

Department für Nutzpflanzenwissenschaften

Abteilung Pflanzenbau

Vorstand: Kaul, Hans-Peter Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Univ.Prof.

Betreuer: Pötsch, Erich M., Dr.nat.techn. Univ.-Doz

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein

UNTERSUCHUNGEN ZU ERHALTUNGS- UND PFLEGEMASSNAHMEN VON SCHOTTERASEN

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Titels eines Diplomingenieurs

an der Universität für Bodenkultur Wien

Eingereicht von
Schweiger, Bernd, BSc

Wien, August 2016

Danksagung

Großer Dank gebührt Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch, für die Betreuung meiner Masterarbeit. Durch den fachlichen Austausch mit ihm wurden mir immer wieder neue Blickwinkel auf mein Masterarbeitsthema vermittelt und ermöglicht. Ebenfalls unterstützte er mich maßgeblich bei der Ausarbeitung und Interpretation der erhobenen Daten.

An dieser Stelle möchte ich mich bei Dr. Bernhard Krautzer recht herzlich bedanken. Er ermöglichte mir, meine Masterarbeit über dieses sehr spannende Thema zu schreiben und unterstützte mich bei allen Fragen, die sich im Laufe der Abschlussarbeit ergaben.

Dr. Wilhelm Graiss möchte ich an dieser Stelle großen Dank aussprechen. Seine Unterstützung bei den Erhebungen und seine fachlichen Informationen waren für mich eine große Hilfestellung.

Bedanken möchte ich mich beim gesamten Team des Instituts Pflanzenbau und Kulturlandschaft für die Unterstützung bei Versuchsaufbau und -durchführung.

Frau Dr. Petra Haslgrübler möchte ich für die Unterstützung im Laufe des Studiums sowie für die Möglichkeit das spannende Thema der Vegetationstechnik näher kennen zu lernen Dank aussprechen.

Einen weiteren großen Anteil an dieser Masterarbeit haben meine Eltern, sie haben mich immer tatkräftig unterstützt. Ohne die zahlreichen Stunden, die mein Vater mit mir bei den vegetationstechnischen Erhebungen verbracht hat, wäre diese Masterarbeit nicht zustande gekommen.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei meinen Schwiegereltern für die Unterstützung bei dieser Masterarbeit, mein Schwiegervater half mir bei den Erhebungen im September 2015 in Raumberg-Gumpenstein und Gosau.

Danke an Sandra und Martin für die moralische und mentale Unterstützung während des gesamten Studiums.

Danke auch allen StudienkollegInnen, die mich im Laufe meiner Studienzeit unterstützt haben, sowie an Stefan Maurer, Christina Lemmerer und Leena Eichberger.

Meiner Frau Simone sowie meinem Sohn Elias möchte ich diese Masterarbeit widmen. Zum einen für die vielen Stunden die sie mir zum Erheben und Schreiben zu Verfügung gestellt haben, zum anderen für die Motivation, welche ich von den beiden bekam, um diese Masterarbeit schlussendlich zu finalisieren.

Vorwort

Ich hatte die Möglichkeit meine Masterarbeit über das Thema „Untersuchung zu Erhaltungs- und Pflegemaßnahmen von Schotterrasen“ an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein zu verfassen.

Diese Arbeit baut auf die Masterarbeit von Kollegin Veronika Slawitsch auf, welche sich mit dem Thema „Bodenphysikalische Untersuchungen und Bodenwasserhaushalt von Schotterrasenflächen an einem inneralpinen Standort“ befasste.

Über einen Zeitraum von zwei Vegetationsperioden wurden an den Versuchsstandorten Gosau und Raumberg-Gumpenstein auf Schotterrasenflächen vegetationstechnische Erhebungen durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen war es, die vegetative Entwicklung bei verschiedenen Pflege-, Erhaltungs- und Belastungsvarianten zu beobachten sowie zu analysieren und dadurch wichtige Daten und Informationen für die Erhaltung und Pflege von Schotterrasenflächen zu generieren.

Kurzfassung

Der begrenzte Dauersiedlungsraum, der Flächenverlust für die Landwirtschaft und die Zerstörung von ökologisch wertvollen Flächen stellen eine immer größer werdende Herausforderung dar. Der Flächenverbrauch und insbesondere die Flächenversiegelung haben direkte Auswirkung auf Hochwassergefährdung, Bodenwasser-, Bodennährstoffhaushalt sowie Flora und Fauna. Schotterrasenflächen bieten eine sinnvolle Alternative, um dieser Flächenversiegelung und den damit zusammenhängenden negativen Folgen entgegen zu wirken.

Im Laufe der vorliegenden Masterarbeit wurde die Entwicklung der Vegetation auf Grundlage von diversen Pflege-, Erhaltungs- und Belastungsvarianten untersucht. Dazu wurden am Standort Gosau (Oberösterreich) sowie am Gelände der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Steiermark) zwei Versuchsflächen errichtet. In Gosau wurden vier Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen (Ansaat, Nachsaat, Nachsaat und Düngung bzw. Düngung) mit jeweils drei Belastungsintensitäten (stark, mittel und schwach) angelegt. Auf dem Gelände der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden eine gedüngte und eine ungedüngte Variante errichtet.

Im Verlauf des zwei Vegetationsperioden dauernden Versuchs wurde deutlich, dass die Belastungsintensität eine starke Auswirkung auf die vegetative Deckung sowie die Einzelartenzusammensetzung hat und eine nur einmalige Pflege und Erhaltungsmaßnahme lediglich eine temporäre Steigerung der Vegetationsdeckung sowie der Einzelarten bewirkt. Um eine langanhaltende und ausreichende Steigerung der vegetativen Deckung zu gewährleisten, benötigt es mehrere differenzierte, standortabhängige, aufeinander abgestimmte Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen.

Abstract

The limited permanent settlement area, land loss to agriculture and the destruction of ecologically valuable areas represent a growing challenge. The increasing land consumption and in particular the soil sealing have direct impact on flood hazard, soil water, soil nutrient, as well as on flora and fauna. In order to counteract this soil sealing and its negative consequences, gravel lawns provide a reasonable alternative.

In this master thesis the vegetation development was investigated under various care, preservation and weight-loading treatments. Two experimental sites were established at HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Styria) and Gosau (Upper Austria). At the latter, four care and preservation measures (seeding, re-seeding, re-seeding and fertilization resp. fertilization) were implemented at three weight-loading intensities (strong, medium and weak). On the other hand a fertilized and unfertilized variant were established at HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

The experiment which lasted two growing seasons exposed that the weight-loading intensity has a stronger impact on the vegetative cover as well as on the single species composition, whereas a unique care and preservation measure causes only a temporary increase of the vegetation coverage and plant species. To ensure a long-lasting and sufficient increase of the vegetative cover, differentiated, site-specific and well adapted care and preservation measures are required.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	9
1.1	Persönlicher Zugang	9
1.2	Zielsetzung und Fragestellungen	10
2	Literaturüberblick über Schotterrasen	13
2.1	Technische Anforderungen	13
2.2	Vegetationstechnische Anforderungen	15
2.3	Pflegemaßnahmen	16
2.4	Saatgut	19
3	Material und Methodik	20
3.1	Geographische Lage der Versuchsflächen	20
3.2	Geologie der Versuchsstandorte	21
3.2.1	Gosau	22
3.2.2	Raumberg-Gumpenstein	23
3.3	Klima	23
3.3.1	Gosau	23
3.3.2	Raumberg-Gumpenstein	24
3.4	Versuchsdesign	25
3.4.1	Gosau	25
3.4.2	Versuchsfläche Raumberg-Gumpenstein	29
3.5	Rezeptur der verwendeten Saatgutmischung sowie Beschreibung der darin enthaltenen Arten	31
3.6	Keimfähigkeitsuntersuchung	43
3.6.1	Keimbedingungen	46
3.6.2	Saatgutbeurteilung	49
3.6.3	Tausendkorngewicht	50
3.7	Vegetationskundliche Erhebungen	51
3.7.1	Gesamtdeckung – projektive Deckung	51
3.7.2	Deckungsgrad der Artengruppen Gräser-Kräuter-Leguminosen	52
3.7.3	Deckung der Einzelarten	52
3.7.4	Frequenzanalyse	52
3.8	Tragfähigkeitsbestimmung	53
3.9	Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit	54
3.10	Biomasseertrag	55
3.11	Bodennährstoffe	57
3.12	Befragung zur Thematik Schotterrasen	59
3.13	Statistische Datenanalyse	59
4	Ergebnisse und Diskussion	61
4.1	Keimfähigkeitsuntersuchung	61
4.2	Tausendkorngewicht	62
4.3	Vegetationskundliche Ergebnisse	65
4.3.1	Deckungsgradschätzung	65
4.3.1.1	Standort Gosau	65
4.3.1.2	Standort Gumpenstein	70
4.3.2	Projektive Deckung der Einzelarten	72
4.3.2.1	Standort Gosau	72
4.3.2.2	Standort Gumpenstein	85
4.3.3	Vegetationserhebung mittels Frequenzrahmen	90
4.3.3.1	Standort Gosau	90
4.3.3.2	Standort Gumpenstein	96
4.4	Dynamischer Lastplattenversuch	99

4.4.1 Standort Gosau	99
4.4.2 Standort Gumpenstein	101
4.5 Ausschüttversuch nach Pregl	103
4.5.1 Standort Gosau	103
4.5.2 Standort Gumpenstein	105
4.6 Ertragsdaten	107
4.6.1 Standort Gosau	107
4.6.2 Standort Gumpenstein	108
4.7 Bodennährstoffgehalt	110
4.7.1 Standort Gosau	110
4.7.2 Standort Gumpenstein	112
4.8 Befragung	113
5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	123
6 Literaturverzeichnis	126
7 Tabellenverzeichnis	133
8 Abbildungsverzeichnis	135
9 Bilderverzeichnis	138
10 Anhang	140
10.1 Keimfähigkeitsuntersuchung	141
10.2 Bodennährstoffe	142
10.3 Fragebogen	144

1 Einleitung und Problemstellung

1.1 Persönlicher Zugang

„Jede Form der Raum- bzw. Landnutzung findet unter Inanspruchnahme der Ressource „Fläche“ und damit des Umweltmediums „Boden“ statt.“ (Lexner und Linser 2005, 7).

Im Zeitraum 2012-2014 betrug der tägliche Flächenverbrauch in Österreich 19,1 ha/Tag, mit diesem Wert liegt Österreich immer noch deutlich über den 2,5 ha/Tag, welche als Ziel in der Nachhaltigkeitsstrategie definiert wurden (vgl. Umweltbundesamt 2015a). Beinahe alle Alltagsverrichtungen sowie wirtschaftliche Aktivitäten haben Anspruch auf befestigte Flächen für Straßen und Häuser (vgl. ÖROK 2015).



Abbildung 1: Flächeninanspruchnahme in ha/Tag
(Quelle: Umweltbundesamt 2013, 247)

Die im Jahr 2014 für Bau- und Siedlungszwecke in Anspruch genommenen Flächen wurden zu 56 % versiegelt. Aus diesem fortschreitenden Bodenverbrauch ergeben sich unterschiedliche ökologische aber auch ökonomische Probleme. Die wirtschaftlichen Folgen resultieren aus der Tatsache, dass immer weniger Flächen zur Lebensmittelversorgung zur Verfügung stehen und dadurch die Lebensmittelimporte steigen. Die meisten Siedlungen liegen in Gebieten mit fruchtbaren Ackerböden wodurch bei der Siedlungsentwicklung die Produktivität des Bodens verloren geht. Eine aus der Bodenversiegelung resultierende

umweltbezogene Konsequenz ist der Verlust der biologischen Funktion des Bodens. Insbesondere wird der Naturhaushalt (Stoffkreislauf, Wasserhaushalt, Energiefluss) durch den Boden reguliert (vgl. Umweltbundesamt, 2015a). Dieser bildet Lebensraum für Tiere sowie Pflanzen und hat eine ökologische Ausgleichswirkung in Bezug auf Filter-, Puffer- und Umwandlungsfunktion (vgl. Lexer und Linser 2005, 9). Ebenso ergibt sich eine negative Konsequenz aus der zunehmenden Zerschneidung der Landschaft durch den Straßenbau, wodurch nicht nur die biologische Vielfalt eingeschränkt und gefährdet sondern auch der Wechsel bzw. die Wanderung von Tierarten behindert wird.

Ein weiterer, seit geraumer Zeit immer mehr an Bedeutung gewinnender Themenbereich, ist das Thema Naturgefahren. Ein Hektar funktioneller, unversiegelter Boden kann bis zu 2.000 m³ Wasser speichern, aus diesem Grund kann durch die Bodenversiegelung eine signifikante Überschwemmungsgefahr entstehen (vgl. Umweltbundesamt, 2015a). Schotterrasen wirken hingegen durch ihre Wasseraufnahmefähigkeit sowie die Wasserabgabe über die Verdunstung hochwassermindernd (vgl. Graiss und Krautzer 2013, 11).

Im Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention (1991) im Bereich Bodenschutz steht dezidiert, dass die Sicherung der Leistungsfähigkeit des Bodens trotz seiner Nutzung als Standort für Siedlungen, wirtschaftliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung, nachhaltig zu erhalten ist. Im Speziellen müssen die ökologischen Bodenfunktionen und die Bestandteile des Naturhaushalts gesichert und erhalten bleiben. Ziel der zu ergreifenden Maßnahmen muss eine standortgerechte Bodennutzung, ein sparsamer Umgang mit den Flächen sowie eine Minimierung der Einträge von bodenbelastenden Stoffen sein (vgl. Alpenkonvention 1991, 4).

Die Voraussetzung hinsichtlich einer hohen ökologischen Wertigkeit sowie der Versickerungsfähigkeit werden vom Schotterrasen als Bodenbefestigung erfüllt (vgl. Florineth 2012, 224).

1.2 Zielsetzung und Fragestellungen

Da der Flächenverbrauch und die damit oftmals einhergehende Flächenversiegelung eine zentrale Bedeutung für den Umweltschutz haben, wird versucht, durch die Anlage von Schotterrasenflächen eine Alternative in Bezug auf versiegelte Verkehrsflächen zu schaffen. Schotterrasen erfüllt die Funktion einer begrünten sowie versickerungsfähigen Oberflächenbefestigung und besteht aus Gerüstbaustoffen sowie organischen Substanzen, welche sich für die Befestigung von alternierend genutzten Verkehrsflächen eignet (vgl. Haslgrübler 2008, 6). Bis dato wurde in den meisten Publikationen und wissenschaftlichen Arbeiten Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen von Schotterrasen kaum bis gar nicht

thematisiert, aus diesem Grund wird in dieser Masterarbeit der Schwerpunkt auf genau diese Themenbereiche gelegt. Ziel dieser Masterarbeit war es, unterschiedliche Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen von Schotterrasen bei variierender Belastungsintensität zu untersuchen. Im Blickpunkt stand dabei vor allem die Entwicklung der Vegetationsdeckung sowie der Artenzusammensetzung. Des Weiteren wurden mittels einer Befragung am Standort Gosau die Einstellung sowie der Informationsstand zu unterschiedlichen Themenbereichen wie Flächenversiegelung, Alltagstauglichkeit von Schotterrasenflächen, Ästhetik des Schotterrasens erhoben und analysiert. Folgende Fragen wurden in der vorliegenden Masterarbeit konkret behandelt:

Wie wirken sich die unterschiedlichen Varianten (Düngung, Nachsaat bzw. Kombination Düngung und Nachsaat, stark belastet, mittel belastet, schwach belastet) auf die Vegetationsentwicklung eines Schotterrasens aus?

Ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den Varianten in Bezug auf Gesamtdeckungsgrad, Deckung der Artengruppen Gräser-Kräuter-Leguminosen sowie Einzeldeckungsgrad von Arten?

Haben die unterschiedlichen Belastungsgrade und Pflegemaßnahmen eine Auswirkung auf die mechanische Tragfähigkeit einer Schotterrasenfläche? Gibt es eine Entwicklung hinsichtlich Verdichtung sowie Tragfähigkeit im Untersuchungszeitraum?

Wird die Wasserdurchlässigkeit durch unterschiedliche Belastungen und Pflegemaßnahmen beeinflusst?

