einige Wiesen des Poo-Trisetetums ebenfalls zu sehr artenreichen Beständen, die im Vergleich zu den intensiv bewirtschafteten Silagewiesen sicher als naturschutzfachlich wertvoll eingestuft werden dürfen.

Der Großteil der Arten, die für Wildbienen von Bedeutung sind, kamen ebenso in den Magerwiesen (Ranunculi bulbosi-Arrhenatheretum) vor. Magerwiesen sind also nicht nur für die botanische, sondern auch für die zoologische Artenvielfalt in der Region und zur Erhaltung von Ökosystemfunktionen, wie z. B. der Versorgung einer artenreichen Pollinator-Fauna, besonders wichtig. Noch dazu sind diese aufgrund ihres sehr kleinräumigen Vorkommens besonders schützenswert. Nach WESTRICH (2018) zählen Trockenrasen, Halbtrockenrasen und Magerwiesen für viele Wildbienen zu den wichtigsten Nahrungsgrundlagen in der mitteleuropäischen Landschaft.

Wild- und Honigbienen spielen für die biologische Vielfalt und die weltweite Ernährungssicherheit durch Bestäubung unserer Kulturpflanzen eine entscheidende Rolle. Die domestizierte Honigbiene allein, deren Individuenanzahl in Europa zwischen 1985 und 2005 aufgrund von verstärktem Einsatz von Pestiziden und der Intensivierung der Landwirtschaft um erschreckende 25 Prozent gesunken ist, kann nicht für eine ausreichende Bestäubung sorgen. Eine entsprechende Vielfalt von Wildbienen ist die Voraussetzung dafür, dass viele unserer Kulturpflanzen Früchte tragen und die Menschheit ernährt werden kann (ALLSOPP et al. 2014).

Aus Untersuchungen von FRANZÉN & NILSSON (2008) in Südschweden ging hervor, dass ein höherer Anteil traditionell bewirtschafteter Heuwiesen an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche mit einem höheren Reichtum an solitär lebenden Bienenarten in Zusammenhang steht. Heuwiesen leisten somit einen wichtigen Beitrag zum Erhalt von Wildbienen, aber auch anderer Bestäubergruppen. Knapp die Hälfte der bedeutenden

Pflanzenarten für Wildbienen, welche in unseren Vegetationsaufnahmen vorkamen, wurden in den gedüngten Wirtschaftswiesen nachgewiesen. Vor allem mit den eher extensiv bewirtschafteten, mit Festmistgedüngten Heuwiesen leisten die Heumilchbauern also auch einen entscheidenden Beitrag zum Erhalt von Wildbienen in der Region.

WALTER et al. (2007), die in der Schweiz den Einfluss von Schnittzeitpunkten auf die Fauna in Ökowieden untersucht haben, empfehlen zum Schutz der Wildbienen ein bis maximal zwei Schnitte pro Jahr (erster Schnitt nicht vor dem 15. Juni) mit mindestens 10 Wochen zeitlichen Abstand zwischen den zwei Schnitten. Zusätzlich empfehlen sie eine gestaffelte Mahd, bei der immer nur Teilflächen von Wiesen gemäht werden, damit nicht schlagartig das gesamte Nahrungsangebot für Insekten in einem Gebiet verschwindet.

5.2) Einfluss der Bewirtschaftungs- und Umweltfaktoren auf die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt

Welche Bewirtschaftungs- und Umweltfaktoren haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Biodiversität in den erhobenen Heuwiesen? Anhand der Ergebnisse konnte eine positive Korrelation zwischen Hangneigung und Gesamtartenzahlen festgestellt werden. Je steiler die Hänge, desto mehr Arten. Dieser Zusammenhang wies zwar keine Signifikanz auf, ist wahrscheinlich aber auf die erschwerte Bewirtschaftung steilerer Hänge und die somit verbundene niedrige Düngergabe und Nutzungsfrequenz zurückzuführen. Zusätzlich bewirken steilere Hänge einen stärkeren oberflächlichen Abfluss von Regenwasser und somit oft mehr Trockenheit.

Handelt es sich um einen frischen Standort in einer gut bewirtschaftbaren Lage, zählen die Faktoren Düngung und Nutzung eindeutig zu den wichtigsten. Für beide Faktoren wurde nachgewiesen, dass bei stärkerer Düngungs- bzw. Nutzungsintensität die Gesamtartenzahl sinkt. Dieses Ergebnis deckt sich mit der allgemeinen wissenschaftlichen Meinung in der Literatur (SOBOTIK et al. 2000, GRUBER et al. 2000, KLAPP 1965). Durch den heutzutage immer höheren Stickstoffeintrag erobern die hochwüchsigen, konkurrenzstarken Gräser die Dominanz, was sich beim Poo-Trisetetum vor allem in höheren Anteilen des Goldhafers niederschlägt. Durch den höheren Grasanteil und die damit geringe Nutzungselastizität müssen die Schnitttermine früher angesetzt werden. Dies hat für viele Kräuter des Poo-Trisetetums wie *Crepis mollis*, *Geranium sylvaticum* und *Phyteuma spicatum*, die von ELLMAUER & MUCINA (1993) als Kennarten genannt werden, eine nachteilige Verkürzung der Entwicklungszeiten zur Folge, wodurch sie von den Wiesen völlig verschwinden (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

Höhere Kräuteranteile in extensiv bewirtschafteten Wiesen haben also nicht nur Vorteile für die Artenvielfalt, sondern erhöhen auch die Nutzungselastizität. Auch bei einer späteren Nutzung geht der Futterwert nicht so schnell zurück als bei Gräser dominierten Beständen. Sehr hohe Anteile des Goldhafers können auf basenreichen Standorten sogar Calcinose, eine Verkalkungskrankheit, auslösen. Selbst im konservierten Zustand als Heu können extrem hohe Anteile die Krankheit auslösen. Dabei kommt es zur Freisetzung eines Vitamin D3-Derivates

im Pansen, das längerfristig zu verstärkten Kalkablagerungen in den Gefäßen und Gelenken führt (KUTSCHERA 1978). Vor allem bei stärker genutzten Wiesen, bei denen der Goldhafer sehr jung verfüttert wird, nimmt die Gefahr der Kalzinose zu. Somit ist Futter aus extensiv bewirtschafteten Wiesen sogar gesünder für die Milchkühe als reine Grasbestände von intensiv bewirtschafteten Wiesen.

Laut unseren Ergebnissen sinkt bei steigender Bewirtschaftungsintensität zwar die Anzahl der Kräuterarten, der prozentuelle Anteil bleibt jedoch relativ konstant. Das könnte daran liegen, dass die erhobenen Flächen noch nicht extrem intensiv bewirtschaftet werden, sodass der Abfall des Kräuteranteils, wie in SOBOTIK et al. (2000) beschrieben, noch nicht ausgeprägt ist. Laut SOBOTIK et al. (2000) nimmt, gezeigt durch Untersuchungen an Wiesen in Stainach und Irdning in der Obersteiermark, bei steigender Düngergabe der prozentuelle Gräseranteil kontinuierlich zu und der Anteil der Kräuter ab. SCHMIDT (2007) fand bei seinem Versuch, eine Streuobstwiese ausschließlich durch Verzicht auf Düngung zu extensivieren heraus, dass der Gräseranteil von 75 % am Anfang des Versuchs nach 5 Jahren kontinuierlich auf 50 % absank. Gleichzeitig nahm der Anteil der Kräuter und explizit auch der Leguminosen zu. Ebenso stieg die Gesamtartenzahl der Gefäßpflanzen der Wiese von 48 auf 115 Arten an! Andere Untersuchungen von GRUBER et al. (2000) zeigen, dass bei steigender Düngergabe der Gräseranteil zunimmt, bei gleichbleibender Düngung und steigender Nutzungsfrequenz der Gräseranteil jedoch abnimmt.