Können hinsichtlich der Bodennährstoffe Differenzen im Bereich der unterschiedlichen Pflegevarianten und Belastungsgraden erhoben werden?

Sind die Begriffe Flächenversiegelung und Flächenverbrauch in der Bevölkerung und im Speziellen bei den NutzerInnen des Schotterrasens Gosau/Zwieselalm bekannt?

2 Literaturüberblick über Schotterrasen

Durch diese thematische Auseinandersetzung soll Aufschluss über die Anforderungen einer Schotterrasenfläche sowie den Stand der Forschung hinsichtlich der Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen gegeben werden. Ebenfalls wird in diesem Kapitel das Thema „Standortgerechtes Saatgut“ näher erläutert.

„Schotterrasen ist eine versickerungsfähige Bodenbefestigung von hohem ökologischem Wert“. (Florineth 2012, 224) Diese Bauweise, welche Versickerung zulässt und sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile bietet, wird bei zunehmender Versiegelung der Straßenräume immer bedeutender (Köninger 2005, 219). Der Schotterrasen dient der regelmäßigen Nutzungsbelastung und ist eine mit Rasen begrünte Fläche (vgl. FLL 2008, 10). Der Aufbau sowie die Begrünung des Schotterrasens ermöglicht einerseits die erforderliche Tragfähigkeit und andererseits den Boden-Luft-Austausch sowie bei ausreichender Wasserdurchlässigkeit, -speicherfähigkeit und die Versickerung bzw. Verdunstung des Oberflächenwassers (vgl. Florineth 2012, 225). Der Anwendungsbereich von Schotterrasen liegt von gelegentlich genutzten Parkflächen für PKW bis zur reduzierten Nutzung durch LKW- und Busverkehr. Als weitere Bereiche sollen an dieser Stelle Straßenausweichflächen, land- und forstwirtschaftliche Wege, unregelmäßig frequentierte Veranstaltungsplätzen, Campingplätzen genannt werden (vgl. FLL 2008, 8). Die durch den Bau und Betrieb von Verkehrsflächen verursachten negativen Einflüsse auf die Umwelt müssen durch Maßnahmen des Landschaftsbaus verringert werden (vgl. RVS 12.05.11 2006, 2). Dahingehend stellt der Schotterrasen als begrünbare Flächenbefestigung eine qualitativ wertvolle Alternative zu asphaltierten Parkplätzen dar (vgl. Slawitsch 2014, III).

2.1 Technische Anforderungen

Die mechanischen Anforderungen ergeben sich aus Tragfähigkeit (Befahrbarkeit), Aufnahme entsprechender Zug- und Druckbelastung, Erosionsstabilität und Bearbeitbarkeit (vgl. ÖNorm 1210 2007, 6). In Bezug auf die technischen Anforderungen sind unterschiedlichste Kriterien hinsichtlich der Nutzungsbelastung zu berücksichtigen. So spielen Fahrzeuggewicht und Nutzungsintensität eine zentrale Rolle bei der Planung. Bei der Nutzungsintensität sind Faktoren wie Dauer der Benutzung (wenige Stunden bis ganztags), Häufigkeit der Benutzung (ein bis zwei Mal pro Woche oder täglich), Intervall der Benutzung (ganzjährig oder saisonal) sowie Nutzungsfrequenz und Fahrzeugwechsel im Nutzungszeitraum (ein oder mehrere Fahrzeuge) von zentraler Bedeutung (vgl. FLL 2008, 14).

Bauweise des Schotterrasens

Neben der Nutzungsintensität sind Tragfähigkeit und der Zustand des Untergrundes ausschlaggebend für die Errichtung des Schotterrasens. Der Untergrund ist der natürlich anstehende Boden, welcher eine Tragfähigkeit von 25 MN/m² bis 45 MN/m² sowie eine Wasserdurchlässigkeit $\geq 1 \times 10^{-6}$ m/s erreichen soll (Tabelle 1). Werden diese Kriterien vom Untergrund nicht erfüllt, wird zur Verbesserung Material aufgeschüttet (vgl. Florineth 2012, 225, 226). Es gilt den Untergrund, die Vegetationstragschicht und die vorhandenen Pflanzen zu beurteilen, dabei wird der oberste vorhandene Bauteil augenscheinlich, mit Klopfen sowie Ritzen untersucht und begutachtet (vgl. ÖNorm L1111 2007, 13).

Tabelle 1: Anforderungen an den Untergrund
(Quelle: FLL 2008, 21)

Zeile	Eigenschaften	Anforderungen
1	Verformungsmodul E_{V2}	25 MN/m ² - 45 MN/m ²
2	Wasserdurchlässigkeit k_f	1×10^{-6} m/s entspricht 3,6 l/h x m ²
3	Gefälle	Neigung $\geq 1\%$ und $\leq 5\%$

Die Entscheidung für einen ein- oder zweischichtiger Aufbau ist von der Beanspruchung durch die Nutzungsbelastung (Achslast und Nutzungsintensität) sowie vom Fahrzeugwechsel abhängig (vgl. FLL 2008, 14).

Bei Beanspruchung durch PKW oder einer geringen Belastung durch LKW oder Busverkehr wird die einschichtige Bauweise gewählt. Beim einschichtigen Aufbau wird auf den Untergrund eine 15-25 cm mächtige Materialschicht aufgetragen (Abbildung 2), dabei liegen die Korngrößen zwischen 0/32 und max. 0/64 (vgl. Florineth 2012, 226).

Bei einer erhöhten Nutzungsbeanspruchung wird die zweischichtige Bauweise gewählt, wobei zwei unterschiedliche Korngrößen für den Einbau verwendet werden (Abbildung 2). Die untere Schicht besteht aus einem 20 cm starken grobkörnigeren Material (Korngrößen 0/45 oder 0/64) und die obere Schicht besteht aus einem feineren Material (Korngrößen 0/16 bis 0/20 oder 0/32 bis 0/45) welches einen humosen Anteil enthält (vgl. Florineth 2012, 226).

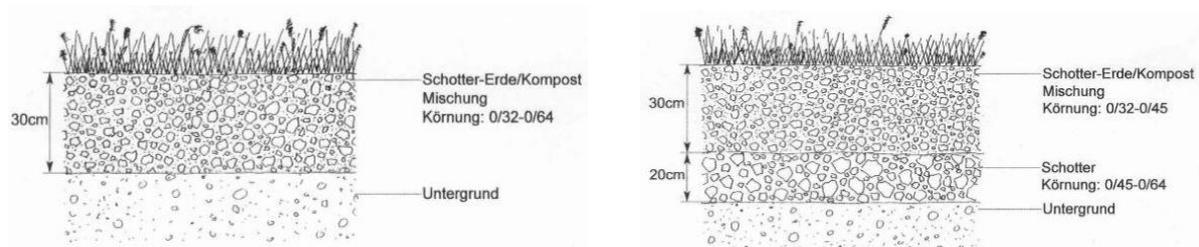


Abbildung 2: einschichtiger Schotterrasenaufbau (links) und zweischichtiger Schotterrasenaufbau (rechts)
(Quelle: Florineth 2012, 225)

2.2 Vegetationstechnische Anforderungen

Für die geplante Vegetation muss der Untergrund in Bezug auf Versickerungsleistung – Oberflächenrauheit, Durchlässigkeit und Verzahnung mit der Vegetationstragschicht – geeignet sein. Insofern der Untergrund keine Funktion als Wurzelraum aufweist, muss die Vegetationstragschicht darauf abgestimmt werden. Des Weiteren muss der Untergrund die Vegetationstragschicht dauerhaft verankern können (vgl. ÖNorm L1210 2007, 7).

Der begrünte Oberbau wird als Vegetationstragschicht definiert und muss gleichmäßig verdichtet werden, um eine Tragfähigkeit von 45 MN/m^2 - 60 MN/m^2 zu erreichen (vgl. Florineth 2012, 226). Die notwendigen Anforderungen in Bezug auf geplanten Pflanzenbewuchs und Nutzung muss von der Vegetationstragschicht erfüllt werden (vgl. ÖNorm 1210 2007, 6). Die Wasserdurchlässigkeit (k_f) muss zwischen $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ und $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ sowie die Wasserspeicherfähigkeit zwischen 20 % - 40 % liegen (vgl. Florineth 2012, 226). Weiters soll der Salzgehalt 150 mg/100 g der Vegetationstragschicht (Schottermaterial) nicht überschreiten und der pH-Wert soll zwischen 5 und 9 liegen. Um das Oberflächenwasser optimal abfließen zu lassen, muss das Planum bzw. Baugrund welcher der natürlich anstehende Boden ist (vgl. Florineth 2012, 225) eine Neigung von $\geq 1 \%$ und $\leq 5 \%$ aufweisen (vgl. FLL 2008, 20-23). Die Vegetationstragschicht muss die Anforderungen hinsichtlich Durchwurzelbarkeit, Wasserspeicherfähigkeit, Nährstofftransformation und Durchlüftung erfüllen (vgl. ÖNorm 1210 2007, 6). Um die bereits erwähnte Tragfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit der Vegetationstragschicht zu gewährleisten, muss das eingebaute Material eine entsprechende Sieblinie von feiner bis grober Korngrößenverteilung aufweisen. Dabei liegt die Schwierigkeit einer geeigneten Korngrößenverteilung darin, die Anforderung der parkenden PKWs sowie die damit im Widerspruch stehenden Ansprüche der Pflanzen an den Schotterrassen zu erfüllen. Während die Nutzungsanforderungen der PKWs an den Boden durch hohe Dichte, Tragfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit durch grobes Material erfüllt wird, benötigt die Vegetation ausreichendes Porenvolumen und gute Wasserspeicherfähigkeit, welche durch einen hohen Feinanteil gewährleistet wird (vgl. Florineth 2012, 226). Bei der Verwendung von regionalem Kalkschottermaterial soll der Anteil der beigemischten Erde etwas erhöht werden, um die Vegetationsausbildung zu stärken und weiters die Verdunstungsintensität zu erhöhen (vgl. Slawitsch 2014, 121).

Abbildung 3 zeigt die Sieblinie für eine geeignete Korngrößenverteilung des Materialgemischs einer Schotterrassenfläche. Bei der Korngrößenverteilung darf das Nenn-Größtkorn ein Drittel der Schichtdicke nicht überschreiten (vgl. FLL 2008, 22)

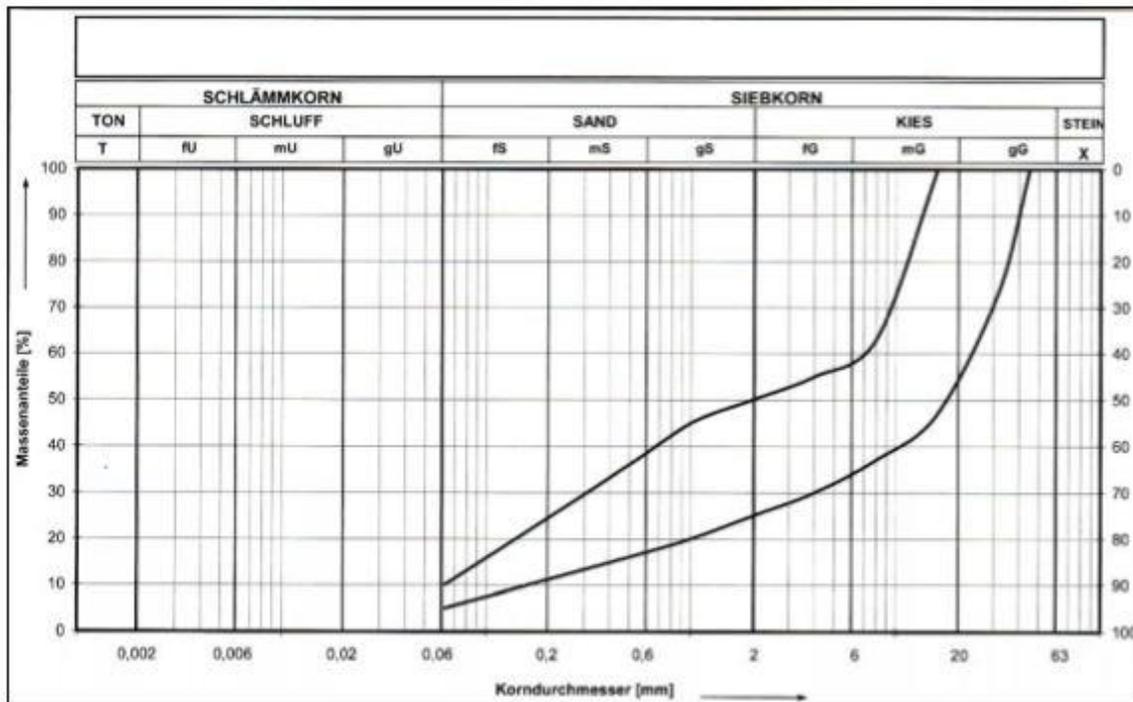


Abbildung 3: Sieblinie der Materialzusammensetzung für Schotterterrassen
(Quelle: FLL 2008, 22)

Der Erfolg der Begrünung ist von vielen unterschiedlichen Kriterien abhängig. So spielt die Drucklast beim Überfahren sowie beim stehenden Fahrzeug für den Begrünungserfolg eine große Rolle. Aber auch die Scherbelastung durch enge Kurvenradien oder bei durchdrehenden Rädern wirkt sich negativ auf die Vegetation aus. Ebenso haben Beschattung (Abschirmung der UV-Strahlen, Trockenheit), Abschirmung des Niederschlags und Hitze unter dem Fahrzeug direkte Auswirkungen auf die Vegetationsentwicklung (vgl. FLL 2008, 13).

Durch die ansteigende Belastungshäufung und Belastungsdauer erhöhen sich Abnutzungserscheinungen sowie Schäden an der Vegetation, dies führt zu verstärkten Pflegemaßnahmen und einem erhöhten Pflegeaufwand (vgl. FLL 2008, 13). Des Weiteren unterliegt die botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes einer überaus komplexen Dynamik. Diese Artenzusammensetzung unterliegt zahlreichen Faktoren, wobei Standorteigenschaften sowie klimatische Bedingungen nicht beeinflussbar sind, die Bewirtschaftung (Pflege, Düngung) und die Nutzung (Art, Häufigkeit) können jedoch gesteuert werden (vgl. Graiss 2004, 41).

2.3 Pflegemaßnahmen

„Die Pflegemaßnahmen sind auf das Erhaltungsziel abzustimmen.“ (ÖNorm L1120 2004, 4). In der Vegetationstechnik und im Landschaftsbau wird zwischen Fertigstellungspflege sowie Entwicklungs- und Unterhaltungspflege unterschieden (vgl. FLL 2008, 38). Jedenfalls haben

alle Pflegemaßnahmen das Ziel, nach Erreichen des Planungsziels den Zustand so lange und beständig als möglich zu erhalten (vgl. Niesel 2002, 501).

Fertigstellungspflege

Wie alle anderen Grünflächen benötigt Schotterrasen eine Pflege, die Intensität und das Ausmaß der Pflegemaßnahme sind vom Aufbau und dem verwendeten Saatgut abhängig (Längert und Florineth 2012, 1). Eine leichte und lang anhaltende Startdüngung ist für die Begrünung und die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen überaus relevant (vgl. Florineth 2012, 50). Bei der Fertigstellungspflege muss bewässert werden, wenn eine zu geringe Bodenfeuchte vorhanden ist und mit natürlichem Niederschlag nicht gerechnet werden kann. Des Weiteren kann durch Bewässerung das Verwehen oder Vertrocknen des Saatgutes verhindert werden. Ebenfalls besteht bei Neuanlagen von Schotterrasen ein erhöhter Nährstoffbedarf. Um diesen zu decken sollten in zwei Teilgaben kombinierte Dünger mit Kurz- und Langzeitwirkung verwendet werden. Die Menge an einzelnen Nährstoffen ist mit dem Bedarf der Vegetation sowie der Jahreszeit abzustimmen. Ungefähr zwei Wochen nach dem Auflaufen der Saat ist mit ca. 4 - 6 g Rein-N/m² zu düngen (vgl. FLL 2008, 38,39).

Entwicklungs- und Unterhaltungspflege

Da Schotterrasen als ein Magerstandort pflegeextensiv ist, wird eine regelmäßige Düngergabe sowie Zusatzbewässerung nicht benötigt. Allerdings kann bei geringer bzw. schlechter Nährstoffversorgung die Gabe von Dauerdünger von Nöten sein (vgl. Florineth et al. 2016, 8). Der Pflegeaufwand erhöht sich bei Anregung des Pflanzenwachstums durch Zusatzbewässerung und Düngung (vgl. Köninger 2003, 4). Allerdings gilt, dass Erfordernis, Art, Umfang und Zeitpunkt der Pflegemaßnahme vom Entwicklungszustand, dem Grad der Nutzung bzw. Beanspruchung sowie der Benutzungs- und Verkehrssicherheit abhängig sind (vgl. ÖNorm L1120 2004, 4). Des Weiteren richten sich die Pflegemaßnahmen im Speziellen nach dem Begrünungsziel, der vorgesehenen Belastung sowie der Vegetationsdeckenentwicklung (vgl. FLL 2008, 40).

Außerdem gilt bei der Entwicklungs- und Unterhaltungspflege:

„Das Erreichen und nachhaltige Erhalten des funktionsfähigen Zustandes setzt die fachgerechte Entwicklungs- und Unterhaltungspflege sowie die ordnungsgemäße Nutzung voraus. Dazu gehört, dass die Fläche weder übernutzt noch zu wenig genutzt wird.“ (FLL 2008, 39)

Voraussetzung für den Begrünungserfolg ist die Beachtung der Standortbedingungen hinsichtlich der Lebensansprüche der Pflanzen (vgl. FLL 1998, 1). Bevor die Pflegemaßnahmen getätigt werden, sind die Vegetationsflächen und die Pflanzen

augenscheinlich zu kontrollieren. Dabei muss auf die allgemeine Vitalität, Schäden und Beschädigungen geachtet werden (vgl. ÖNorm L1120 2004, 4).

Im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Flächen gelten bei Schotterrasenflächen völlig differenzierte Größenordnungen hinsichtlich des erforderlichen Nährstoffgehalts. Wird in der Landwirtschaft vermehrt auf die Steigerung des Ertrags und der Qualität gesetzt, steht im Gegensatz dazu im Landschaftsbau nicht die pflanzliche Produktion im Vordergrund. Aus diesem Grund ist die Nährstoffversorgung der eingebrachten Pflanzengesellschaften bereits gegeben, wenn im Vegetationsverlauf die geforderte Bestandsdichte sowie das nachhaltige Wachstum und Reproduktion ermöglicht sind. Am ehesten lassen sich die erforderlichen Nährstoffausstattungen von den Vegetationsschichten mit naturnahen Mager- und Waldstandorten sowie eventuell mit extensiver Grünlandwirtschaft vergleichen (vgl. FLL 1998, 87). Extensiv geführte artenreiche Pflanzenbestände sollten den ohnehin geringen Stickstoffbedarf über langsam fließenden N-Quellen erhalten. Dem gegenüber benötigen gräserreichere Pflanzenbestände N-Dünger mit leichtlöslichen Stickstoff (vgl. BMLFUW 2006, 42).

Um allerdings die Größenordnungen der benötigten Nährstoffausstattung in Erfahrung zu bringen, gilt es, naturnahe Systeme als Beispiel heranzuziehen. Die unterschiedlichsten Faktoren wie Bodentyp, die Bodenart, die bodenbildende Ausgangsgestein sowie der Wasserhaushalt des Standorts geben Auskunft über die entsprechenden Grenzen der Pflanzengesellschaften (vgl. FLL1998, 87).

Da sich der Rasen nach einer Trockenperiode meist selbstständig wieder regeneriert und die Funktionsfähigkeit der Vegetationsdecke nicht anhaltend beeinträchtigt wird, ist auf das Wässern meist zu verzichten. Sollte trotzdem gewässert werden, soll die Vegetationstragschicht homogen durchfeuchtet werden (vgl. FLL 2008, 40).

Wie bereits eingangs erwähnt, ist auf die Düngung von Schotterrasen prinzipiell zu verzichten. Ist diese allerdings unverzichtbar, hängt die Düngergabe nicht nur vom Standort sondern auch von der Belastung der Rasendecke ab. Die Nährstoffmenge soll auf Grundlage der Nährstoffgehaltsbestimmung der Vegetationstragschicht definiert werden. Dabei soll aus Umweltschutzaspekten der Bedarf durch Langzeitdünger gedeckt werden (vgl. FLL 2008, 40).

Erste Auskünfte werden über standorttypische, naturnahe Größenordnungen der Nährstoffanreicherungen erlangt. Allerdings wird erst durch Bodenuntersuchungen der genaue IST-Zustand erhoben (vgl. FLL 1998, 89). Der Zustand der Pflanze sowie der des Bodens sind für die Düngung ausschlaggebend. Um die benötigten Kennwerte zu erhalten, sind anlassbezogene Bodenproben zu entnehmen. Dabei gilt es, den Nährstoffgehalt des Bodens, den Bodenzustand, den pH-Wert sowie die Leitfähigkeit zu beachten. In Bezug auf die Ausbringung des Düngers sind die Anwendungsrichtlinien des Herstellers Folge zu

leisten. Weiters ist die Düngung auf das benötigte Mindestmaß zu beschränken (vgl. ÖNorm L1120 2004, 5). Einerseits können organische als auch anorganische Düngemittel als Nährstoffträger in Verwendung sein. Durch organische Düngemittel werden dem Boden neben den Nährstoffen auch organische Substanzen zugeführt, dies führt zur qualitativen Verbesserung der Humusbilanz (vgl. FLL 1998, 91).

2.4 Saatgut

Saatgut sind im Sinne des § 1 (1) Z1 a Saatgutgesetz (1997) Samen, die zur Erzeugung von Pflanzen bestimmt sind. In Bezug auf die Auswahl des Saatguts sind die Ansprüche der Pflanzen an den Standort – Bodenverhältnisse (Bodenqualität, Verfügbarkeit von Wasser und Nährstoffen), örtliche Klimaverhältnisse (Niederschlag, Wind, Frost) – zu berücksichtigen (vgl. ÖNorm L1111 2007, 9). Die Beurteilung des Bodenmaterials erfolgt in einer Laboruntersuchung wobei die Parameter der Untersuchung – der Gehalt der organischen Substanz, das C/N Verhältnis, der pH-Wert, die austauschbaren Kationen, die elektrische Leitfähigkeit, die Versickerungsintensität, Phosphor und Kalium, Magnesium, Kalkgehalt, Rindenkompost und das Wasserspeichervermögen sind (vgl. ÖNorm L1210 2007, 10). Die geeignete Saatgutmischung für eine Schotterrasenfläche ist eine belastbare sowie trockenheitsverträgliche Gräser-Kräuter-Mischung (vgl. Florineth 2012, 226). Das Saatgut kann einerseits als Nass- und andererseits als Trockensaatgut ausgebracht werden, es ist allerdings nicht von Nöten das Saatgut einzuarbeiten. Von zentraler Bedeutung ist es, dass sich das Saatgut nicht entmischt (vgl. FLL 2008, 31). Das auf der Vegetationsschicht aufgebrachte Saatgut wird angewalzt und in der ersten Wachstumswoche bewässert (vgl. Florineth 2012, 226). Die Saatgutmischung muss zum einen belastbar und trockenheitsresistent, und zum anderen, damit eine stabile und selbst erhaltende Pflanzengesellschaft erzeugt wird, auch standortgerecht sein (vgl. Krautzer et al. 2000, 9).

Standortgerecht sind Pflanzengesellschaften im Sinne der Richtlinie für standortgerechte Begrünung,

„...wenn sie sich bei im Regelfall extensiver Nutzung oder Nichtnutzung dauerhaft selbst stabil erhält und wenn bei dieser Pflanzengesellschaft die Erzeugung von landwirtschaftlichen Produkten nicht im Vordergrund stehen.“ (Krautzer et al. 2000, 9)

Hinsichtlich der standortgerechten Vegetation wird zwischen engerem und weiterem Sinn unterschieden, welche jeweils drei Kriterien erfüllen müssen. Die Kriterien der standortgerechten Vegetation im engeren Sinn beinhalten die ökologischen Amplituden, welche den Eigenschaften des Standorts entsprechen, die ausgebrachten Pflanzenarten kommen aus der geographischen Region und kommen bzw. sind an den entsprechenden

Wildstandorten vorgekommen. Außerdem kommt das Pflanzenmaterial oder Saatgut aus der unmittelbaren Umgebung des Projektgebietes, oder wird aus Lebensräumen gewonnen, welche den Standortfaktoren und den entsprechenden Vegetationstypen entspricht. Bei der Standortvegetation im weiteren Sinn sind die Kriterien der ökologischen Amplituden sowie der Pflanzenarten aus der geographischen Region ident, jener Kriterien der Standortgerechten Vegetation im engeren Sinn. Unterschiede gibt es beim dritten Kriterium, da wird im weiteren Sinn angestrebt, in möglichst hohem Maß regionales Saatgut zu verwenden (vgl. Krautzer et al. 2000, 9).

3 Material und Methodik

Aufbauend auf Slawitsch (2014), die sich mit bodenphysikalischen Untersuchungen und dem Bodenwasserhaushalt von Schotterrasenflächen an einem inneralpinen Standort beschäftigte, setzt sich die vorliegende Masterarbeit vertiefend mit Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen von Schotterrasen auseinander. Um die Vegetationsentwicklung der divergenten Pflege- sowie Erhaltungsmaßnahmen zu erheben wurden diese unterschiedlichen Belastungsintensitäten ausgesetzt. Dabei wurden auf zwei inneralpinen Standorten, Versuchsflächen in den Gemeinden Gosau (Oberösterreich) und Irnding-Donnersbachtal (Steiermark), angelegt. Die Versuchsfläche in Gosau befindet sich am Parkplatz des Schilifts Zwieselalm und die Versuchsfläche in der Gemeinde Irnding-Donnersbachtal befindet sich direkt im Gelände der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Um konkrete Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen hinsichtlich der Vegetationsentwicklung zu untersuchen, wurden unterschiedliche Versuche an beiden Standorten angelegt.

3.1 Geographische Lage der Versuchsflächen

Die Gemeinde Gosau befindet sich im Süden Oberösterreichs, an den Grenzen zu Salzburg und Steiermark. Gosau ist Teil des Politischen Bezirkes Gmünd im Traunviertel, ca. 14 km Luftlinie von Bad Ischl entfernt und liegt direkt am Dachstein. Auf einer Gemeindefläche von 113,3 km² leben 1.949 Personen (Abbildung 4) (vgl. Gosau 2016). Der Untersuchungsstandort 1 in Gosau befindet sich direkt am Parkplatz der Schiliftanlage Zwieselalm auf einer Seehöhe von ca. 770 m.

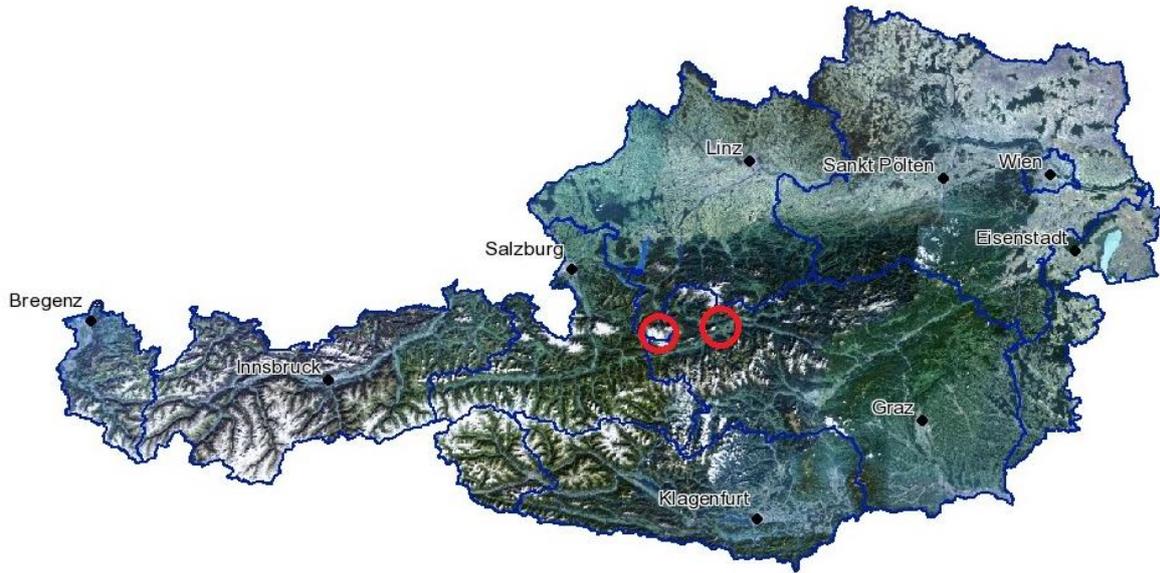


Abbildung 4: Lage der Versuchsstandorte
(Quelle: BEV, 2015)

Die Marktgemeinde Irdning-Donnersbachtal mit 4.195 EinwohnerInnen befindet sich in der Obersteiermark im Bezirk Liezen, die Gemeindefläche beträgt 199,66 km² (vgl. Irdning-Donnersbachtal 2016). Der Versuchsstandort 2 befindet sich direkt am Standort der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, die als größte Dienststelle des Lebensministeriums in der landwirtschaftlichen Forschung gilt (vgl. HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2016).

3.2 Geologie der Versuchsstandorte

Die Alpen sind ein sehr junges Hochgebirge mit spezifischen Eigenschaften, welches sich deutlich von anderen Landschaften in Europa unterscheidet. Die Alpen entstanden in unterschiedlichen erdgeschichtlichen Stadien. Vor ca. 500-200 Mio. Jahren war die kaledonische-variskische Gebirgsbildung, darauf folgte vor 230-100 Mio. Jahren die Phase der Sedimentation. Die dritte Phase war die alpidische Faltung vor 100-30 Mio. Jahren worauf die alpidische Hebung folgte (vgl. Bäzing 2015, 25-27).