Die Erhöhung der Schnittfrequenz bei gleichbleibender Düngung führt zwar zur Verbesserung des Futterwertes (Verdaulichkeit und Futteraufnahme), jedoch auch zu einem Rückgang des Trockenmasse-Ertrages. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass nach jedem Schnitt eine sogenannte lag-Phase eintritt, eine Phase mit geringerer Wachstumsphase, bis sich neue Blattflächen für die Photosynthese bilden. Bei häufigeren Nutzungen nehmen die lag-Phasen einen immer höheren Anteil an der verfügbaren Wachstumszeit ein und diese kann nicht vollständig für das Wachstum genutzt werden. Ein weiterer Grund ist die Verkürzung des Zuwachszeitraumes des Primäraufwuchses, der deutlich höhere Zuwachsraten aufweist als die folgenden Aufwüchse (GRUBER et al. 2000). Eine erhöhte Nutzungsfrequenz bedeutet also höhere Futterwerte, aber nicht immer gleichzeitig mehr Ertrag. Nach GREIMEL (2000) lohnt es sich für Betriebe mit stark eingeschränkter Kraftfütterung oder sehr teurem Kraftfutter, wie es bei den untersuchten Bio-Betrieben der Fall ist, zwar Grünfutter bzw. Heu mit möglichst hohem Proteinanteil zu erzeugen, da es mit höherer Milchleistung der Kühe belohnt wird, wirtschaftlich sind die Kosten der zusätzlichen Schnitte jedoch nicht immer zu rechtfertigen. Vorrangig für die Wahl der Nutzungsfrequenz soll die Stabilität der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes angesehen werden, da diese die Grundlage von Qualität als auch Ertrag darstellt (GRUBER et al. 2000). Während den Untersuchungen hat sich auch gezeigt, dass die herbstliche Nachbeweidung, die auf den meisten untersuchten Flächen praktiziert wird, durch den Tritt des weidenden Viehs kleine offene Stellen in den Wiesen entstehen ließ. Diese kleinstrukturierten, vegetationslosen Stellen können von verschiedenen Kräutern und Gräsern als Keimungsort genutzt werden und somit zur natürlichen Verjüngung des Pflanzenbestandes beitragen. Werden die Rinder während der herbstlichen Nachbeweidung noch mit Heu gefüttert, verteilen sie zusätzlich die im Heu enthaltenen

Diasporen auf natürliche Weise wieder auf der Fläche. Werden sie zwischen Flächen mit unterschiedlicher botanischer Ausstattung umhergetrieben, ist es durch Epi- bzw. Endozoochorie durchaus möglich, dass Arten dadurch verbreitet werden und von artenreicheren Beständen Arten in artenärmere Bestände wieder einwandern. Da die kurzlebige Samenbank in Wiesen mit längerer intensiver Nutzung kaum noch zur Ansiedelung neuer Arten beitragen kann, ist der Sameneintrag von umliegenden Flächen von entscheidender Bedeutung (SCHMIDT 2007). MARTIN & WILSEY (2006) konnten zeigen, dass zumindest bei künstlicher Nachsaat die Keimung und Ansiedelung neuer Arten durch Beweidung gefördert wird.

Die Düngung mit Gülle, anstatt von Festmist, die vornehmlich N und K₂O enthält, während der Gehalt an P₂O₅ und CaO relativ gering ist, kann zu einem P₂O₅ und CaO Mangel im Boden führen. Begünstigt werden dadurch Arten, die Stickstoff besonders effizient verwerten und mit einem P₂O₅ bzw. CaO-Mangel überdurchschnittlich gut umgehen können. Das sind z.B. *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sphondylium*, *Aegopodium podagraria* und *Rumex obtusifolius* (KLAPP 1965), die dann teils bestandsprägend werden können und im Falle von *Rumex obtusifolius* ein lästiges Unkraut darstellen, das von den Kühen gemieden, selbst aus dem Heu herausselektiert wird und schließlich übrigbleibt. Noch dazu werden durch die Gülleaufbereitung die im Heu enthaltenen Diasporen abgetötet und können so nicht wieder auf die Fläche ausgebracht werden. Bei unseren Untersuchungen konnten häufig an den Festmistbröckchen zahlreiche Keimlinge beobachtet werden (siehe Ergebnisse Kapitel 4.2.4), was deutlich zeigt, dass Düngung mit Festmist durch Eintrag von Samenmaterial einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der pflanzlichen Biodiversität in Heuwiesen leistet.

Festmist wirkt noch dazu nicht so „kleeverdrängend“ wie konzentrierte Gülle (KLAPP 1965). Klee und andere Leguminosen spielen bei der Futterqualität eine wichtige Rolle. Sie können den Eiweißgehalt des Futters erhöhen und sich somit positiv auf die Milchleistung auswirken. Anhand der Ergebnisse wurde nachgewiesen, dass bei steigender Nutzungsfrequenz der Leguminosenanteil zunimmt. Bei steigendem Düngerniveau wurde ebenfalls zuerst eine Zunahme des Leguminosenanteils (bei Festmistdüngung), der dann aber wieder abnimmt (bei Gülledüngung), beobachtet. Obwohl eine Abnahme des Leguminosenanteils bei hohen Düngergaben mit den Ergebnissen von GRUBER et al. (2000) übereinstimmt, ist dieses Ergebnis jedoch mit Vorsicht zu interpretieren, da es keine Signifikanz aufwies. Die höchste Anzahl an Leguminosenarten wurde im Schnitt bei mittlerer Düngungintensität erhoben, was darauf hindeutet, dass etwas Düngung durchaus von Vorteil für manche Arten sein kann.

Die kontinuierliche Zunahme des Leguminosenanteils bei einer steigenden Nutzungsfrequenz (der meistens nur aus den Arten *Trifolium pratense* und *Trifolium repens* beschränkt ist) könnte daran liegen, dass die Kleearten, vor allem *Trifolium repens*, sehr schnitttolerant sind und somit konkurrenzstärker sind als manche Grasarten.

Die Ergebnisse von GRUBER et al. (2000) zeigen auch, dass der Leguminosenanteil bei höherer Nutzungsfrequenz zunimmt und bei zunehmender Düngung der Leguminosenanteil zurückgeht. Starke Düngung verursacht gerade auf Zweischnittwiesen besonders drastische Veränderungen. Der lange Zeitraum zwischen Wuchsbeginn und Schnitt bewirkt eine hemmungslose Entwicklung rasch und massenwüchsiger Arten und damit die Unterdrückung

konkurrenzschwacher Gräser, Kleearten und sonstiger Kräuter. Eine Abhilfe würde nur eine Verfrühung und Vermehrung der Schnitttermine bringen, die jedoch wieder die Gesamtartenzahl senken würde. Noch dazu erhöhen häufigere Schnitte das Wetterrisiko und die Arbeitsbelastung. Hohe Stickstoffgaben führen also gerade auf Zweischnittwiesen zur Kleeverdrängung, Begünstigung der Obergräser und zur Minderung der Futterqualität und der Ertragssicherheit. Es entsteht ein sogenannter Kleezyklus, bei dem der Klee bei einem hohen Stickstoffangebot mehr und mehr der Konkurrenz des Grases ausweicht. Damit lässt jedoch auch die Stickstoffsammlung des Klees nach und das Gras beginnt unter dem Mangel zu leiden. Der Klee erhält dadurch wieder einen Konkurrenzvorteil und erstarkt, das Wechselspiel beginnt von Neuem (KLAPP 1965).

Auch die Moose reagieren laut unseren Ergebnissen empfindlich auf hohe Düngergaben. Auf Flächen, die mit Gülle gedüngt wurden, konnte höchstens eine Moosart nachgewiesen werden. Moose benötigen offene Stellen am Erdboden, die noch genug Licht abbekommen. Bei stark gedüngten Wiesen nehmen die Obergräser überhand und es kommt kaum noch Licht zum Boden, worunter nicht nur die konkurrenzschwachen Kräuter leiden, sondern eben auch die Moose. Das am häufigsten nachgewiesene Moos, *Brachythecium rutabulum*, das auch die einzige, verbleibende Art in stark gedüngten Wiesen war, kommt fast kosmopolitisch vor und zwar nicht nur auf Wiesenböden, sondern auch auf Holz, Gestein und Waldböden (FRAHM & FREY 2004).