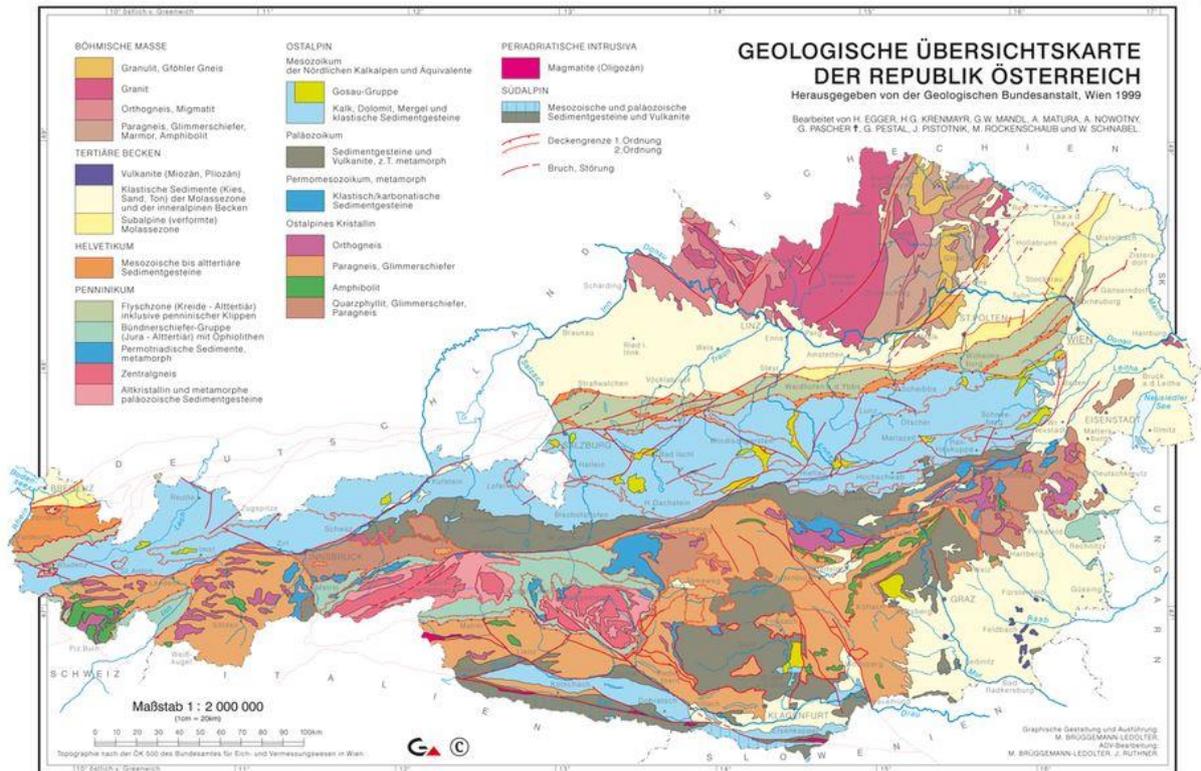


Abbildung 5: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich (Quelle: GBA, 2016)

„In den Alpen sind Gesteine anzutreffen, deren Alter vor einer Milliarde Jahren bis zur rezenten Gesteinen reiche.“ (Piffner 2015, 14)

Die beiden Untersuchungsstandorte befinden sich in den Ostalpen. Während die Gosau-Gruppe aus Kalk, Dolomit, Mergel und klastischen Sedimentgesteinen besteht, befindet sich im Raum Irnding Sedimentgestein und zum Teil metamorphe Vulkanite (Abbildung 5). In den zentralalpiner Regionen befinden sich sehr alte Gesteine, welche als Krustengestein schon mehrfache Phasen der Umbildung erlebten. Trotz Schleier der Metamorphose, erkennt man durch alte Sedimente bzw. Eruptiva noch den Charakter des Ausgangsgesteins (vgl. Metz 1980, 15)

3.2.1 Gosau

Im Gosaubecken befindet sich eine 2600 m hohe Schicht aus meist marinen Gesteinen und Alttertiär. Das Gebiet befindet sich in den Kalkalpen und stellt eine durch Brüche begrenzte Senkungszone, welche sedimentiert wurde, dar. Im Bereich von Gosau sind ebenfalls Randfazies in Form heller Rudistentrümmerkalke vom Typus Untersberger Marmor enthalten (vgl. Ploching 1982, 30). Die Zwieselalm-Thörleckscholle weist eine Pilzfaltenstruktur auf und ist mit der Dachsteindecke stratigraphisch verbunden (vgl. Schlager 1967 in Ploching 1982, 55).

3.2.2 Raumberg-Gumpenstein

Nach geologischen Begriffen definiert, befindet sich das Gebiet direkt in den „Wölzer Tauern“. Im Bereich von Altirdning und Raumberg befinden sich die quartären Terrassenfluren des Ennstals. Die schluchtartigen, vom Süden kommenden Täler entblößen den sonst verhüllten Fels. Durch eine Kilometer breite Schuppenzone wird der Glimmerschiefer durch den Ennstaler Phyllite begrenzt. Im Wesentlichen ist der Ennstaler Phyllite sehr einförmig vom meist grauem, mildem quarzarmen Typen bis zum quarzitischen Schiefer. Regelmäßig sind in die grauen Phyllite lange, grüne, chloritreiche Schieferlagen eingebaut (vgl. Metz 1980, 4,5,14).

3.3 Klima

Als Klima werden der durchschnittliche Zustand der Atmosphäre und die zu erwartenden Abweichungen verstanden. Es bezeichnet die durchschnittlichen Wetterverhältnisse an einem bestimmten Ort oder in einem bestimmten Gebiet. Die Klimatologie studiert die Änderungen des Klimas und ist ein Teilgebiet der Meteorologie, verwendet allerdings größere Zeitskalen als die Meteorologie (vgl. Gösta et al. 1994, 363). Klimatische Einflüsse prägen die Vegetationsperiode, im Zusammenhang mit dem Klimawandel wird die Verschiebung des Vegetationsbeginns und Vegetationsendes diskutiert. Der Beginn der Vegetationsperiode ist dann gegeben, wenn an fünf aufeinander folgenden Tagen eine Tagesmitteltemperatur von ≥ 5 °C erreicht wird. Liegt an fünf aufeinanderfolgenden Tagen die Tagesmitteltemperatur unter 5 °C, spricht man vom Ende der Vegetationsperiode (vgl. Schaumberger et al. 2008, P14). Die nachfolgend dargestellten Klimadiagramme wurden von Dr. Andreas Schaumberger von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erstellt.

3.3.1 Gosau

Die Lage der Versuchsfläche in Gosau, welche sich im Alpennordrand befindet, bringt durch Stauniederschläge eine hohe Niederschlagssumme. Die einzige Gletscherfläche in Oberösterreich befindet sich am Dachstein, zur gleichen Zeit ist diese Fläche der östlichste Gletscher Österreichs und der Alpen. Der Dachsteingletscher, versorgt als Langzeitspeicher erst Jahre oder Jahrzehnte später die Flüsse bzw. die Seen des Salzkammergutes (vgl. Reingruber 2016, 4). 2014 lag die gemittelte Jahrestemperatur in Gosau bei 9,7 C° und der durchschnittliche Jahresniederschlag betrug 1.679 mm. Der niederschlagsreichste Monat war in Gosau im Jahr 2014 der April (Abbildung 6).

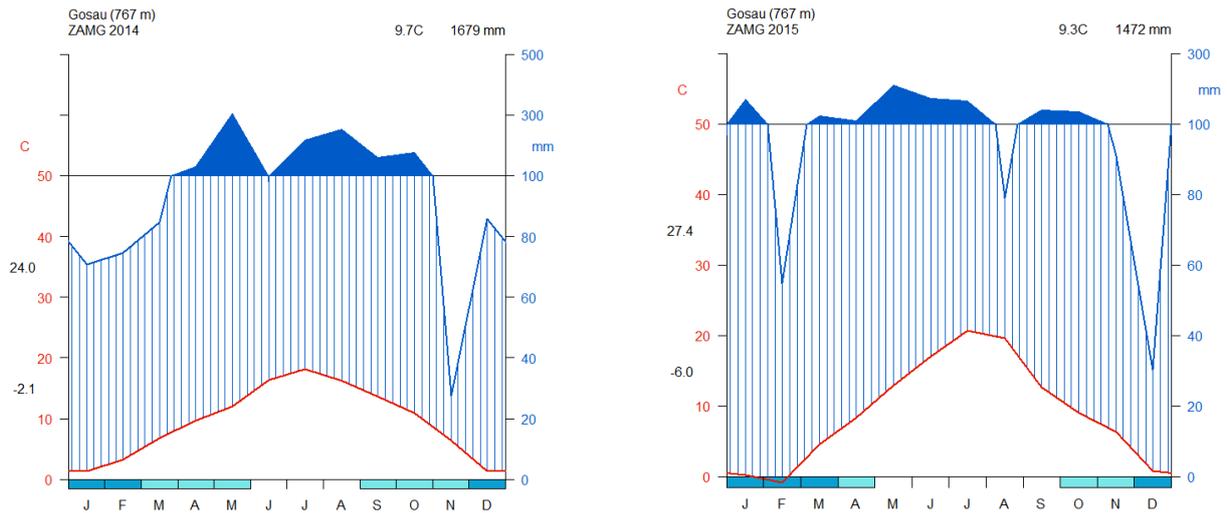


Abbildung 6: Klimadiagramme 2014 (links) & 2015 (rechts) für Gosau
(Datenquelle: Land Oberösterreich)

Die im Jahr 2015 erhobene und gemittelte Jahrestemperatur betrug in Gosau 9,3 C° und die Jahresniederschlagssumme lag bei 1.472 mm, mit Mai als dem niederschlagsreichsten Monat.

3.3.2 Raumberg-Gumpenstein

Der Versuchsstandort an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein befindet sich in der Klimaregion Zentrales Ennstal. Diese Zone beginnt im Bereich Stainach-Irdning und reicht bis zum Gesäuseeingang. Die im Norden liegenden Kalk- und die südlichen Zentralalpen schirmen diesen Bereich des Ennstals ab, wodurch dieser Talabschnitt kontinental geprägt ist (vgl. Land Steiermark 2016). Die gemittelte Jahrestemperatur für das Jahr 2014 betrug am Standort Raumberg-Gumpenstein 9,7 C°, der Jahresniederschlag lag im gleichen Zeitraum bei 983 mm, wobei April der niederschlagsreichste Monat war (vgl. Schaumberger 2016).

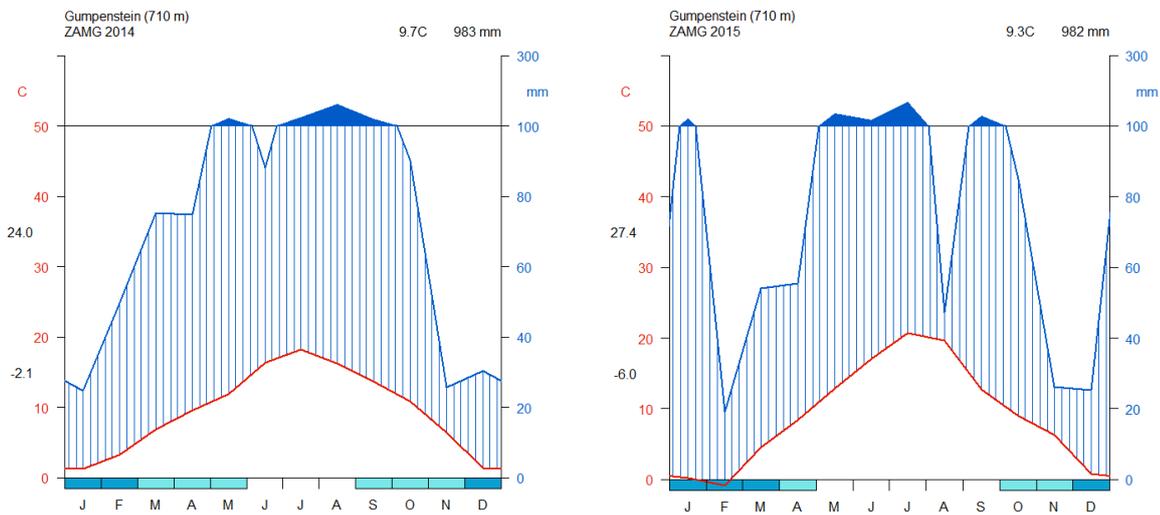


Abbildung 7: Klimadiagramme 2014 (links) & 2015 (rechts) für Gumpenstein (Datenquelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2016)

Im Jahr 2015 lag die gemittelte Jahrestemperatur bei 9,3 C° und der Jahresniederschlag betrug 982 mm mit Juni als niederschlagsreichsten Monat (vgl. Schaumberger 2016).

3.4 Versuchsdesign

Im April 2014 wurden die Versuchsflächen für die Untersuchung zu Erhaltungs- und Pflegemaßnahmen von Schotterrasen an den beiden Standorten Gosau und Raumberg-Gumpenstein angelegt. Die Untersuchungsflächen zu unterschiedlichen Belastungen und Behandlungen wurden am Standort Gosau errichtet, jene in Raumberg-Gumpenstein mit einer Düngervariante.

3.4.1 Gosau

Bereits im August 2011 wurde der bestehende ca. 700 m² große Parkplatz des Zwieselalmflites in Gosau von einer reinen Kalkschotterfläche in einen Schotterrasen umgewandelt. Der Parkplatz wurde durch einen Gräber nivelliert, mittels Grobschutt wurden die vorhandenen Unebenheiten aufgefüllt. Auf der gesamten Parkfläche wurde anschließend ca. 65 m³ Kompost mit ca. 1-2 cm Höhe aufgetragen und mittels Kreiselegge ca. 3-4 cm in den Schotterkörper eingearbeitet. Vor der Rückverfestigung mittels Rüttelplatte wurde das Saatgut (Tabelle 2) mit einem pneumatischen Sägerät ausgebracht, die Saatstärke betrug ca. 4-5 g/m² (vgl. Graiss und Krautzer 2013, 14).

Tabelle 2: Schotterrasenmischung zur Erstanlage der Versuchsfläche in Gosau
(Quelle: vgl. Graiss und Krautzer 2013, 15)

Gräser	Gewichtsprozent
<i>Puccinellia distans</i>	10
<i>Festuca rubra trychophylla</i>	15
<i>Festuca nigrescens</i>	10
<i>Festuca rupicola</i>	30
<i>Poa angustifolia</i>	8
<i>Poa annua</i>	5
<i>Poa compressa</i>	8
<i>Lolium perenne</i>	5
Kräuter und Leguminosen	
<i>Achillea millefolium</i>	1
<i>Dianthus carthusianorum</i>	1
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1
<i>Hieraceum pilosella</i>	0,25
<i>Trifolium dubium</i>	2
<i>Prunella vulgaris</i>	0,25
<i>Prunella grandiflora</i>	0,25
<i>Leontodon hispidus</i>	0,25
<i>Salvia pratensis</i>	0,5
<i>Silene vulgaris</i>	0,75
<i>Thymus pulegioides</i>	0,75

Für die Startdüngung wurden 600 kg/ha organischer Spezialdünger „provideVerde®“ von ReNatura® verwendet. Die Tragfähigkeit der Schotterrasenfläche wurde mittels statischer Lastplatte getestet, dabei ergab sich ein Verformungsmodul E_{v2} von 32,6 MN/m². Dieser geringe Wert führte zur Entscheidung, den Schotterrasen zusätzlich mit einer Walze rückzuverfestigen (vgl. Graiss und Krautzer 2013, 14).



Bild 1: Aufbringen des Komposts
(Quelle: Urstöger in
Graiss und Krautzer 2013, 14)



Bild 2: Walzen der eingesäten Fläche
(Quelle: Graiss und Krautzer 2013, 15)

Da die Vegetationstragschicht nicht mit einem Schotter-Humus-Gemisch aufgebaut wurde, entspricht die Errichtung nicht dem Aufbau eines einschichtigen Schotterrasens. Zwei Jahre nach der Begrünung (siehe Bild 3) wies die durchschnittliche Vegetationsdeckung einen Wert von 50 % auf. Im Bereich der gering belasteten Flächen erreicht die projektive Vegetationsdeckung des Schotterrasens bis zu 80%, dem gegenüber stehen allerdings die stark belasteten Areale (Ein- und Ausfahrt des Parkplatzes) mit ungefähr 20 % Deckung (vgl. Graiss und Krautzer 2013, 15).



Bild 3: Zustandsbild des Parkplatzes in Gosau zwei Jahre nach der Anlage des
Schotterrasens mit der stark befahrenen Fläche im Vordergrund
(Quelle: Graiss und Krautzer 2013, 16)

Der Versuchsaufbau in Gosau beinhaltete vier Behandlungsvarianten, welche wiederum jeweils drei unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt waren. Jede Versuchsvariante wurde dreimal wiederholt. Die Behandlungsvarianten waren eine Ansaat, Nachsaat, Düngung, sowie Nachsaat + Düngung.

Die Ansaatvariante entsprach der 2011 angelegten Ausgangssituation ohne etwaige Pflegemaßnahmen und diente zugleich als Referenz. Auf den Parzellen der Nachsaatvariante sowie der Nachsaat & Düngungsvariante wurde 2014 die Saatgutmischung „ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen trocken“, eine Mischung der Firma Kärntner Saatbau mit einer Saatstärke von 2 g/m² ausgebracht. Die Variante Düngung & Nachsaat wurde ebenso wie die reine Düngungsvariante mit organischem Spezialdünger „provideVerde®“ von ReNatura® im Äquivalent von 35 kg N je ha sowie 17,5 kg P₂ O₅ je ha und 8,8 kg K₂O je ha versorgt.

Dieser Spezialdünger dient der Begrünung von Rohböden an Extremstandorten und besteht aus einer Mischung aus Bodenorganismen (Pencillium sp.), Alginaten, Polysacchariden sowie einem organischen Nährstoffträger welcher einen pflanzlichen Ursprung hat (vgl. Kärntner Saatbau 2014). Der Dünger beinhaltet

- 67% Organische Substanz
- 4,4% N – Stickstoff gesamt
- 2,2% P₂ O₅ – Phosphat gesamt
- 1,1% K₂O – Kaliumoxid gesamt
- 2,1% Mg – Magnesium
- 2,7%Ca – Kalium

Als Vorteil dieses Düngers werden die kräftigere sowie gleichmäßige Wurzelbildung genannt, es wird aber auch auf die rasche Etablierung einer Vegetationsdecke hingewiesen. Ebenso soll durch den Spezialdünger eine lang andauernde und ausgeglichene Nährstoffversorgung gewährleistet werden und sich damit eine jährliche Nachdüngung erübrigen (vgl. Kärntner Saatbau 2014).