Die Ergebnisse der β -Diversity decken sich in Bezug auf Nutzung und Düngung mit denen der α -Diversity, jedoch konnten wirklich aussagekräftige Zusammenhänge nur beim Übergang von 1 Quadratmeter zu 10 Quadratmetern gezeigt werden. Das könnte an der Methodik liegen: Die Artenzahlen im 1 Quadratmeter-Plot wurden recht subjektiv erhoben, da es bei einer geschlossenen Narbe sehr schwierig ist, abzugrenzen, was jetzt wirklich auf 1 cm² vorkommt. Dasselbe gilt in leicht abgeschwächter Form für 1 Quadratdezimeter. Keimlinge konnten eventuell nicht richtig bestimmt worden sein und der tatsächliche Artenreichtum der Wiesen kann erst bei größeren Plotgrößen dokumentiert werden (üblich bei Vegetationsaufnahmen in Wiesen sind 16 Quadratmeter). Vor allem die Artenzahlen in 1 Quadratmeter waren bei artenreichen oder artenarmen Wiesen immer ähnlich, da die Fläche höchstens für drei bis vier Arten, oft aber auch nur für eine Art reicht. Ansonsten deckt sich das Ergebnis der „species–area relationship curve“ sehr gut mit den Ergebnissen von POLYAKOVA et al. (2016). Je größer die Fläche, desto weniger Arten kommen hinzu. Bei Wiesen ist diesem Zusammenhang relativ schnell eine Grenze gesetzt. Das heißt bei besonders homogenen, artenarmen Flächen kommen schon bald kaum neue Arten hinzu. Dieser Zusammenhang war während den Vegetationsaufnahmen schon spürbar, denn bei artenärmeren Beständen, war es manchmal sehr schwierig auf den 10 Quadratmetern noch mehr Arten zu finden, da man auf dem 1 Quadratmeter bereits fast die gesamte Artengarnitur erfasst hatte. Umgekehrt war es bei besonders artenreichen Beständen: Dort kamen noch viele Arten hinzu und man musste oft lang suchen, um wirklich alle Arten zu erfassen.

5.3) Vorschläge zur Förderung des Pflanzenartenreichtums

Um die Biodiversität in den Heuwiesen der Region Neumarkt in der Steiermark zu erhalten oder eventuell sogar zu erhöhen, ist ein angepasstes Mahdregime mit maximal zwei Mähterminen pro Jahr (erster Schnitt frühestens Mitte Juni) und eine entsprechende Düngergabe mit vorwiegend Festmist notwendig. Doch nicht nur die Mahd allein, sondern auch die Nachbeweidung, die noch häufig durchgeführt wird, trägt ebenso einen gewissen Teil zum Erhalt der Artenvielfalt in den Heuwiesen bei.

Ältere Bauern aus der Region berichten auch darüber, dass früher zusätzlich das „Gsott“, die Heublumensaat, das ist das Feinmaterial, das sich am Boden der Heustadel im Laufe der Zeit ablagert, im Frühjahr auf artenarmen oder schwach bewachsenen Flächen ausgestreut wurde, um die Regeneration der Wiesen zu erleichtern.

Die Csángós aus Gyimes (Ostkarpaten in Rumänien) betreiben noch heute diese Heublumensaat. Ein halber Liter dieser Mischung aus Samen und Heuresten beinhaltet bis zu 1000 Samen. Sie säen die Mischung kurz vor Regenperioden. Die Heureste und Samen werden dadurch gut in den Boden eingeschwenkt. Die Samen können dann sofort keimen und die Heureste dienen als gutes Keimsubstrat, das beim Verrotten dann zugleich den Boden aufbessert. Eine von ihnen besonders geschätzte Futterpflanze ist *Onobrychis viciifolia* (BABAI et al. 2014). Ein Vorkommen dieser Pflanze auf südexponierten, trockenen Hängen soll für gute und sichere Heuerträge verantwortlich sein. Aus diesem Grund wurde sie früher in ganz Mitteleuropa auf Standorten, auf welchen der natürliche Graswuchs eher kümmerlich war (vor allem in den Kalkmittelgebirgen), angebaut (POSCHLOD 2015). Die Pflanze wird heute noch aktiv von den Csángós ausgesät. Oft werden große Exemplare stehen gelassen, damit sie auch genug Samen hervorbringen kann. Der Ertrag auf einer Fläche ohne *Onobrychis viciifolia* sei um bis zu zwei Drittel weniger als auf einer Fläche mit *Onobrychis viciifolia* (BABAI et al. 2014) Würden die Bauern in der Region Neumarkt in der Steiermark ihr Heubodenkehrlicht manchmal untereinander tauschen und es auf den Flächen ausbringen, könnten so wahrscheinlich in vielen Wiesen zusätzliche Arten etabliert werden.

Eine andere biodiversitätssteigernde Maßnahme, die die Csángós noch betreiben (BABAI et al. 2014) und auch aus dem Alpenraum vor der Zeit der Industrialisierung bekannt ist (KAPFER 2010b), ist die Frühjahrsbeweidung. Da die Wintervorräte zur damaligen Zeit noch sehr knapp waren, musste darauf geachtet werden, dass die Einstallung des Viehs im Winter so kurz wie möglich gehalten wurde. Also wurden die Viehherden, sobald das erste Grün zum Vorschein kam, ausgetrieben. Aufgrund der Gefahr des starken Zertretens des spärlichen Grüns und um die Ertragskraft der Wiese nicht zu stark zu schwächen, wurde die Frühjahrsbeweidung stets ziehend und nicht stehend durchgeführt. Das heißt, dass die Tiere nie länger als zwei bis drei Tage pro Woche auf einer Fläche weideten. Spätestens ab der zweiten Maihälfte erfolgte dann die „Bannung“ der Wiesen, dabei musste alles Vieh die Wiesen verlassen, damit die Wiese „ins Heu gehen kann“ und noch genug Zeit und Energie für den ersten Aufwuchs bleibt. Der starke Nährstoffentzug bei einer zu intensiven und zu langen Frühjahrsbeweidung weit in den Mai hatte sonst durchaus negative Auswirkungen auf den Heuertrag.

Bei richtiger Handhabung wurde den konkurrenzstarken Obergräser, die als erstes treiben, am meisten Energie entzogen. Dies verschaffte vielen Kräutern und Mittelgräsern, die sich erst später entwickeln, einen Konkurrenzvorteil (KAPFER 2010b). Im Grunde genommen wurde dadurch eine bessere Schichtung in der Wiese erreicht, die dann nicht nur aus Obergräsern, sondern auch aus vielen Mittelgräsern bzw. Kräutern bestand und so einen enormen Artenreichtum ermöglichte (BABAI et al. 2014).

Ein Modell zur Erhaltung zumindest einer basalen Artenvielfalt, das in der Landwirtschaftskammer angepriesen wird, ist die abgestufte Grünlandnutzung. Dabei werden manche, meist die hofnahen Flächen eines Betriebes intensiver und die weiter entfernten sehr extensiv bewirtschaftet. Über die Differenzierung der Nutzungsintensität bietet die abgestufte Grünlandnutzung die Möglichkeit, die "besseren" Flächen mit entsprechend hohen Düngergaben zu bewirtschaften, um den nötigen Ertrag zu erwirtschaften. Im gleichen Zuge ermöglicht es eine Reduzierung von Düngung und Nutzung auf weniger „guten“ Grünlandflächen, die dann für die Produktion von hochwertigerem Heu genutzt werden können. Auf dem nutzungsreduzierten Grünland kann sich wieder eine standortgemäße Artenvielfalt entwickeln, bei der die botanische, als auch entomologische Artenvielfalt der Region gefördert wird. Das daraus gewonnene Heu würde speziell niedrigleistenden Tieren wie Kalbinnen, Trockensteher, etc. verfüttert werden. Ein Problem bei der Durchsetzung für viele Bauern sei dabei die „Angst“ vor Futtermittelverlust durch Nutzungsreduzierung auf Teilstücken (FRÜHWIRTH 2019).

Eine andere Möglichkeit wäre auch, dass die Flächen jährlich unterschiedlich bewirtschaftet werden. Das heißt, ein Teil der Wiesen eines Betriebes könnte, um ein proteinreiches Futter zu erzeugen, schon sehr früh gemäht werden, dafür aber die übrigen Wiesen spät genug, um die Samenreife abzuwarten. Somit würde es in bestimmter Frequenz auf allen Flächen eines Betriebes zum Samenausfall und zur Regeneration der Wiese kommen. Gleichzeitig würden sie manchmal aber auch früher gemäht, wodurch viele Nährstoffe entzogen werden und daraus auch positive Effekte auf die Artenvielfalt erzielt werden könnten.

5.4) Ernährungsphysiologische Zusammenhänge

Einige Bauern haben in den Interviews angegeben, dass sich das Umstellen von Futter aus intensiver genutzten Wiesen auf solchen von mageren Standorten rasch auf die Milchleistung auswirkt. Die Leistung geht zurück, jedoch waren sie auch davon überzeugt, dass die vielen Kräuterarten auf diesen Flächen den Geschmack und wahrscheinlich auch die Inhaltsstoffe verbessern.

Von dem Csángó-Volk in Rumänien ist bekannt, dass ihr bestes Winterfutter aus den dorffernen Heuwiesen stammt. Da dort nicht gedüngt wird, wächst dort eine Vielzahl an Kräutern, die in den gedüngten, dorfnahen Wiesen nicht vorkommen. Diese Wiesen werden nur einmal im Jahr, im August, gemäht und später im Herbst eventuell noch nachbeweidet. Die Milch, die die Kühe bei der Fütterung von diesem kräuterreichen Heu geben, hat einen höheren Fettanteil und ist für das Überleben der Csángós im Winter besonders wichtig. Das

Heu der Gräser dominierten Wiesen in Dorfnähe wird hauptsächlich an die Arbeitspferde verfüttert (BABAI et al. 2014).

Grundsätzlich wird der Heumilch, im Vergleich zur Standardmilch mit Grassilage, eine besondere Qualität nachgesagt. Die Herstellung vieler nationaler Käsespezialitäten, wie z.B. Emmentaler und Bergkäse, ist sogar nur mit Heumilch möglich (GEISLER & GINZINGER 2010). Im Vergleich zur Standardmilch enthält sie nämlich nur sehr wenige, käsereischädliche Clostridien sporen. Während sich im Heu die anaeroben Clostridien nicht vermehren können, ist eine Vermehrung in der Silage unter Luftabschluss möglich (WIEDNER 2002). Die Clostridien sporen werden über die Grassilage aufgenommen und im Verdauungstrakt angereichert. Die Übertragung in die Milch erfolgt schließlich über Verschmutzungen der Euteroberfläche mit Kot oder Silage (GINZINGER et al. 2001). In Milch mit Silagefütterung befinden sich somit im Schnitt zwischen 1.000 und 100.000 Clostridien sporen/Liter Milch, währenddessen sich in Heumilch unter 200 Clostridien sporen/Liter Milch befinden. Heumilch hat für die Käseproduktion also eine besondere Qualität (GEISLER & GINZINGER 2010).

Zusätzlich treten bei Silagemilch oft Geruchs- und Geschmacksfehler auf. Der Bauer vom Pöllauer Hof meinte: „Als ich mal versuchte von Heu- auf Silagefütterung umzustellen, schmeckte mir in der Früh der eigene Kaffee nicht mehr. Dann erkannte ich, dass nicht der Kaffee, sondern meine eigene Milch komisch schmeckte! Das war für mich ein Grund sofort wieder auf Silage zu verzichten.“ Von GINZINGER & TSCHAGER (1993) wurde der Geschmack von Milch mit und ohne Silagefütterung untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass bei 55 % der Milchproben mit Silagefütterung ein Fehlgeschmack festgestellt wurde, wogegen bei den Milchproben mit Heufütterung nur 6 % einen Fehlgeschmack aufwiesen. Die Geruchs- und Geschmackssubstanzen des Futters können über die Verdauung in die Milch übergehen. Fehlgärungen bei Silagen können dadurch zusätzliche Geruchs- und Geschmacksfehler entstehen lassen (GEISLER & GINZINGER 2010).

Neben dem besonderen Geschmack und der hohen Qualität für die Produktion von Käse, wurden der Heumilch auch gesundheitsfördernde Wirkungen nachgewiesen. Denn im Vergleich zu Milch auf Basis von Maissilage oder Kraftfutter, weist sie einen höheren Wert an ungesättigten Fettsäuren auf, den Omega-3 Fettsäuren (GEISLER & GINZINGER 2010, SEIZ 2012, SCHEEDER 2006, HÄUSLER 2008). Omega-3 Fettsäuren gelten als besonders gesundheitsfördernd. Anhand von mehr als 2000 Studien weiß man heute, dass sie den Blutdruck und den Gehalt an Blutfetten senken, den Herzschlag verbessern, die Wirksamkeit der weißen Blutkörperchen erhöhen, das Risiko an Alzheimer zu erkranken senken sollen und einiges mehr (GEISLER & GINZINGER 2010, HÄUSLER 2008). Neben der hauptsächlich enthaltenen α -Linolsäure (ALA, eine Vorstufe von Omega-3 Fettsäuren) kommen auch konjugierte Linolsäuren (CLA) vor, die anhand verschiedener Untersuchungen sogar krebshemmende Wirkungen zeigen sollen (SCHEEDER 2006).

Da der Mensch die wertvollen ungesättigten Fettsäuren nicht selbst synthetisieren kann, müssen wir sie mit der Nahrung zu uns nehmen. Grünfütter enthält deutlich mehr Omega 3 Fettsäuren als Mais oder Getreide. Dadurch steigt, wenn sich die Kühe vorwiegend von Grünfütter ernähren, der Omega-3 Gehalt in der Milch (SEIZ 2012). Dies gilt dann nicht nur für Heu, sondern auch für Grassilage, daher gibt es eher nur geringfügige Unterschiede im

Fettsäurespektrum zwischen Silage- und Heufütterung (GEISLER & GINZINGER 2010). Milch enthält neben den wertvollen ungesättigten Fettsäuren auch einen Anteil der unerwünschten, gesättigten Fettsäuren. SEIZ (2012) hat beobachtet, dass eine grünfütterbasierte Nahrung der Kühe zu einem geringeren Gehalt an gesättigten Fettsäuren und einen höheren Gehalt an essentiellen Omega-3-Fettsäuren, sowie CLA's in der Milch führt. Aus Untersuchungen von HÄUSLER (2008) geht hervor, dass das Verhältnis zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren in seiner Versuchsgruppe „Heu“ mit 1,12:1 am günstigsten lag. Im Vergleich dazu ergab sich bei der Gruppe mit intensiver Stallhaltung, also Fütterung mit Maissilage und Kraftfutter, ein Verhältnis von 4:1.

Somit erzielt die Fütterung mit Heu nicht nur hohe Omega-3 Gehalte, sondern auch ein ausgewogenes Verhältnis zwischen ungesättigten und gesättigten Fettsäuren.

GINZINGER & TSCHAGER (2000) haben in ihrem Versuch, bei dem Kühe mit Grünfütter aus unterschiedlichen Nutzungs- und Düngungsintensitäten bzw. mit unterschiedlichen Kraftfutteranteilen gefüttert wurden, herausgefunden, dass nicht nur der Anteil des Kraftfutters, sondern auch die Nutzungsintensität einen Einfluss auf das Fettsäurespektrum hat. Mit zunehmender Nutzungsintensität steigt der Anteil der gesättigten Fettsäuren, während der Anteil der ungesättigten sinkt. Dies dürfte mit der unterschiedlichen botanischen Zusammensetzung von intensiv oder weniger intensiv genutzten Beständen zusammenhängen. COLLOMB et al. (2002) werden dabei schon detaillierter und haben in ihrer Arbeit, bei der die Fettsäurenverteilung von Kuhmilch im Tiefland, in den Mittelgebirgen und im Hochland der Schweiz verglichen wurde, auch die Artenzusammensetzung des Futters untersucht. Sie haben zeigen können, dass hohe Anteile von *Phleum pratense*, *Holcus lanatus* und *Ranunculus acris* im Grundfutter der Kühe zu höheren Konzentrationen gesättigter Fettsäuren und gleichzeitig zu niedrigeren Konzentrationen ungesättigter Fettsäuren und CLA's in der Milch führen können. Gleichzeitig haben sie nachgewiesen, dass die Arten *Leontodon hispidus*, *Lotus corniculatus* und *Trifolium pratense* für höhere Anteile ungesättigter Fettsäuren und CLA's verantwortlich sind. *Carum carvi* führt ebenfalls zu höheren Konzentrationen an mehrfach ungesättigten und *Prunella vulgaris* zu höheren Konzentrationen an CLA's.

Leontodon hispidus, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Carum carvi* und *Prunella vulgaris* sorgen somit für ein besseres Fettsäurespektrum der Milch. Das vermehrte Vorkommen dieser Kräuter in den Heuwiesen wäre also anzustreben. Vor allem für *Leontodon hispidus* und *Lotus corniculatus* gebe es bei vielen Heuwiesen in der Region noch den Bedarf diese Arten zu etablieren.

6) Schlussfolgerung

Im Vergleich zu intensiv bewirtschafteten Silagewiesen, können die Heuwiesen der Region Neumarkt in der Steiermark als besonders artenreich bezeichnet werden. Sie leisten mit ihren Magerwiesen, Feuchtwiesen, aber auch mit den Festmistgedüngten Frischwiesen einen wesentlichen Beitrag zum Erhalt der botanischen, als auch der zoologischen Artenvielfalt in der Region.