Die Versuchsfläche wurde in stark, mittel und schwach belastete Teilbereiche eingeteilt, die sich aus deren Distanz zur Talstation des Schiliftes Zwieselalm und dem daraus resultierenden Parkverhalten der WintersportlerInnen ergab. Ausgangslage für die Arealeinteilung waren vier vorausgehende dynamische Lastplattenversuche. Die Lastplattenversuche ergaben einen Wert von 90,7 MN/m² für den stark belasteten Bereich der sich am nächsten zum Skilift befindet. Anschließend an das stark belastete Areal liegt der mittel belastete Bereich mit einem Wert von 51,1MN/m² gefolgt vom am weitesten von der Talstation entfernten schwach belasteten Areal mit 33,5 MN/m² und dem kaum genutzten Bereich mit einem Verformungsmodul von 27,3 MN/m² (Abbildung 8). Aufbauend auf diesen Lastplattenergebnissen wurden dann die Versuchsflächen auf augenscheinlich homogenen und repräsentativen Flächen angelegt und mittels GPS eingemessen.

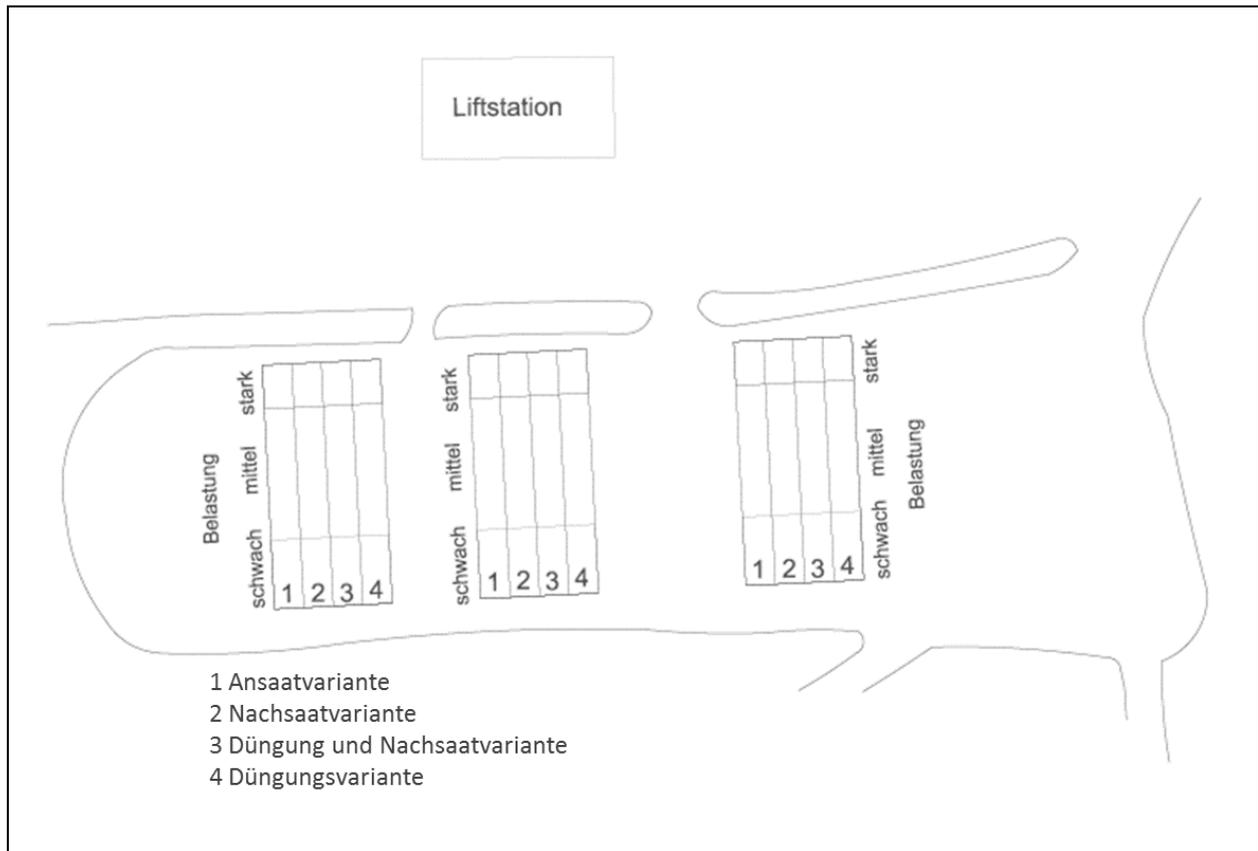


Abbildung 8: Versuchsdesign am Standort Gosau
(Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2014 + eigene Bearbeitung)

3.4.2 Versuchsfläche Raumberg-Gumpenstein

Am 10. September 2013 wurde am Standort der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein einschichtiger Schotterrasen errichtet. Der bestehende Schotterkörper wurde entfernt, der zentrale Bereich des Parkplatzes mit Asphaltbruch aufgefüllt und der Randbereich, welcher als Parkfläche dient, als Schotterrasen angelegt (Bild 4).

Die Vegetationstragschicht, des einschichtigen Schotterrasens wurde mit einem aus der Region stammenden Kalkschotter-Humus-Gemisch aufgebaut und ebenfalls mit der Saatgutmischung „ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen trocken“, mit einer Saatstärke von 2 g/m² angesät. Für die Startdüngung wurde ebenfalls der organische Spezialdünger „provideVerde®“ von ReNatura® im Äquivalent von 35 kg N je ha sowie 17,5 kg P₂O₅ je ha und 8,8 kg K₂O je ha verwendet.

Am 7. November 2013 wurde der Parkplatz für das Befahren und Beparken freigegeben. Dieser Schotterrasenparkplatz dient der HBLFA Raumberg-Gumpenstein als Parkplatz für BesucherInnen und SchülerInnen.

Alle in dieser Masterarbeit verwendeten und ohne Quellenangabe abgebildeten Fotografien wurden vom Autor selbst erstellt.



Bild 4: Aufbringen des Schotterkörpers (links) und fertiggestellten des Schotterrasens (rechts)
(Quelle: Graiss 2013)

Das Versuchsdesign in Raumberg-Gumpenstein setzt sich aus einer Ansaatvariante und einer Düngervariante in je dreifacher Wiederholung zusammen. Die Positionierung der Versuchsflächen erfolgte auf Grundlage einer optischen Einschätzung, wobei es auch hier galt, entsprechend repräsentative, homogene Flächen auszuweisen.

Für die Düngungsvariante wurde wie in Gosau organischer Spezialdünger „provideVerde®“ von ReNatura® verwendet. Dabei wurden 44 kg N je ha sowie 22 kg P₂ O₅ je ha und 11 kg K₂O je ha provideVerde® auf die Parzellen ausgebracht.

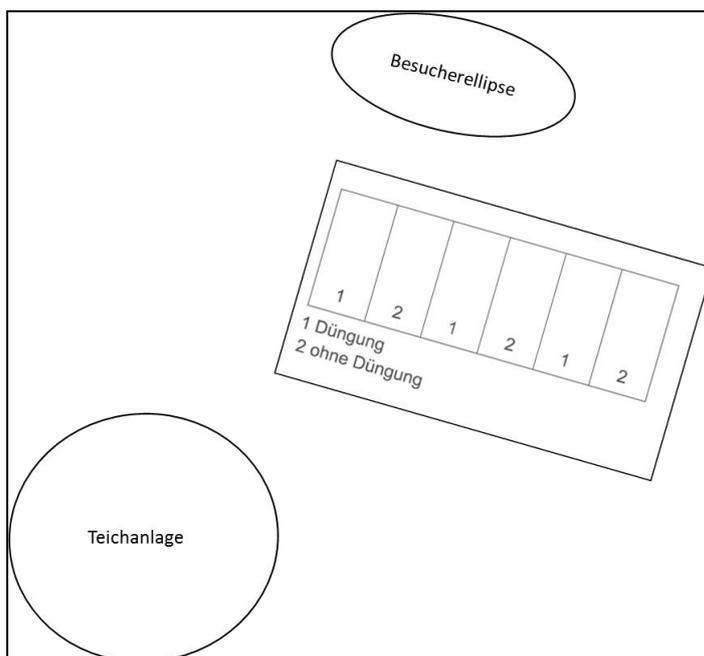


Abbildung 9: Versuchsflächen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein
(Quelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2014 + eigene Bearbeitung)

3.5 Rezeptur der verwendeten Saatgutmischung sowie Beschreibung der darin enthaltenen Arten

Die Saatgutmischung „ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen trocken“ besteht aus einer niedrigwüchsigen, ausdauernden sowie belastbaren Gräser-Kräuter Mischung für trockene Standorte in niedrigeren und mittleren Lagen. Prinzipiell ist die Ansaat in der gesamten Vegetationsperiode möglich, allerdings ist auf Früh- und Spätfrost zu achten. Die empfohlene Ansaatmenge (als Reinsaat) beträgt 6 g/m² (vgl. Frank 2014, 32). Sämtliche Samen der verwendeten Saatgutmischung wurden vom Autor der vorliegenden Masterarbeit fotografiert und beschrieben.

Tabelle 3: Rezeptur der Saatgutmischung „ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen“
(Quelle: vgl. Frank 2014, 32 + eigene Bearbeitung)

Art Namen	Deutsche Namen	Mischungsanteil [Gewichts- %]
Gräser		
<i>Agrostis capillaris</i>	Rot-Straußgras	2
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gew. Ruchgras	2
<i>Cynosurus cristatus</i>	Wiesen-Kammgras	5
<i>Festuca nigrescens</i>	Horst-Rot-Schwingel	10
<i>Festuca ovina</i>	Eigentl. Schaf-Schwingel	5
<i>Festuca rupicola</i>	Furchen-Schwingel	18
<i>Festuca trichophylla</i>	Haarblatt-Rot-Schwingel	10
<i>Lolium perenne</i>	Englisches Raygras	5
<i>Poa angustifolia</i>	Schmalblatt-Rispe	8
<i>Poa annua</i>	Einjährige-Rispe	4
<i>Poa compressa</i>	Platthalm-Rispe	8
<i>Puccinellia distans</i>	Gew. Salzschwaden	8
Leguminosen		
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Echter Wundklee	1
<i>Lotus corniculatus</i>	Gew. Hornklee	1
<i>Medicago lupulina</i>	Gelbklee	1,4
Kräuter		
<i>Achillea millefolium</i>	Echte Schafgarbe	1,2
<i>Dianthus deltoides</i>	Heide-Nelke	0,2
<i>Galium album</i>	Großes Wiesen-Labkraut	0,2
<i>Galium verum</i>	Gelb-Labkraut	0,1
<i>Hieracium pilosella</i>	Kleines Habichtskraut	0,1
<i>Leontodon autumnalis</i>	Herbst-Löwenzahn	0,2
<i>Leontodon hispidus</i>	Wiesen-Löwenzahn	1
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Magerwiesen-Margerite	2,2
<i>Plantago media</i>	Mittel-Wegerich	0,5
<i>Prunella vulgaris</i>	Gew. Brunelle	0,5
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer	0,2
<i>Salvia pratensis</i>	Wiesen-Salbei	2,1
<i>Sanguisorba minor</i>	Kleiner Wiesenknopf	0,5
<i>Silene vulgaris</i>	Aufgeblasenes Leimkraut	2,2
<i>Thymus pulegioides</i>	Arznei-Quendel	0,4

Gräser

Agrostis capillaris – Rot-Straußgras

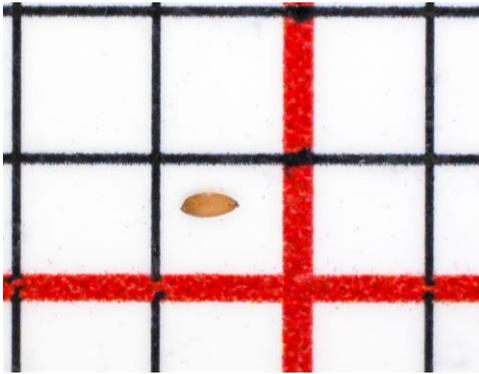


Bild 5: *Agrostis capillaris*

Das Rot-Straußgras ist ein sehr leichter Samen, besitzt sehr kurz gestutzte Blatthäutchen. Diese Samenart ist ein sehr feines Gras und dient als Untergras bzw. Ziergras. Der längliche, spindelförmige Samen ist leicht gräulich und durchscheinend (vgl. Florineth et al. 2013, 6). Das Habitat des *Rot-Straußgrases* sind Magerwiesen, Waldlichtungen sowie Heidemoore (vgl. Fischer et al. 2008, 1187).

Anthoxanthum oderatum – Gew. Ruchgras



Bild 6: *Anthoxanthum oderatum*

Der geringe Ernteertrag sowie der hohe Ernteaufwand machen diesen Samen sehr teuer. Dieser sehr leichte Samen hat eine typische Ährenform, ist dunkel bis hellbraun behaart und ist mit zwei Grannen ausgestattet. Eine längere, gedrehte Granne sowie eine kürzere aufrechte (vgl. Florineth et al. 2013, 8). Die Spelzfrucht ist 1,5-2 mm lang, 0,6-0,8 mm breit und 0,3 – 0,5 mm dick (vgl. Krautzer et al. 2004, 10).

Cynosurus cristatus – Wiesen Kammgras



Bild 7: *Cynosurus cristatus*

Der gelblich gefärbte Samen ist mit einer bauchig ausgebreiteten Schiffchenform ausgestattet. Das Wiesen Kammgras ist ein feines Untergras, typisch ist die unterbrochene Ähre (vgl. Florineth et al. 2013, 9). Die Deckspelze ist 5-nervig, am oberen Ende schmal gerundet und meist mit einer bis zu 1 mm langen und dünnen Grannenspitze ausgestattet (vgl. Krautzer et al. 2004, 42).

Festuca nigrescens – Horst-Rot-Schwingel



Bild 8: *Festuca nigrescens*

Dieses Pioniergras für Hochlagenbegrünung besitzt eine dunkle Beige. Der Samen hat eine typische Schiffchenform und ist mit einem runden, glatt abgebrochenen Stiel ausgestattet (vgl. Florineth et al. 2013, 10). Die Spelzfrucht ist 3,5-6 mm lang sowie 0,5-0,8 mm breit und 0,5-0,8 mm dick (vgl. Krautzer et al. 2004, 42).

Festuca ovina – Eigentl.Schaf-Schwingel

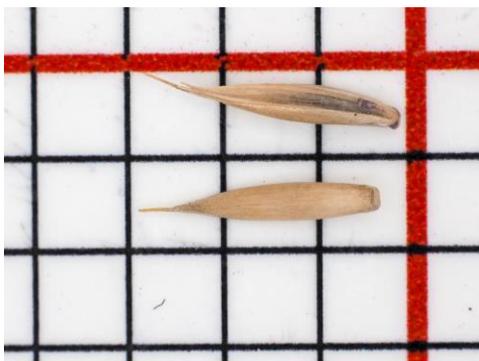


Bild 9: *Festuca ovina*

Die *Festuca ovina* ist ein etwas dunkler mit einer schmutzigen Beige versehener Samen. Die Schiffchenform ist typisch für diesen Samen (vgl. Florineth et al. 2013, 11). Diese Schwingelart kommt auf Magerwiesen häufig vor und bevorzugt geringe kalkhaltige Standorte (vgl. Fischer et al. 2008, 1164).

Festuca rupicola – Furchen-Schwingel

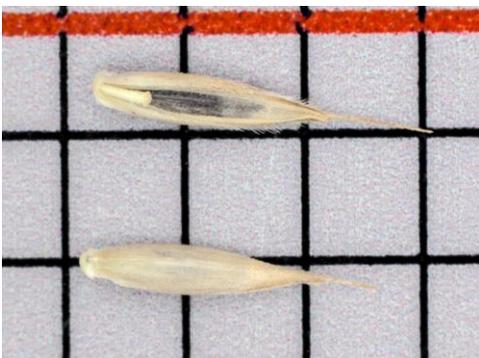


Bild 10: *Festuca rupicola*

Der Samen des auf trockenen Standorten vorkommenden Furchen-Schwingels ist ebenfalls mit einer typischen Schiffchenform ausgestattet (vgl. Fischer et al. 2008, 1162).

Festuca trichophylla – Haarblatt-Rot-Schwingel

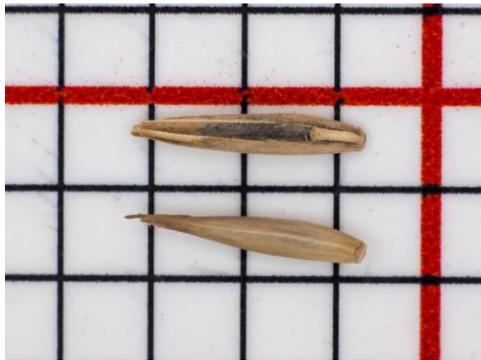


Bild 11: *Festuca trichophylla*

Eine große Ähnlichkeit weist der Samen der *Festuca trichophylla* zum Samen der *Festuca nigrescens* auf. Wie der Horst-Rot-Schwingel besitzt der Haarblatt-Rot-Schwingel eine Schiffchenform mit abgerundeten Rücken (vgl. Florineth et al. 2013, 12). Der *Festuca trichophylla* bevorzugt Basenreiche Niedermoore und Feuchtwiesen (vgl. Fischer et al. 2008, 1160).

Lolium perenne – Englisches Raygras

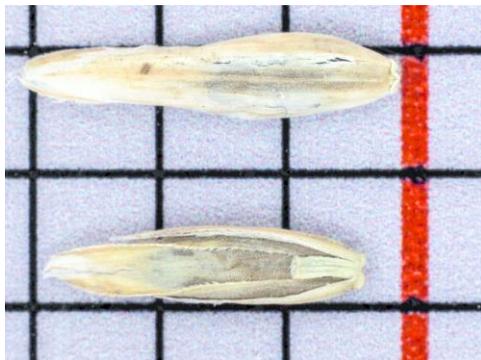


Bild 12: *Lolium perenne*

Der Samen des Englischen Raygrases besitzt keine Grannen und das Stielchen ist immer flach und abgeplattet. Die Schiffchenform ist ausgeplattet und oben vermehrt breiter auslaufend (Florineth et al. 2013, 13).

Poa angustifolia – Schmalblatt-Rispe



Bild 13: *Poa angustifolia*

Die Schmalblatt Rispe ist ein sehr kleiner, dreikantiger und immer gerader Samen (vgl. Florineth et al. 2013, 15). Der bevorzugte Standort der *Poa angustifolia* sind Halbtrockenrasen sowie trockene und feuchte Magerwiesen (vgl. Fischer et al. 2008, 1171).

Poa annua – Einjährige Risppe



Bild 14: *Poa annua*

Der Samen der Einjährigen Risppe besitzt keinen Grannenansatz ist dreikantig und immer gerade. Die Deckspelze der *Poa annua* ist meist zerfranst sowie z.T. behaart (vgl. Florineth et al. 2013, 14).

Poa compressa – Plathalm-Risppe

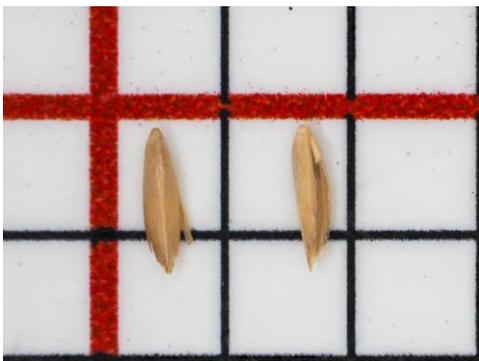


Bild 15: *Poa compressa*

Die *Poa compressa* ist ein sehr kleiner Samen, welcher sehr langsam keimt und wächst. Wie die *Poa annua* besitzt die *Poa compressa* keinen Grannenansatz und ist dreikantig und abgerundet (vgl. Florineth et al. 2013, 14).

Puccinellia distans – Gew. Salzschwaden

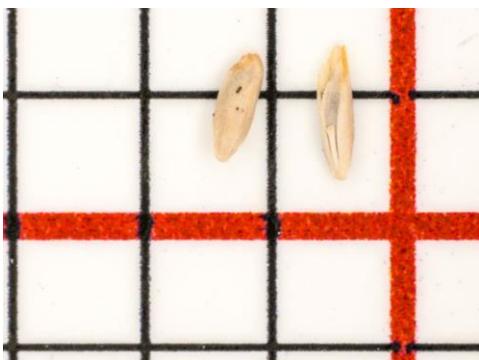


Bild 16: *Puccinellia distans*

Die *Puccinellia distans* ist eine sehr kleiner Samen, dieses Gras kommt auf salzhaltigen Ruderalfluren vor (vgl. Fischer et al. 2008, 1171).

Leguminosen

Anthyllis vulneraria – Echter Wundklee

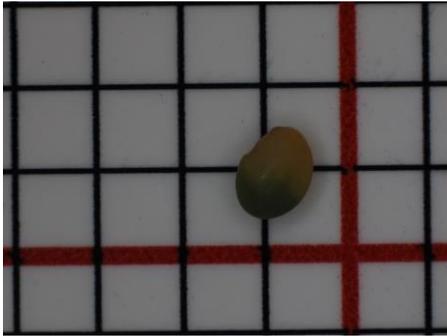


Bild 17: *Anthyllis vulneraria*

Die *Anthyllis vulneraria* ist ein sehr teurer Samen, welcher eine eiförmige Gestalt hat und zweifärbig ist. Zirka 2/3 des Samens sind Zitronengelb und 1/3 ist Grün. Der *Echte Wundklee* ist nicht besonders trittresistent kann allerdings befahren werden (vgl. Florineth et al. 2013, 18).

Lotus corniculatus - Gew. Hornklee



Bild 18: *Lotus corniculatus*

Die Form des Gew. Hornklee ist kugel-eiförmig. Das Farbspektrum reicht von dunkel bis schwarzbraun. Dieser sehr harte Samen ist kaum mit anderen Kräutern zu verwechseln. Da im Jahr nur ca. 50% dieses Samens keimen, sind Keim- bzw. Lebensfähigkeitsprüfungen durchzuführen (vgl. Florineth et al. 2013, 24).

Medicago lupulina - Gelbklee

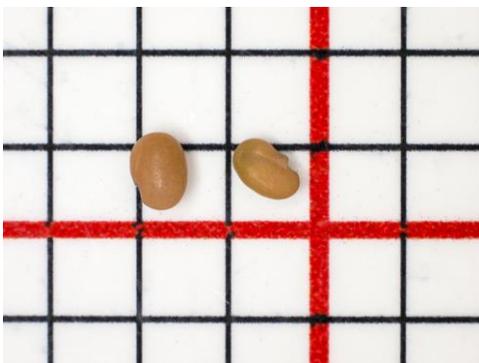


Bild 19: *Medicago lupulina*

Die Samen des sehr trittresistenten Gelbklees haben eine typische Nierenform. Das Farbspektrum dieses Samens reicht von goldgelb bis hellbraun. Im oberen Drittel befindet sich die Ansatzstelle des Samens (vgl. Florineth et al. 2013, 25).

Kräuter

Achillea millefolium – Echte Scharfgarbe

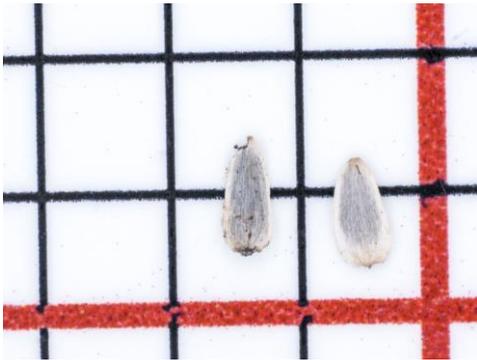


Bild 20: *Achillea millefolium*

Die Form des länglichen-keilförmigen, spielkartenartigen Samens der *Achillea millefolium* ist sehr dünn sowie sehr fein längsgestreift. Die Oberseite ist leicht gewölbt und der Rand ist schmal gefurcht. Die Farben des Samens verlaufen von violett bis grau, der äußere Rand ist dabei allerdings heller (vgl. Florineth et al. 2013, 17). Die Achäne ist 1,5-2 mm lang sowie 0,8 mm breit und 0,3 mm dick (vgl. Krautzer et al. 2004, 6).

Dianthus deltoides – Heide-Nelke

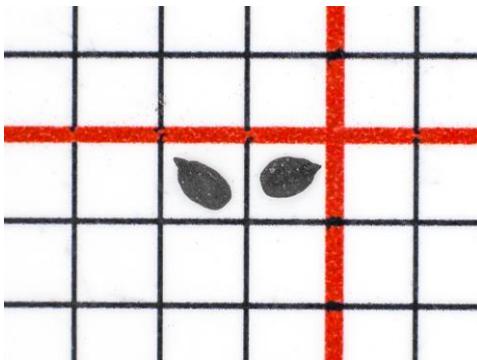


Bild 21: *Dianthus deltoides*

Der Samen der Heide-Nelke ist sehr klein und deutlich abgeflacht. Diese Pflanze kommt auf sauren Böden vor und ist kalkfeindlich (vgl. Fischer et al. 2008, 343).

Galium album – Großes Wiesen Labkraut



Bild 22: *Galium album*

Galium album ist ein nierenförmiger, klein perforierter Samen. Das Habitat des *Großen Wiesen Labkrauts* befindet sich auf Halbruderalfluren (vgl. Fischer et al. 2008, 721).

Galium verum – Gelb-Labkraut

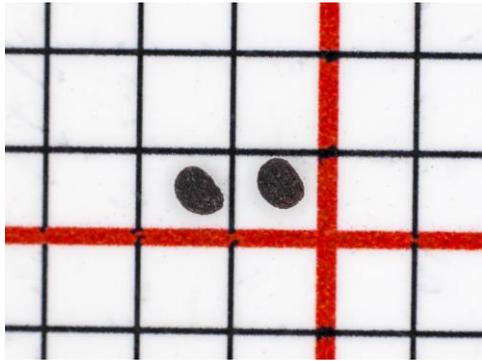


Bild 23: *Galium verum*

Die Form des 0,5 mm großen Gelben-Labkraut ist ebenfalls Nierenförmig. Die Pflanze kommt vorwiegend auf trockenen und wechselfeuchten Magerwiesen vor (vgl. Fischer et al. 2008, 720).

Hieracium pilosella – Kleines Habichtskraut



Bild 24: *Hieracium pilosella*

Der stäbchenförmige Samen des Kleinen Habichtskraut hat ein Farbspektrum von hellbraun bis schwarz. Der Samen kann mit oder ohne Pappus ausgestattet sein. Er läuft nach unten schmal zusammen und ist leicht gerippt (vgl. Florineth et al. 2013, 21). Der bevorzugte Standort ist ein trockener, kiesiger Magerrasen bzw. ein Weiderrasen (vgl. Fischer et al. 2008, 977).

Leontodon autumnalis – Herbst-Löwenzahn



Bild 25: *Leontodon autumnalis*

Die Oberfläche des Herbst-Löwenzahns ist hellbraun bis braun und glänzend. Er weist eine sehr feine längsgerippte und mit Querrunzel versehene Struktur auf. Der Samen ist stäbchenförmig und schmal und wird nach oben flaschenhalsartig verschmälert (vgl. Florineth et al. 2013, 23).

Leontodon hispidus – Wiesen-Löwenzahn

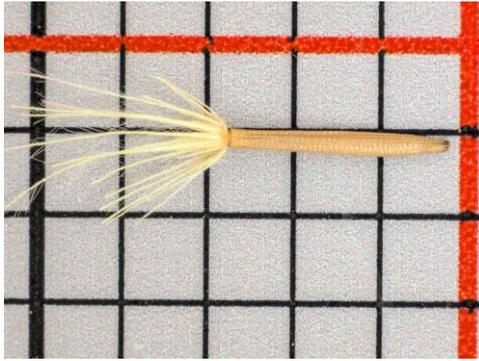


Bild 26: *Leontodon hispidus*

Das Farbspektrum des *Leontodon hispidus* liegt zwischen hellgelb und hellbraun. Der Pappus hat die Farbe gelblich-weiß und die äußeren Haare sind Borsten. Der schmale, länglich stäbchenförmige Samen verläuft am Ende spitz zusammen. Dieser Samen ist fein längsgerippt und stark querrunzelig (vgl. Florineth et al. 2013, 23). Die Achäne sind 6-7,5 mm lang sowie 0,7-0,9 mm breit und 0,5-0,7 mm dick (vgl. Krautzer et al. 2004, 74).

Leucanthemum vulgare – Magerwiesen-Margerite

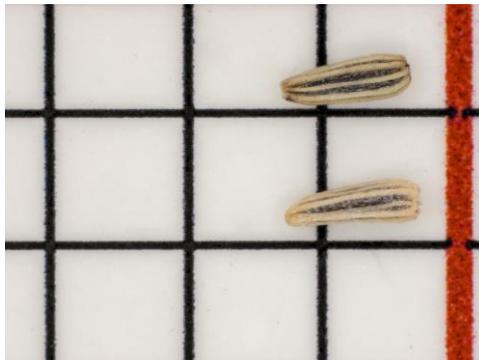


Bild 27: *Leucanthemum vulgare*

Die Magerwiesen-Margerite hat einen stäbchenförmigen, schmalen keilförmigen Samen welcher leicht gebogen ist und sich nach unten verschmälert. Die Grundfarbe des Samens ist dunkelgrau bis grünlich und besitzt zehn weiße, deutlich hervortretende Längsrippen (vgl. Florineth et al. 2013, 24).

Plantago media – Mittlerer-Wegerich

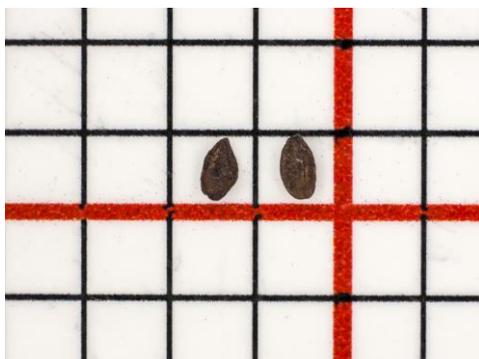


Bild 28: *Plantago media*

Die Gestalt des Samens ist uneinheitlich, von oval bis eckig kann die Form des *Plantago media* einnehmen. Der Rücken ist schwach gewölbt und die Bauchseite ist stark runzelig und besitzt eine breite, flache Mulde (vgl. Florineth et al. 2013, 23).

Prunella vulgaris – Gew. Brunelle

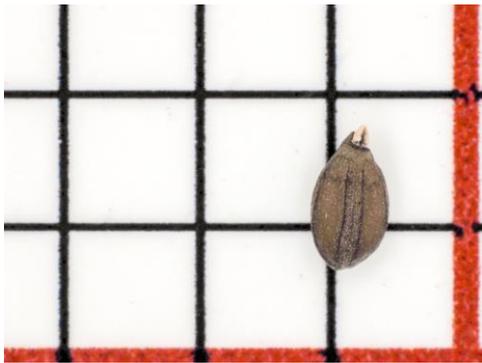


Bild 29: *Prunella vulgaris*

Die *Prunella vulgaris* besitzt einen eiförmigen mit zwei leichten Kanten versehenen haselnussförmigen Samen. Die Farbe des Samens ist braun (vgl. Florineth et al. 2013, 30). Der Habitat der *Prunella vulgaris* ist ein feuchter Waldweg, eine Wiese bzw. Weiderasen sowie Parkrasen und Auwälder (vgl. Fischer et al. 2008, 793).