Die Frage, ob der Silageverzicht und die dazugehörigen Auflagen vom österreichischen Heumilchregulativ und von „Zurück zum Ursprung“ allein ausreichen, um artenreiche Heuwiesen zu erzeugen bzw. zu erhalten, ist mit nein zu beantworten. Denn im Bewirtschaftungsrahmen von „Zurück zum Ursprung“ ist es durchaus möglich eine drei bis viermalige Mahd, kombiniert mit einer intensiven Gülledüngung, auf den Heuwiesen zu praktizieren. Solche intensiv bewirtschaftete Heuwiesenbestände erreichen mit knapp 20 Arten auf 10 Quadratmetern keine höhere Artenvielfalt als intensiv bewirtschaftete Silagewiesen. Ob es sich bei einer Heuwiese um einen sehr artenreichen Bestand handelt oder nicht, hängt zwar auch vom Standort der Wiese, hauptsächlich aber von der Bewirtschaftungsintensität des einzelnen Betriebes ab. Dabei spielen die Mähfrequenzen und Düngergaben die wichtigsten Rollen. Eine zweischürige Mahd mit Festmistdüngung wäre dabei anzustreben. Zusätzlich wären Maßnahmen, wie Frühjahrsbeweidung, Heublumensaat und Austausch zwischen den Betrieben, sowie eine abgestufte Grünlandnutzung gute Möglichkeiten um den Artenreichtum in den Wiesen etwas zu erhöhen.

In Bezug auf die Milchqualität konnte anhand von Literaturrecherchen die besondere Qualität der Heumilch untermauert und auch wissenschaftliche Beweise gefunden werden, die zeigen, dass gewisse Kräuterarten bzw. eine geringere Nutzungsintensität der Heuwiesen mit einer höheren Milchqualität in Zusammenhang steht. Um zu klären, ob es sich dabei nur um eine unterschiedliche Fettsäureverteilung handelt oder ob sich dabei auch andere Inhaltsstoffe ändern, die z.B. den Geschmack bzw. den Geruch der Heumilch beeinflussen, wäre eine weitere Studie notwendig. Viele Bauern der Region sind davon überzeugt, dass Milch von artenreichen Wiesen anders (besser) schmeckt und auch andere Inhaltsstoffe haben muss. Leider richtet sich der Milchpreis momentan nur nach dem Eiweißgehalt, der bei Fütterung aus eher mageren, artenreichen Wiesen sinkt.

Eine Idee für die Zukunft wäre möglicherweise die Entwicklung einer „Premium-Heumilch“, die nicht nur nach Eiweißgehalt, sondern auch nach Geschmack und anderen Inhaltsstoffen beurteilt und abgegolten werden sollte. Dies würde den wenig ertragreichen Flächen wieder eine neue Bedeutung für den Erhalt der Milchqualität zukommen lassen. Der wirtschaftliche Mehraufwand, der auf solchen Flächen betrieben wird, könnte so durch einen höheren Preis dieser „Premium-Milch“ ausgeglichen werden. Scocco et al. (2019) haben die Milch/Käse-Qualitäten bei unterschiedlichen Beweidungssystemen von Schafen in Italien verglichen und die Käse-Produkte einiger Konsumententests unterzogen. Sie haben zeigen können, dass 56 % der getesteten Konsumenten bereit wären, 47 % Prozent mehr als den aktuellen Marktpreis für Käse zu zahlen. Bio-Heumilch ist nach wie vor im Vergleich zu anderen Lebensmitteln recht günstig. Auch hier wäre eine Bereitschaft mehr zu zahlen möglicherweise vorhanden.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die maßgeblich am Entstehen dieser Arbeit mitgewirkt haben. Besonderen Dank gilt meinem Betreuer, Dr. Martin Magnes, der das Thema vorgeschlagen und sich jederzeit darum bemühte, offene Fragen so schnell als möglich zu beantworten und meiner Kollegin Magdalena Witzmann, ohne der die Arbeiten im Gelände nur halb so spannend gewesen wären.

Ein herzliches Danke auch an Frau Mag. Irmgard Ilg, ohne deren Vorschläge und Kontakte zu Bauern in der Region diese Arbeit gar nicht erst entstanden wäre und an Mag. Peter Hochleitner, der mir und Magdalena Witzmann während den Geländearbeiten eine idyllische Bleibe am Furtner Teich zur Verfügung gestellt hat und uns stets mit Tipps für interessante Flächen und seinem botanischen Knowhow weitergeholfen hat.

Vielen Dank auch an alle Bauern vor Ort, die uns Zutritt zu ihren wertvollen Heuwiesen gestatteten und uns in interessanten Gesprächen über ihre eigenen, ganz besonderen Bewirtschaftungsweisen genau aufklärten.

Zu guter Letzt möchte ich mich auch bei meinen Freunden und meiner Familie für das entgegengebrachte Verständnis während der gesamten Zeit bedanken.

Literatur- und Quellenverzeichnis

ALLSOPP M., TIRADO R., JOHNSTON P., SANTILLO D. & LEMMENS P. 2014: Plan Bee-Leben ohne Pestizide: auf dem Weg in Richtung ökologische Landwirtschaft. – Greenpeace Deutschland, Hamburg.

AMRHEIN V., KORNER-NIEVERGELT F. & ROTH T. 2017: The earth is flat ($p > 0.05$): significance thresholds and the crisis of unreplicable research. – PeerJ 5: e3544.

AGRARMARKT AUSTRIA (AMA) 2015: ÖPUL 2015 Maßnahmen Erläuterungsblatt Silageverzicht, Version 4.0. – Online verfügbar unter: https://www.ama.at/getattachment/0c1af200-43a3-463b-86e7-c4db08e5424e/MEB_Oepul2015_Silageverzicht_4-0.pdf [Zugriff 2019.04].

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2018a: Digitaler Atlas der Steiermark: Geologie 1: 50 000. – Online verfügbar unter: www.gis.steiermark.at [Zugriff 2018.12].

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2018b: Klimaregion Neumarkter Passlandschaft. – Online verfügbar unter: <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/10023609/25206/> [Zugriff 2018.12].

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2019: Neumarkt/Stmk. Klimadaten. – Online verfügbar unter: http://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/11682476_125083565/c6da7d09/Neumarkt.pdf [Zugriff 2019.04].

ARGE HEUMILCH 2019: Österreichisches Heumilchregulativ. Stand April 2019. – Online verfügbar unter: https://www.heumilch.at/wp-content/uploads/2019/05/Heumilchregulativ-2019_04.pdf [Zugriff 2019.04].

BABAI D., MOLNÁR Á. & MOLNÁR Z. 2014: Ahogy gondozza, úgy veszi hasznát. Hagyományos ökológiai tudás és gazdálkodás Gyimesben (*Traditional ecological knowledge and land use in Gyimes (Eastern Carpathians)*). – MTA BTK Néprajztudományi Intézet és MTA Ökológiai Kutatóközpont Botanikai és Ökológiai Intézet, Budapest.

BÄTZING W. 2015: Die Alpen: Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft. 4. überarbeitete Auflage. – CH Beck, München.

BERG & MAGNES 2015: Kurzanleitung für TURBOVEG 2.0 und JUICE 7.0 im Rahmen der Lehrveranstaltung „Auswertung und Analyse vegetationskundlicher Daten“, Version 2.4. – Skriptum. Online verfügbar unter: https://www.sci.muni.cz/botany/juice/TV_Juice_24.pdf

BOHN U., GOLLUB G., HETTWER C., NEUHÄUSLOVÁ Z., RAUS T., SCHLÜTER H. & WEBER H. 2000: Karte der natürlichen Vegetation Europas–Map of the Natural Vegetation of Europe. Maßstab/Scale 1: 2500000. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

BRAUN-BLANQUET J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Auflage – Springer Wien, New York.

- BRIEMLE G. 1998: Wildpflanzengerechte Nutzung und Pflege des Grünlandes-Praktische Erfahrungen aus dem Grünlandversuchswesen. – Schriftenreihe für Vegetationskunde.- Bonn-Bad Godesberg (29): 111-122.
- BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD (BFW) 2019: Digitale Bodenkarte von Österreich, 1km-Raster. – Online verfügbar unter: <https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=8549> [Zugriff 2019.01].
- COLLOMB M., BÜTIKOFER U., SIEBER R., JEANGROS B. & BOSSET J. O. 2002: Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. – International Dairy Journal 12(8): 661-666.
- CONNOR E. F. & MCCOY E. D. 1979: The statistics and biology of the species-area relationship. – The American Naturalist 113(6): 791-833.
- DATA.GV.AT 2018a: Orthofoto Österreich. – Online verfügbar unter: <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/254757be-69ef-4a6c-a4c1-1432815d7522> [Zugriff 2018.011].
- DATA.GV.AT 2018b: Gemeindegrenzen Österreich. – Online verfügbar unter: <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/54171a40-1cfd-11e2-892e-0800200c9a66> [Zugriff 2018.11].
- DIEPOLDER M. 2007: Ergebnisse von Bodenanalysen und Pflanzenbeständen bei Grünland-mögliche Konsequenzen bei der Umstellung von konventioneller auf ökologische Milchviehhaltung. – Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung 12: 23-43.
- DIERSCHKE H. & BRIEMLE G. 2002: Kulturgrasland: Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. – Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG H. 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. – Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG H. 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. stark veränderte und verbesserte Auflage. – Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULIßEN D. 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Auflage. – Scripta Geobotanica 18: 1-258.
- ELLMAUER T. 1996: Die Bedeutung von Wiesengesellschaften für Biodiversität und Naturschutz in Österreich. – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich, Wien 133: 277-299.
- ELLMAUER T. & MUCINA L. 1993: Molinio-Arrhenatheretea. In: MUCINA L., GRABHERR G. & ELLMAUER T. (Hrsg.) 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1 Anthropogene Vegetation: 256-327. – Fischer, Jena.

FEURDEAN A., MARINOVA E., NIELSEN A.N., LIAKKA J., VERES D., HUTCHINSON M., BRAUN M., GABOR A.T., ASTALOS T., MOSBURGGER V. & HICKLER T. 2015: Origin of the forest steppe and exceptional grassland diversity in Transylvania (central-eastern Europe). – *Journal of biogeography* 42: 951-963.

FISCHER M. A., OSWALD K. & ADLER W. 2008: Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. – Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz.

FRAHM J. P. & FREY W. 2004: Moosflora. 4. Auflage. – Ulmer, Stuttgart.

FRANK D., KLOTZ S. & WESTHUS W. 1990: Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. Auflage. – Martin-Luther-Universität, Halle (Saale).

FRANZÉN M. & NILSSON S. G. 2008: How can we preserve and restore species richness of pollinating insects on agricultural land? – *Ecography* 31(6): 698-708.

FRÜHWIRTH P. 2019: Abgestufte Grünlandwirtschaft als Basis für mehr Artenvielfalt. – Online verfügbar unter: <https://stmk.lko.at/abgestufte-gr%C3%BCnlandwirtschaft-als-basis-f%C3%BCr-mehr-artenvielfalt+2500+2879398> [Zugriff 2019.05].

GINZINGER W., ELISKASES-LECHNER F. & OSL F. 2001: Einfluss der Silage auf die Milch. – ALVA Jahrestagung 29: 161-162.

GINZINGER W. & TSCHAGER E. 1993: Einfluss der Fütterung auf die Qualität von Milch und Milchprodukten. – *Österreichisches Braunvieh* 23: 4-6.

GINZINGER W. & TSCHAGER E. 2000: Einfluss des Grundfutters auf die Milchqualität- technologische und ernährungsphysiologische Eigenschaften. – 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein: 119-121.

GEISLER A. & GINZINGER W. 2010: Heumilch–Eine besondere Qualität? – 37. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein: 81-82.

GREIMEL M. 2000: Grundfutterqualität und Wirtschaftlichkeit. – 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein: 123-127.

GRIMS F. & KÖCKINGER H. 1999: Rote Liste gefährdeter Laubmoose (Musci) Österreichs. In: NIKLFELD, H. (Hrsg.) 1999: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Band 10: 157-171. – Austria medien service, Wien.

GRUBER L., STEINWIDDER A., GUGGENBERGER T., SCHAUER A., HÄUSLER J., STEINWENDER R. & STEINER B. 2000: Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. – 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein: 41-79.

- HASSLER A. 2005: Vegetationskundliche Erfassung und Bewertung von Weideflächen im Naturpark Grebenzen. – Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- HÄUSLER H. 2008: Ist Weidemilch gesünder? – Nutztierpraxis aktuell 25/2008: 42-44.
- HE T. & LAMONT B.B. 2018: Baptism by fire: the pivotal role of ancient conflagrations in evolution of the Earth's flora. – National Science Review 5: 237-254.
- JÄGER E. J., MÜLLER F., RITZ C., WELK E. & WESCHE K. (Hrsg.) 2017: Rothmaler-Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Atlasband. 13.Auflage. – Springer-Verlag, Berlin.
- KAPFER A. 2010a: Beitrag zur Geschichte des Grünlands Mitteleuropas. – Naturschutz und Landschaftsplanung 42(5): 133-140.
- KAPFER A. 2010b: Mittelalterlich-frühneuzeitliche Beweidung der Wiesen Mitteleuropas. – Naturschutz und Landschaftsplanung 42(6): 180-187.
- KLAPP E. 1965: Grünlandvegetation und Standort: nach Beispielen aus West-, Mittel- und Süddeutschland. – Parey, Berlin und Hamburg.
- KLAPP E. & VON BOBERFELD W. O. 2004: Kräuterbestimmungsschlüssel für die häufigsten Grünland- und Rasenkräuter. 4. Auflage. – Ulmer, Stuttgart.
- KLAPP E. & VON BOBERFELD W. O. 2011: Gräserbestimmungsschlüssel für die häufigsten Grünland- und Rasengräser. 6.Auflage. – Ulmer, Stuttgart.
- KUTSCHERA L. 1978: Einfluss von Düngung und Nutzung auf die kalzinoxe Wirksamkeit des Golhafers (*Trisetum flavescens*). – Bericht Internationaler Fachtagung Gumpenstein 1978: 159-178. Selbstverlag BAL, Gumpenstein.
- LÜDI W. 1954: Beitrag zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse im schweizerischen Alpenvorland während der Bronzezeit. – Ur- u. Frühgeschichte Schweiz 11: 91-109.
- MARTIN L. M. & WILSEY B. J. 2006: Assessing grassland restoration success: relative roles of seed additions and native ungulate activities. – Journal of Applied Ecology 43(6): 1098-1109.
- MCCUNE B. & KEON D. 2002: Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. – Journal of vegetation science 13(4): 603-606.
- MITCHELL F. J. 2005: How open were European primeval forests? Hypothesis testing using palaeoecological data. – Journal of Ecology 93(1): 168-177.
- NATURPARK ZIRBITZKOGEL – GREBENZEN 2018: Landkarte Zirbitzkogel-Grebenzen. – Online verfügbar unter: <https://www.naturparke-steiermark.at/medien/Landkarte-Zirbitzkogel-Grebenzen.pdf> [Zugriff 2018.12].
- NÉMETH A., CSORBA G., MAGYARI E., PAZONYI P. & PÁLFY J. 2017: Holocene mammal extinctions in the Carpathian Basin: a review. – Mammal Review 47: 38–52.

NIKL FELD H. & SCHRATT-EHRENDORFER L. 1999: Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. 2. Fassung. In: NIKL FELD, H. (Hrsg.) 1999: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Band 10. – Austria media service, Graz: 33–152.

OBERDORFER E. 1980: Klasse Molinio-Arrhenatheretea Tx. 37 (em. Tx. et Prsg. 51). In: OBERDORFER E. (Hrsg.) 1983: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil 3: Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. 2. Auflage, 346-436. – Fischer, Stuttgart.

PASCHINGER H. 1963: Glazialmorphologische Studien in der Neumarkter Passlandschaft. – Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark 93, 63-72.

PENDEA I.F., SZANTO Z., BADARAU A.S. & DEZSI S. 2002: Age and pedogenic reconstruction of a paleo-relict chernozem soil from Central Transylvanian Basin. – *Geologica Carpathica* 53: 37-38.

POKORNÝ P. 2004: Postglacial vegetation distribution in the Czech Republic and its relationship to settlement zones: review from off-site pollen data. Ancient landscape settlement dynamics and non-destructive archaeology. – *Academia*, Praha: 395-414.

POKORNÝ P., CHYTRÝ M., JUŘIČKOVÁ L., SÁDLO J., NOVÁK J. & LOŽEK, V. 2015: Mid-Holocene bottleneck for central European dry grasslands: Did steppe survive the forest optimum in northern Bohemia, Czech Republic? – *The Holocene* 25(4): 716-726.

POLYAKOVA M. A., DEMBICZ I., BECKER T., BECKER U., DEMINA O. N., ERMAKOV N. & KOZUB, Ł. 2016: Scale- and taxon-dependent patterns of plant diversity in steppes of Khakassia, South Siberia (Russia). – *Biodiversity and conservation* 25(12): 2251-2273.

POSCHLOD P. 2015: Geschichte der Kulturlandschaft. – Ulmer, Stuttgart.

SCHEEDER M. R. L. 2006: Gesundheitlicher Mehrwert von Almmilchprodukten. – 23. Internationale Almwirtschaftstagung 2006: 14-15.