Rumex acetosa – Wiesen-Sauerampfer

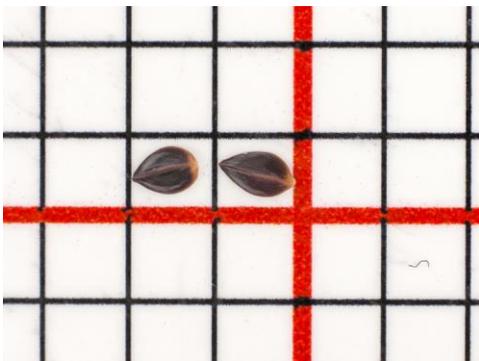


Bild 30: *Rumex acetosa*

Der Samen des *Rumex acetosa* ist ca. 1 mm groß und verläuft spitz zusammen. Die Ansatzstelle befindet sich am hinteren Teil des Samens. Die *Rumex acetosa* bevorzugt als Standort trockene, bodensaure Magerwiesen sowie „lückige“ Trockenrasen (vgl. Fischer et al. 2008, 372).

Salvia pratensis – Wiesen-Salbei

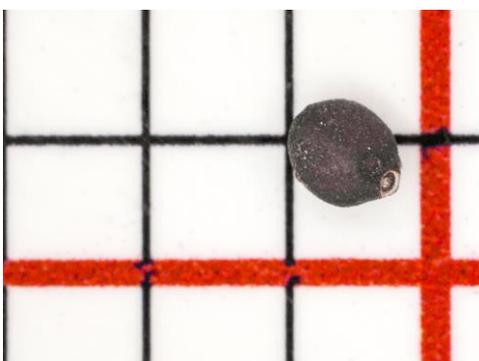


Bild 31: *Salvia pratensis*

Der haselnussförmig, dick oval bis kugelige Samen des Wiesen-Salbeis hat ein bis zwei leichte Rippen. Die Farbe der Oberfläche ist schwarzbraun bis schwarz sowie glatt bis fein-rau und matt bis schwach glänzend (vgl. Florineth et al. 2013, 30).

Sanguisorba minor – Kleiner Wiesenknopf

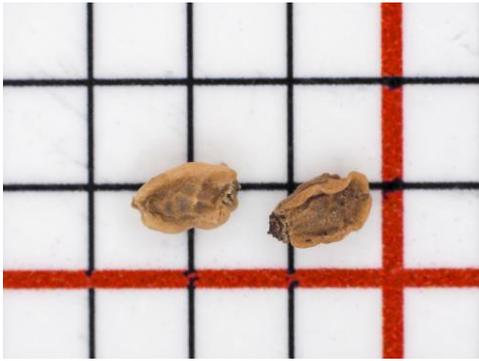


Bild 32: *Sanguisorba minor*

Der Samen des Kleinen Wiesenknopfes ist eiförmig und hat vier deutlich ausgeprägte Rippen bzw. Kanten. Die Oberfläche des Samens weist eine grob gemusterte Struktur auf (vgl. Florineth et al. 2013, 31).

Silene vulgaris – Aufgeblasenes Leimkraut

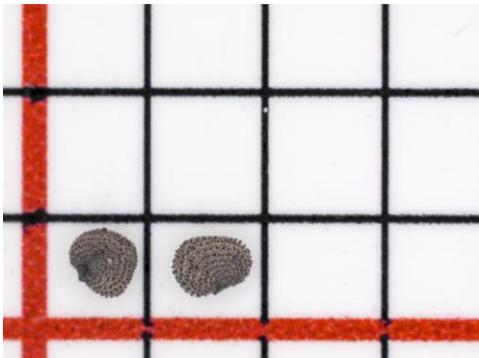


Bild 33: *Silene vulgaris*

Die Oberflächenstruktur dieses Samens ist stark perforiert und im unteren Bereich ist er abgeflacht und weist eine Ansatzstelle auf. Die *Silene vulgaris* gilt als schwermetalltolerant und der bevorzugte Standort sind Kalkschutt- und Geröllfluren (vgl. Fischer et al. 2008, 337).

Thymus pulegioides – Arznei-Quendel

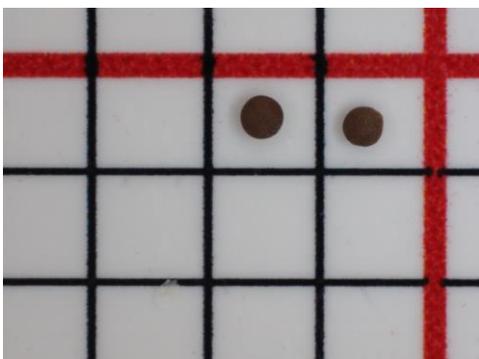


Bild 34: *Thymus pulegioides*

Der Samen des *Thymus pulegioides* hat ein Farbspektrum von schwarzbraun bis schwarz. Die Form ist kugelig und der Samen ist mit ein bis zwei Rippen ausgestattet (vgl. Florineth et al. 2013, 31).

3.6 Keimfähigkeitsuntersuchung

Durch die Keimfähigkeitsrate der Gräser, Kräuter und Leguminosen soll Aufschluss über die mögliche Entwicklung der Einzelarten erhalten werden. Daraus können wiederum mögliche Rückschlüsse für die Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen von Schotterrasenflächen gezogen werden.

Bei der Bestimmung der Keimfähigkeit gilt es, den Anteil der normalen Keimlinge aus einer Saatgutprobe unter optimalen Umweltbedingungen für jede einzelne untersuchte Art zu ermitteln (vgl. BAES 2013, 2).

„Unter Keimung eines Samens versteht man in einer ISTA-Untersuchung das Heraustreten und die Entwicklung des Keimlings bis zu einem Stadium, in welchem das Aussehen seiner wichtigen Teile anzeigt, ob er oder ob er nicht in der Lage ist, sich unter günstigen Feldbedingungen zu einer zu friedensstellenden Pflanze weiterzuentwickeln.“ (ISTA 2011, 5- 1)

Um eine Bestimmung der Keimfähigkeit durchzuführen, muss die Keimfähigkeitsprüfung mit reinen Samen erfolgen. Reine Samen werden entweder aus der Fraktion der reinen Samen der Reinheitsuntersuchung¹ oder aus einem repräsentativen Teil der zu untersuchenden Probe entnommen (vgl. ISTA 2011, 5- 7).

Die Anzahl der untersuchten Samen je Art ergab sich daraus, wie viele Samen in der entnommenen Probe von 10 g des ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasens enthalten waren. Wurden genügend Samen in der Probe gefunden, wurden bis zu 100 Samen einer Keimfähigkeitsprüfung unterzogen und diese Analyse bis zu viermal wiederholt (Beispiel *Puccinellia distans*).

Die Erhebung der Keimfähigkeit wurde im Saatgutlabor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in einem Keimschrank durchgeführt. Der Keimschrank dient der Keimung von Samen bei Dunkelheit und Licht, sowie der Vorbehandlung der Samen bezüglich Brechung der Keimruhe². Um die geforderte Temperatur zu erreichen und zu halten sind die Keimschränke gut isoliert. Um die Temperaturtoleranz von ± 2 °C für alle Proben während des Versuchs zu gewährleisten, muss die Temperatur im Schrank gleichmäßig verteilt sein. Des Weiteren muss, um ein Austrocknen der Proben zu verhindern, ständig genügend Wasser vorhanden sein (vgl. ISTA 2011, 5-9f).

¹ Gegenstand der Reinheitsuntersuchung:

a.) gewichtsprozentmäßige Zusammensetzung

b.) Identität der unterschiedlichen Samenarten sowie den unterschiedlichen Verunreinigungen (vgl. ISTA 2011, 3- 1)

² Brechung der Keimruhe durch z.B.: Vorkühlung (vgl. ISTA 2011, 5- 9).

Aus der ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen wurde eine repräsentative Stichprobe von 10g entnommen und in die enthaltenen Einzelarten unterteilt. Der prozentuale Einzelartenanteil der Schotterrasenmischung ist in Tabelle 3 dargestellt. Der in der 10g Probe enthaltene Mischungsanteil der jeweiligen Einzelarten ist in Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4: Mischungszusammensetzung der entnommenen 10g Probe und Anzahl der untersuchten Samen je Art
(Quelle: vgl. Frank 2014, 32 + eigene Bearbeitung)

Art Namen	Deutsche Namen	Untersuchung des Mischungsanteils [Gewichts- %]	Anzahl d. untersuchten Samen
Gräser			
<i>Agrostis capillaris</i>	Rot-Straußgras	2,00	1 x 100 Samen
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gew. Ruchgras	2,43	3 x 100 Samen
<i>Cynosurus cristatus</i>	Wiesen-Kammgras	4,99	1 x 100 Samen, ink.
<i>Festuca sp.</i>	Schwingel	40,45	4 x 100 Samen
<i>Lolium perenne</i>	Englisches Raygras	4,78	1 x 100 Samen
<i>Poa sp.</i>	Rispe	15,70	4 x 100 Samen
<i>Poa annua</i>	Einjährige-Rispe	3,88	4 x 100 Samen
<i>Puccinellia distans</i>	Gew. Salzschwaden	7,36	4 x 100 Samen
Leguminosen			
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Echter Wundklee	1,20	1 x 25 Samen
<i>Lotus corniculatus</i>	Gew. Hornklee	1,37	1 x 100 Samen
<i>Medicago lupulina</i>	Gelbklee	1,35	1 x 50 Samen
Kräuter			
<i>Achillea millefolium</i>	Echte Schafgarbe	0,86	1 x 100 Samen
<i>Dianthus deltoides</i>	Heide-Nelke	0,09	1 x 25 Samen
<i>Galium sp.</i>	Großes Wiesen-Labkraut	0,13	1 x 25 Samen
<i>Hieracium pilosella</i>	Kleines Habichtskraut	0,10	1 x 50 Samen
<i>Leontodon hispidus</i>	Wiesen-Löwenzahn	1,46	1 x 100 Samen
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Magerwiesen-Margerite	1,69	1 x 100 Samen
<i>Plantago media</i>	Mittel-Wegerich	0,16	1 x 50 Samen
<i>Prunella vulgaris</i>	Gew. Brunelle	0,64	1 x 50 Samen
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer	0,10	1 x 25 Samen
<i>Salvia pratensis</i>	Wiesen-Salbei	3,49	1 x 100 Samen
<i>Sanguisorba minor</i>	Kleiner Wiesenknopf	0,57	1 x 5 Samen
<i>Silene vulgaris</i>	Aufgeblasenes Leimkraut	2,40	1 x 100 Samen
<i>Thymus pulegioides</i>	Arznei-Quendel	0,18	1 x 100 Samen
Spreu		2,34	
Fremdsamen		0,28	

3.6.1 Keimbedingungen

Die laut ISTA definierten Vorgaben hinsichtlich Substrat, Temperatur, Prüfdauer sowie weitere Anweisungen sind in der Tabelle 5 ersichtlich. Bei einigen Pflanzenarten wurden die Empfehlungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (basierend auf langjährigen Erfahrungen und betreffend Arten, welche nicht im Saatgutverkehrsgesetz erfasst sind) für die Keimfähigkeitsuntersuchungen herangezogen (vgl. Kirmer et al., 2012, 115).

Tabelle 5: Keimfähigkeitsbedingungen
(Quelle: eigene Bearbeitung)

Artnamen	Deutsche Name	Substrat	Temperatur*	Erstauszählung (Tage)	Endauszählung (Tage)	Empfehlung
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gew. Ruchgras	PP	20<=>30; 20	6	14	--
<i>Festuca sp.**</i>	Schwingel	TP	20<=>30; 15<=>25	7	21	7 Tage Verkühlung, KNO3
<i>Puccinellia distans**</i>	Gew. Salzschwaden	PP	20	7	21	7 Tage Verkühlung
<i>Poa annua</i>	Einjährige-Rispe	TP	20<=>30; 15<=>25	7	21	7 Tage Verkühlung, KNO3
<i>Poa sp.**</i>	Rispe	PP	20<=>30; 15<=>25; 10<=>25	10	28	7 Tage Verkühlung
<i>Agrostis capillaris</i>	Rot-Straußgras	TP	20<=>30; 15<=>25; 10<=>25	7	28	7 Tage Verkühlung, KNO3
<i>Cynosurus cristatus</i>	Wiesen-Kammgras	TP	20<=>30	10	21	7 Tage Verkühlung, KNO3
<i>Lolium perenne</i>	Englisches Raygras	TP	20<=>30; 15<=>25; 20	5	14	7 Tage Verkühlung, KNO3
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Echter Wundklee	TP	20	5	10	7 Tage Verkühlung
<i>Lotus corniculatus</i>	Gew. Hornklee	TP	20<=>30; 20	4	12	7 Tage Verkühlung
<i>Medicago lupulina</i>	Gelbklee	PP	20	4	10	7 Tage Verkühlung
<i>Achillea millefolium</i>	Echte Schafgarbe	TP	20<=>30	5	14	--
<i>Dianthus deltoides</i>	Heide-Nelke	TP	20<=>30; 20	7	14	7 Tage Verkühlung
<i>Galium album**</i>	Großes Wiesen-Labkraut	PP	20	7	28	7 Tage Verkühlung
<i>Hieracium pilosella**</i>	Kleines Habichtskraut	PP	20	7	28	7 Tage Verkühlung
<i>Leontodon autumnalis**</i>	Herbst-Löwenzahn	PP	15<=>25; 20	7	21	7 Tage Verkühlung
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Magerwiesen-Margerite	TP	20<=>30; 20	7	21	7 Tage Verkühlung, Licht
<i>Plantago media**</i>	Mittel-Wegerich	PP	20<=>30	7	21	--
<i>Prunella vulgaris**</i>	Gew. Brunelle	PP	20<=>30; 20	7	28	7 Tage Verkühlung
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer	TP	20<=>30	3	14	7 Tage Verkühlung
<i>Salvia pratensis</i>	Wiesen-Salbei	TP	20<=>30; 20	7	21	7 Tage Verkühlung
<i>Sanguisorba minor</i>	Kleiner Wiesenknopf	TP	20<=>30; 20	7	28	--
<i>Silene vulgaris**</i>	Aufgeblasenes Leimkraut	PP	20<=>30; 15<=>25	7	14	7 Tage Verkühlung
<i>Thymus pulegioides**</i>	Arznei-Quendel	PP	20<=>30; 20; 15	7	21	--

* Die Symbole <=> weisen auf die Wechseltemperatur hin (erste Temperatur: 12 Std.; zweite Temperatur: 12 Std.)

** keine Angabe lt. ISTA, daher erfolgte die Keimfähigkeitsuntersuchung auf Grundlage von langjährigen Erfahrungswerten der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

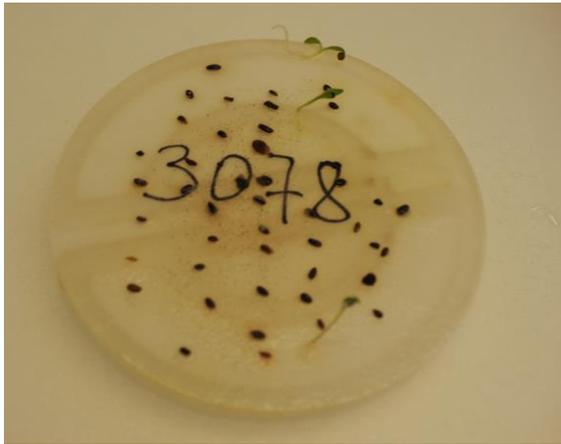


Bild 35: Keimung



Bild 36: sechs Keimproben



Bild 37: Gekeimte Samen

Die für die Keimfähigkeitsuntersuchung zufällig entnommenen 10g der Saatgutmischung - ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen trocken (siehe Bild 35) wurde in die Einzelkomponenten unterteilt und im Anschluss auf einem feuchten Papier bzw. Faltenfilter, je nach Größe mit ausreichendem Abstand angeordnet.

Das verwendete Papier muss aus Baumwolle bzw. anderer gereinigter pflanzlichen Zellulose bestehen. Dieses Papier kann unterschiedlicher Größe sowie Qualität sein, sollte allerdings die Wurzeln der Keimlinge auf und nicht in das Papier wachsen lassen. Ebenso soll es während der Untersuchung ausreichend reißfest sein (vgl. ISTA 2012, 5-8).