SCHMIDT W. 2007: Wie rasch kehrt die Vielfalt in artenarme Wiesenfuchsschwanz-Wiesen zurück? – *Hercynia-Ökologie und Umwelt in Mitteleuropa* 40(1): 111-132.

SCHUMACHER M., SCHIER W. & SCHÜTT B. 2016: Mid-Holocene vegetation development and herding-related interferences in the Carpathian region. – *Quaternary International* 415: 253-267.

SCOCCO P., TARDELLA F. M., MALFATTI A., DE FELICE E., CANAVARI M., SAGRATINI G. & CATORCI A. 2019: Preserving plant biodiversity by implementing the economic sustainability of mountain farming in sub-Mediterranean dry grasslands. – *Fritschiana* 92: 12

SEIZ M. 2012: Fettsäureverteilung in österreichischer Heumilch. – Doktorarbeit, Universität Wien.

- SOBOTIK M., POPPELBAUM C. & GUMPENSTEIN L. 2000: Die Pflanzenbestände zu Beginn und im Verlauf des Versuches „Einfluß der Grünlandbewirtschaftung auf die Milchproduktion“. – 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein: 99-107.
- SPREITZER H. 1960: Der eiszeitliche Murgletscher in Steiermark und Kärnten. – Geographischer Jahresbericht aus Österreich 28: 1-50.
- SPRINGER S. 2017: Wirtschaftsgrünland in Bayern. – Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 87: 5-38.
- TER BRAAK C. J., & ŠMILAUER P. 2012: Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. – Microcomputer power 496, Ithaca USA.
- TURNER A. & VAN HUSEN D. 1980: Erläuterungen zu Blatt 160 Neumarkt i.d. Steiermark. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- TICHY L. 2002: JUICE, software for vegetation classification. – Journal of Vegetation Science 13: 451-453.
- TÓTH M., MAGYARI E.K., BUCZKÓ K., BRAUN M., PANAGIOTOPOULOS K. & HEIRI O. 2015: Chironomid-inferred Holocene temperature changes in the South Carpathians (Romania). – The Holocene 25: 569-582.
- VERA F.M.V. 2000: Grazing Ecology and Forest History. – CABI Publishing. New York.
- VEREIN UND TVB NATURPARK ZIRBITZKOGEL-GREBENZEN 2018: Urlaubsregion Naturpark Zirbitzkogel Grebenzen, Naturleseprogramm 2018. – Medienfabrik, Graz.
- WAKONIGG H. 1978: Witterung und Klima in der Steiermark. – Verlag für die Technische Universität Graz. Heft 23: 386.
- WALTER T., SCHNEIDER K. & GONSETH Y. 2007: Schnittzeitpunkt in Ökowiesen: Einfluss auf die Fauna. – Agrarforschung 14(3): 96-101.
- WEBER L. (Hrsg.) 1997: Metallogenetische Karte von Österreich: 1: 500.000. – Online verfügbar unter: <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/d31cf1a1-011e-44a6-9588-cc29126b3573>
- WERNER LAMPERT BERATUNGS GES.M.B.H 2019: Informationen zum „Prüf Nach!“ – Standard, Stand 03/2019. – Online verfügbar unter: <https://www.zurueckzumursprung.at/grundwerte/so-weit-muss-bio-gehen/heumilch/> [Zugriff 2019.04].
- WESTRICH P. 2018: Die Wildbienen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart.
- WIEDNER G. 2002: Silagequalität in der Praxis. – 8. Alpenländisches Expertenforum „Zeitgemäße Futterkonservierung“, BAL Gumpenstein: 57-62.

WILFLING A. o.J.: Von eiszeitlichen Seen geprägte Passlandschaft. – Die Landschaft des Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen: 150. Online verfügbar unter: www.steiermark.at/medien/Kulturlandschaftsbeschreibung-Naturpark-Zirbitzkogel-Grebenzen.pdf [Zugriff 2018.12].

ZECH W., SCHAD P. & HINTERMAIER-ERHARD G. 2014: Böden der Welt: ein Bildatlas. 2.Auflage – Springer-Verlag, Berlin.

Anhang

Aufnahmebogen:

Vegetationsaufnahme Nr. GPS-Nr. Foto-Nr.

Bearbeiter: Datum:

Wiese

Land/Gemeinde:

Lage:

Koordinaten (WGS84) Lat. (N)..... Long(E).....

Fläche:m² Seehöhe m Exp (°)

Hangneigung (°)..... Abweichung von N-S Ausrichtung).....

Geologie:Geländeform:Bodengründigkeit (cm):.....

Bodenart: Skelett: Humus: Streu: pH:

Bodentyp:.....Bodenfeuchte (trocken/wechselltrocken/frisch/wechselnass/nass)

Nutzung (Wiese/Weide/Intensität).....

Sonstiges:

Lageskizze

	Deckung (%)	Ø-Höhe (m)	max. Höhe (m)	GesamtDeckg	
B1				Gestein/Totholz	
B2				Streu	
St					
K					
M					

Art	Fläche	Sch	D
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			

25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			

Aufnahmeflächen:
1 cm², 10cm², 1m², 10m² (SL 3.16m, Diag 4.47m);

Deckungsflächen bei 10 m² (Seitenlängen): 0,001%: 1cm; 0,01%: 3,2 cm; 0,1%: 10 cm, 1% 32 cm

Vegetations-Tabelle		Arrhenatheretalia																																															Mollinietalia
Ordnung		Arrhenatheron																																															Callitum
Verband		Arrhenatheron																																															Callitum
Assoziation		Arrhenatheron																																															Callitum
Aufnahmenummer		Arrhenatheron																																															Callitum
Artenzahl		Arrhenatheron																																															Callitum
Seehöhe (m)		Arrhenatheron																																															Callitum
Exposition (°)		Arrhenatheron																																															Callitum
Hangneigung (°)		Arrhenatheron																																															Callitum
Frequ.		Arrhenatheron																																															Callitum
Klassen-Kanaroten Molino-Arrhenatheretalia																																																	
Achnille millefolium agg. K																																																	
Trifolium pratense K																																																	
Plantago lanceolata K																																																	
Leontodon hispidus K																																																	
Ranunculus acris K																																																	
Dactylis glomerata K																																																	
Trifolium repens K																																																	
Rumex acetosa K,O																																																	
Cerastium holosteoides K																																																	
Festuca pratensis s.str. K																																																	
Taraxacum officinale agg. K																																																	
Agrostis capillaris K																																																	
Vicia cracca K																																																	
Lathyrus pratensis K																																																	
Stellaria graminis K,O																																																	
Poa pratensis K,O																																																	
Pimpinella major K,V																																																	
Cynosurus cristatus K,O																																																	
Frunella vulgaris K																																																	
Ranunculi bulbosi-Arrhenatheretum																																																	
Leucanthemum vulgare agg. K																																																	
Lotus corniculatus agg. K																																																	
Arrhenatherum elatius K,O,V,A																																																	
Campanula patula O,V																																																	
Festuca nigrescens K																																																	
Pimpinella saxifraga agg. K																																																	
Thymus pulgoides s.l. K																																																	
Knaulia arvensis ssp. arvensis O																																																	
Avenula pubescens O																																																	
Hypochaeris radicata K																																																	
Plantago media K																																																	
Anthyllus vulneraria K																																																	
Galium pumilum K																																																	
Trifolium montanum K																																																	
Carex montana K																																																	
Daucus carota DV																																																	
Hieracium pilosella K																																																	
Lichnis viscaria K																																																	
Euphrasia officinalis K																																																	
Arenaria serpyllifolia s.str. K																																																	
Rumex acetosella s.lat. K																																																	
Luzula luzuloides K																																																	
Poo-Trisetum flavescens (nährstoffarmer Flügel)																																																	
Trisetum flavescens K																																																	
Carum carvi K																																																	
Achemilla vulgaris agg. K																																																	
Brachythecium rotundatum K																																																	
Bellis perennis K																																																	
Leontodon autumnalis K																																																	
Geranium pratense DO																																																	
Bromus hordeaceus DO																																																	
Glechoma hederacea O,V																																																	
Crepis biennis K																																																	
Festuca rubra agg. K																																																	
Ajuga reptans K																																																	
Poo-Trisetum flavescens (nährstoffreicher Flügel)																																																	
Alopecurus pratensis K																																																	
Lotium perenne K																																																	
Rumex obtusifolius DO																																																	
Plantago major K																																																	
Angelic-Cristetum palustris (nährstoffreicher, nascher Flügel)																																																	
Junco effusus O																																																	
Willemetia stipitata DA																																																	
Ranunculus nemorosus K																																																	
Nardus stricta K																																																	
Hieracium lactucella K																																																	
Physidacteloph squarrosus K																																																	
Climacium dendroides K																																																	
Carex flava K																																																	
Ranunculus repens K																																																	
Carex leporina K																																																	
Carex pallescens K																																																	
Calligonella cuspidata K																																																	
Angelic-Cristetum palustris (nährstoffarmer, nascher Flügel)																																																	
Angelic sylvestris O																																																	
Filipendula ulmaria K																																																	
Persicaria bistorta K,O																																																	
Geum rivale K																																																	
Carex panicea O,DV																																																	
Sanguisorba officinalis V																																																	
Crepis paludosa DO																																																	
Carex paniculata DO																																																	
Equisetum arvense O																																																	
Mollinia caerulea O																																																	
Galium uliginosum O																																																	
Ranunculus auricomus O,A																																																	
Cirsium palustre DO																																																	
Carex pulicaris DO																																																	
Valeriana dioica K																																																	
Galium boreale K																																																	
Begleiter																																																	
Hieracium sphenodyum K																																																	
Lichnis flo-cuculi K,O																																																	
Veronica chamaedrys agg. K																																																	
Anthoxanthum odoratum K																																																	
Luzula campestris K																																																	
Cruciata glabra K																																																	
Phleum pratense O																																																	
Aegopodium podagraria DV																																																	
Anthriscus sylvestris K																																																	
Veronica anensis O																																																	
Festuca rupicola K																																																	
Holcus lanatus K																																																	
Briza media K																																																	
Galium mollugo agg. K																																																	
Carlinia acualis K																																																	
Hypericum maculatum s.str. K,O																																																	
Deschampsia cespitosa K																																																	
Carex flava agg. K																																																	
Alchemilla sp. K																																																	
Hypericum perforatum K																																																	
Knaulia maxima O																																																	
Tragopogon orientalis K																																																	
Carex caryophylla K																																																	
Polygala vulgaris K																																																	
Viola arvensis ssp. arvensis K																																																	
Potentilla erecta K																																																	
Centauraea jacea s.l. K																																																	
Galium verum K																																																	
Alchemilla subcrenata K																																																	
Poa trivialis K																																																	
Carex nigra K																																																	
Caltha palustris V																																																	
Senecio jacobaea K																																																	
Cardaminopsis halleri K																																																	
Plagiominium cuspidatum K																																																	
Genista sagittalis K																																																	
Cirsium arvense K																																																	
Avenula flexuosa K																																																	
Phyteuma persicifolium O																																																	
Knaulia arvensis O																																																	
Campanula glomerata K																																																	
Campanula rotundifolia K																																																	
Helianthemum ovatum K																																																	
Veronica serpyllifolia ssp. serpyll K																																																	
Centauria sp. K																																																	
Poa annua K																																																	
Knaulia drymeia K																																																	
Alchemilla monticola K																																																	
Hieracium caespitosum K																																																	
Carex spicata K																																																	
Medicago lupulina K																																																	
Crepis capillaris K																																																	
Trifolium dubium K																																																	
Rhinanthus minor O																																																	
Vicia sepium O																																																	
Thuidium philbertii K																																																	
Koeleria pyramidata O																																																	
Vicia cracca K																																																	
Myosotis scorpioides V																																																	

Seltene Arten mit max. 3 Vorkommen: Myosotis nemorosa 29; 1, 10; 1, 34; Dactylorhiza maculata s.lat. 57; 1, 10; 1, 34; Plagiominium ellipticum 11; 1, 31; 13; Gymnadenia conopsea ssp. conopsea 31; 1; Juncus articulatus 48; 1, 29; 1; Juncus tenuis 29; 1; Juncus compressus 29; 1; Dactylorhiza majalis 73; 1; Carex acuta 75; 1; Phyteuma orbiculare 11; 1, 76; 1; Orchis mascula 73; 1; Chaerophyllum hirsutum 52; 1, 1, 34; 1; Avenula pratensis 19; 2, 25; 13; 1, 1; Luzula multiflora s.str. 25; 1, 1, 1, 27; 1; Helianthemum nummularium 19; 2, 25; 13; Alchemilla fabellata 81; 2, 80; 3; Linum catharticum 33; 1, 27; 1; Picea abies 19; 1, 24; 1; Dianthus carthusianorum 19; 2, 25; 1; Potentilla heptaphylla 25; 1, 27; 1; Silene dioica 81; 1, 80; 1; Cuscuta epithymum 25; 1, 82; 1; Geranium palustre 25; 1, 82; 1; Senecio jacobaea 14; 1; Alchemilla crinita 17; 1, 56; 2; Bromus erectus 73; 1; Alchemilla heterophylla 14; 1; Polytichum formosum 19; 1; Orobanche gracilis 33; 1; Astragalus cicer 33; 2; Festuca arundinacea 33; 2; Hypnum cupressiforme 33; 13; Phyteuma zahnbrückneri 19; 1; Campanula barbata 24; 1; Bryum caespitosum 33; 1; Carex mucronata 19; 1; Fragaria vesca 19; 2, 71; 1; Botrychium lunaria 25; 1; Dicranum montanum 19; 1; Thuidium delicatulum 24; 13; Polygala comosa 33; 1; Achillea collina 80; 2; Silene nutans s.lat. 19; 1, 77; 2, 79; 2; Mentha arvensis 68; 3, 69; 3; Cerastium arvense 78; 2, 77; 2, 79; 2; Alchemilla plicata 86; 3, 71; 13; 88; 3; Erigeron acris 78; 1, 77; 1, 64; 1; Viola sp. 69; 2, 89; 3, 87; 2; Echium vulgare 68; 1, 77; 2; Oenothera biennis 68; 1, 77; 2; Prunella vulgaris 74; 1, 76; 2; Knaulia drymeia ssp. intermedia 61; 1; Trifolium arvense 31; 1; Carex prostrata 89; 2, 84; 2, 82; 1; Alchemilla xanthochlora 65; 2, 63; 3; Festuca sp. 64; 13; 38; Centaurea scabiosa ssp. scabiosa 77; 1, 64; 2, 27; 1; Ranunculus bulbosus 64; 3; 63; 3; Vicia villosa 67; 3; 66; 13; Primula veris 1; 1, 63; 2, 2; 1; Taraxacum alpestre agg. 78; 2, 79; 2; Silene nutans ssp. nutans 78; 2, 77; 1, 1; Veronica agrestis 4; 1; Festuca pratensis s.p. pratensis 79; 13; Anemone nemorosa 1; 1; Neuronium schreberi 1; 13; Salix repens ssp. rosmariifolia 1; 1; Crocus albiflorus 1; 1; Viola hirta 65; 2; Rhinanthus alpestris 1; 1; Arnica montana 1; 1; Polemonium caeruleum 4; 1; Erigeron acer 65; 2, 62; 2; Cardamine pratensis agg. 1; 1, 6; 1; Campanula schnecheri 1; 1; Silene alba 1; 1, 5; 1; Trollius europaeus 11; 1, 4; 1; Chaerophyllum aureum 67; 1; Euphorbia caput-medusae 64; 3; Hieracium bogaeum 13; 1; Hieracium laevigatum 64; 2; Leontodon helveticus 17; 1; Genista tinctoria 88; 1; Arabis glabra 79; 1; Festuca ovina 71; 1; Sonchus sp. 64; 1; Onobrychis vicifolia 64; 2; Thalictrum sp. 63; 1; Viola reichenbachiana 1; 1; Myosotis palustris agg. 65; 3, 62; 2; Cerastium fontanum 65; 13; 62; 13; Cerastium brachyptalum 63; 2; Ballota nigra 82; 2; Veronica filiformis 3; 1; Geranium pyrenaicum 56; 1; Carex brixoides 2; 13; Alchemilla micans 27; 1; Fagopyrum esculentum 42; 1; Lysimachia nummularia 3; 1; Galium aparine 8; 2; Polygonum aviculare 35; 1; Cerastium sp. 3; 1; Carex rostrata 10; 1, 74; 1; Carex plantanoides 52; 1, 29; 1; Poa supina 62; 3; Betonica officinalis 52; 1, 29; 1; Prunella grandiflora 6; 1; Eurhynchium hiemalis 16; 38; Prunus avium 3; 1; Carex sp. 48; 1, 61; 13; Astragalus glycyphyllos 27; 13; Cerastium glomeratum 2; 1; Juncus inflexus 48; 1; Galeopsis pubescens 19; 1; Ranunculus oreadicum 19; 1; Tanacetum vulgare 42; 1;