In Bezug des Keimsubstrates wird zwischen Keimung auf Papier (TP), zwischen Papier (BP) und Faltenfilter (PP) unterschieden. Bei der Keimmethode mit Papier wird der Samen auf einem oder mehreren Papierlagen eingekeimt und anschließend direkt in den Keimschrank gelegt. Um das Austrocknen der Keimlinge im Keimschrank zu verhindern, muss die Luftfeuchtigkeit konstant gehalten werden. Eine weitere Methode ist die sogenannte Zwischen-Papier-Methode, wobei die Samen zwischen zwei Papierlagen gelegt werden. Bei der Keimung mit Filterpapier werden zwei Samen in je eine der 50 Falten des akkordeonähnlichen Filterpapiers gelegt. Diese Faltenfilter werden danach in eine Dose eingelegt und in den Keimschrank geschoben

Aus der 10g der Saatgutmischung - ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen trocken (siehe Bild 35) wurden die Einzelarten separiert und anschließend Art für Art auf feuchtem Papier (TP) bzw. Faltenfilter (PP), je nach Größe mit ausreichendem Abstand angeordnet und der Keimfähigkeitsuntersuchung unterzogen.

In Bezug des Keimsubstrates wird zwischen Keimung auf Papier (TP), zwischen Papier (BP) und Faltenfilter (PP) unterschieden. Bei der Keimmethode mit Papier wird der Samen auf einem oder mehreren Papierlagen angekeimt und anschließend direkt in den Keimschrank gelegt. Um das Austrocknen der Keimlinge im Keimschrank zu verhindern, muss die Luftfeuchtigkeit konstant gehalten werden. Eine weitere Methode ist die sogenannte Zwischen-Papier-Methode, wobei die Samen zwischen zwei Papierlagen gelegt werden. Bei der Keimung mit Filterpapier werden zwei Samen in je eine der 50 Falten des akkordeonähnlichen Filterpapiers gelegt. Diese Faltenfilter werden danach in eine Dose eingelegt und in den Keimschrank geschoben (vgl. ISTA 2012, 5- 10).

In Tabelle 5 sind die Temperaturen ersichtlich, welchen die Samen auf bzw. innerhalb des Substrates ausgesetzt werden. Egal ob Dunkel- oder Lichtkeimer - die Temperatur muss im gesamten Keimschrank gleich sein und die Abweichung der vorgeschriebenen Temperatur darf nicht mehr als ± 2 °C betragen (vgl. ISTA 2012 5- 10).

Ein großer Teil der in Tabelle 5 angeführten Arten keimt auch im Dunkeln. Um eine bessere Entwicklung der Keimlinge zu ermöglichen, wird lt. ISTA 2012 die Beleuchtung der Substrate mit künstlichen Lichtquellen bzw. indirektem Tageslicht empfohlen. In absoluter Dunkelheit gezogene Keimlinge sind bleich und für den Befall durch Mikroorganismen besonders anfällig (vgl. ISTA 2012, 5- 11).

3.6.2 Saatgutbeurteilung

Das verwendete Saatgut der Firma Kärntner Saatbau wurde gemäß den allgemeinen Grundsätzen des Saatgutgesetzes 1997 sowie dem Sorten- und Saatgutblatt bzw. den Erfahrungswerten der HBLFA Raumberg-Gumpenstein beurteilt. Um alle Anomalien erkennen zu können, müssen die wichtigen Teile entsprechend weit entwickelt sein. Nach Abschluss der Keimfähigkeitsbestimmungen wurden die ungekeimten Samen klassifiziert (vgl. ISTA, 2012, 5-14).

Im Zuge der Erst- bzw. Endauszählung wurden alle normal beurteilten Keimlinge der Probe entnommen. Intakte Keimlinge besitzen für die jeweilige Art charakteristische Kombinationen von einem gut entwickelten Wurzelsystem, Sprossachsen, charakteristischer Anzahl von Keimblättern, grünen, sich entfaltenden Primärblätter sowie Sprossknospen oder

Sprossspitzen, gut entwickelte, gerade Koleoptilen und entsprechend lange Primärwurzeln und Hypokotylen (vgl. ISTA 2012, 5- 2).

Die Keimlinge wurden wie folgt eingeteilt:

- Normale Keimlinge: Intakte Keimlinge
 Keimlinge mit leichten Schäden
 Keimlinge mit Sekundär-Infektion
- Harte Samen
- Abnormale Keimlinge Beschädigt
 Deformiert oder unausgeglichen
 Angelaufen
- Tote/Verpilzte Samen

Mit der prozentualen Keimfähigkeit wird letztlich der zahlenmäßige Anteil jener Samen angegeben, welche unter den festgelegten Bedingungen und innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne als „normal“ beurteilte Keimlinge hervorgebracht haben (vgl. ISTA 2012, 5- 1).

3.6.3 Tausendkorngewicht

Um das Tausendkorngewicht zu bestimmen, müssen 8x100 Samen von Hand bzw. mit einer Zählmaschine ausgezählt werden und anschließend mit einer Feinwaage gewogen werden. Im Anschluss wird das gewogene Gewicht auf 1000 Samen umgerechnet (vgl. Florineth 2012, 56). Ebenso kann das Tausendkorngewicht (TKg) durch Zählen der Anzahl der Samen aus der Mischungsprobe und anschließendes Wiegen bestimmt werden (vgl. ISTA 2012, 18-3).

$$\text{Tausendkorngewicht} = \frac{\text{Gewicht der Samen in der Reinheitsprobe}}{\text{Anzahl der Samen in der Reinheitsprobe}} \times 1000$$

Abbildung 10: Ermittlung des Tausendkorngewichts der Saatgutmischung
(Quelle: vgl. Frank 2014, 32)

In Tabelle 7 wird das Tausendkorngewicht der Einzelarten der Saatgutmischung ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen trocken, angeführt. Aus einer 10g Mischungsprobe wurden die einzelnen Arten ausgezählt, gewogen und anschließend auf

1000 Samen umgerechnet (Tausendkorngewicht = Gewicht der Samen der Reinheitsprobe/Anzahl der Samen in der Reinheitsprobe x 1000).

3.7 Vegetationskundliche Erhebungen

In den vergangenen Jahrhunderten wurden weltweit unterschiedlichste Erhebungsmethoden für Pflanzenbestände im Grünland entwickelt (vgl. Peratoner und Pötsch 2015, 20). Um Aussagen über die Vegetation sowie deren Entwicklung zu ermöglichen, werden unterschiedlichste Merkmale wie etwa Biomasseertrag, Deckungsgrad oder die Anzahl bzw. die Frequenz der vorkommenden Arten erhoben (vgl. Traxler 1997, 96). Die Diskussion über die Auswahl von vegetationskundlichen Aufnahmemethoden wird in der Fachwelt nach wie intensiv und ausführlich geführt. Häufig geht es dabei um das Thema „objektive versus subjektive“ Erhebungsmethoden. Während die Deckungsgradschätzung als subjektive Methode gilt und einiges an Zeitersparnis bedeutet, birgt die Frequenzanalyse als objektive Methode weniger Fehlermöglichkeiten und bietet eine höhere Vergleichbarkeit (vgl. Traxler 1997, 99). Bei dieser Masterarbeit wurde mit der Frequenzanalyse sowohl eine „objektive“ sowie mit der Deckungsgradschätzung auch eine „subjektive“ Methode gewählt.

Zur Bestimmung der Vegetationsentwicklung wurden im Zeitraum Juni sowie September 2014 und Mai bzw. September 2015 am Versuchsstandort Gosau eine Deckungsgradbestimmung und eine Frequenzanalyse durchgeführt. Bei jedem Untersuchungstermin wurden dabei jeweils alle Parzellen bonitiert. Die Deckungsgradbestimmung und die Frequenzanalyse wurden auch am Standort der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und zwar im Mai sowie September 2014 und 2015 durchgeführt.

3.7.1 Gesamtdeckung – projektive Deckung

„Unter dem Deckungsgrad versteht man jenen Anteil der Aufnahme­fläche, der bei senkrechter Projektion der oberirdischen Pflanzenanteile aller Arten bedeckt wird.“
(Peratoner und Pötsch 2015, 16)

Die auf den Parzellen aufgenommene, geschätzte Gesamtdeckung der Vegetation wird mit dem Anteil der Moose, des offenen Bodens und den mit Steinen bedeckten Flächen summiert, woraus die Zahl 100 resultieren muss (vgl. Graiss 2004, 19). Ebenso sind Deckungswerte sehr sensible Parameter, welche innerhalb von kurzer Zeit schwanken und sich verändern können (vgl. Traxler 1997, 97). Durch die Deckungsgradbestimmung werden der vegetationsökologische Vergleich und die Vegetationsentwicklung zwischen den unterschiedlichen Behandlungen ermöglicht.

3.7.2 Deckungsgrad der Artengruppen Gräser-Kräuter-Leguminosen

Bei der Artengruppenaufnahme wird der Anteil der Gräser, Kräuter und Leguminosen in Prozent der Gesamtdeckung angegeben. Die Höhe der vegetativen Gesamtdeckung resultiert aus der Summe der drei Artengruppen (vgl. Graiss 2004, 20). Allerdings sagen die Deckungswerte über eine räumliche Verteilung von Artengruppen bzw. von Arten nichts aus (vgl. Traxler 1997, 97).

3.7.3 Deckung der Einzelarten

Durch die Anzahl der Arten wird deren Vorkommen in den Parzellen definiert, welche wiederum als ökologische Kenngröße in Bezug auf die floristische Diversität dient (vgl. Graiss 2004, 20). Bei der Einzelartenaufnahme wird der Anteil jeder Art in Prozent definiert. Bei gut abgrenzbaren Pflanzenarten haben die Individuenzahlen eine hohe Aussagekraft und können optimal ermittelt werden (vgl. Traxler 1997, 97). Die Deckung der Einzelarten gibt Auskunft über die Entwicklung der unterschiedlichen Individuen hinsichtlich der getesteten Behandlungen.

3.7.4 Frequenzanalyse

„Die Frequenz ist der Prozent der Fälle, an denen eine bestimmte Art an einer bestimmten Anzahl von Beobachtungsstellen (Fläche oder Punkt) vorkommt.“

(Müller-Dombois und Ellenberg, 1974; Greig-Smith, 1983 in: Peratoner und Pötsch 2015, 16).

Somit ist die Frequenz ein künstlicher Parameter, der aus Menge und Verteilung resultiert (vgl. Rowell 1988 in Traxler 1997, 97). Die Frequenzbestimmung dient als objektive Erhebungsmethode für die Artmächtigkeit (vgl. Graiss 2000, 47). Mit Hilfe von Frequenzrahmen (Bild 38) wird die vegetative Erhebung auf der Fläche ermöglicht. Bei dieser Methode kann allerdings die Entscheidung, ob eine Pflanze sich in der eingegrenzten Fläche befindet, als problematisch angesehen werden. Als Kriterium für diesen Aspekt wird in den meisten Fällen die Bewurzelung herangezogen. Vorwiegend werden für die Frequenzmessung quadratische Rahmen verwendet und diese in 100 Quadraten unterteilt (vgl. Peratoner und Pötsch 2015, 20).



Bild 38: Frequenzrahmen

3.8 Tragfähigkeitsbestimmung

In der Praxis spielt die Kontrolle der Verdichtung des Bodens eine große Rolle. Da für die Durchführung eines dynamischen Lastplattenversuches kein Gegengewicht wie ein Auto benötigt wird, gewinnt diese Methode seit geraumer Zeit immer mehr an Bedeutung. Der Anwendungsbereich liegt dabei bei allen Böden bis zu einem Größtkorn von 63mm (vgl. Mair 2005, 1). Es wird eine stoßförmige Belastung über eine kreisförmige, starre Stahlplatte auf den Boden übertragen (vgl. Kopf et al. 2004, 23). Der Durchmesser dieser Stahlplatte beträgt 300 mm ($\pm 0,5$ mm), hat eine Dicke von 20 mm ($\pm 0,2$ mm) und eine Masse von 15 kg ($\pm 0,25$ kg) (vgl. RVS 08.03.04 2008, 9). Beim Auflegen der Platte auf unebenen Flächen wird vorab eine dünne Sandschicht aufgebracht, darauffolgend die Lastplatte vollflächig aufgesetzt und mit der Führungsstange verbunden (Bild 39). Mit drei Stößen erfolgt daraufhin eine Erstbelastung, wobei wichtig ist, dass die Verdichtung nicht durch die Belastung des Versuches erfolgt. Anschließend erfolgen die drei Messstöße und nach jedem Stoß wird die Setzung in Millimeter dargestellt. Nach dem dritten Stoß wird automatisch der Mittelwert der Setzung berechnet und der Wert des dynamischen Verformungsmoduls E_{vd} in MN/m² angegeben. Durch eine Multiplikation des E_{vd} mit zwei kann der dynamische Plattendruckversuch mit dem statischen Plattendruckversuch E_{v2} verglichen werden. Der genaue Umrechnungsfaktor hängt jedoch von der Bodenart, dem Wassergehalt sowie dem erreichten Verdichtungsgrad ab (vgl. Mair 2005, 1,2).



Bild 39: Gerätschaft zur Durchführung eines dynamischen Lastplattenversuches

Dynamische Lastplattenversuche wurde an beiden Untersuchungsstandorten durchgeführt. Im Mai 2014 sowie Mai und September 2015 wurde das dynamische Verformungsmodul auf allen sechs Parzellen am Standort Gumpenstein erhoben. Ebenso wurden in Gosau zu drei Terminen die dynamischen Lastplattenversuche auf allen Behandlungs- und Belastungsparzellen sowie den drei Wiederholungen durchgeführt. Der erste Versuch erfolgte in Gosau im Juni 2014 die darauffolgenden Erhebungen wurden im Juni und September 2015 vorgenommen.

3.9 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit

Die Durchlässigkeit der ungebundenen Tragschicht darf durch Verunreinigungen und Feinkornanreicherungen nicht beeinträchtigt werden (RVS 08.15.01 2010, 5). Mit der Methode des Ausschüttversuches (benannt nach Dr. Otto Pregl, ehemals Vorstand des Instituts für Geotechnik der Universität für Bodenkultur) wird die Durchlässigkeit der ungebundenen Tragschicht überschlagsmäßig bestimmt. Für den Ausschüttversuch benötigt man ein Wassergefäß mit einem Volumen von zwei Litern, eine zylindrische Prallplatte aus korrosionsbeständigem Material mit einem Durchmesser von 15 cm, eine Stoppuhr sowie Leitungswasser ohne Zusätze. Die Überprüfung der Durchlässigkeit hat an einer augenscheinlich geschlossenen Oberfläche zu erfolgen (vgl. RVS 11.062 1999, 29).

Eine Wassermenge von zwei Litern wird aus einem Wassergefäß aus einer maximalen Höhe von 10 cm innerhalb von fünf Sekunden auf die am Planum liegende Prallplatte geleert. An

jeder Untersuchungsfläche sind drei Ausschüttversuche durchzuführen, wobei der dritte Versuch ausschlaggebend für die gemessene Zeit ist. Wenn kein Wasser mehr auf der Oberfläche ersichtlich ist, ist die Versickerungszeit zu Ende. Aus der ermittelten Versickerungszeit kann über eine lineare Beziehung auf die Durchlässigkeit geschlossen werden (vgl. RVS 11.062 1999, 29).

Der Ausschüttversuch nach Pregl wurde am Versuchsstandort Gosau auf allen 36 Parzellen am 9. September 2015 durchgeführt. Ebenso wurde am Standort Gumpenstein am darauffolgenden Tag, den 10. September 2015, auf allen Versuchspartellen die Wasserdurchlässigkeit mittels Ausschüttversuch erhoben.



Bild 40: Ausschüttversuch nach Pregl

3.10 Biomasseertrag

Die Aufgabe eines Schotterrasens liegt primär nicht darin, viel und qualitativ hochwertige Biomasse zu produzieren, vielmehr geht es darum, rasch einen gewünschten Vegetationsdeckungsgrad zu erreichen und in weiterer Folge Pflanzen, Insekten und Mikroorganismen ihre Rolle im Ökokreislauf zu gewähren (vgl. Florineth et al. 2016, 6). Dem gegenüber steht der Grünlandertrag, der einem viehhaltenden Betrieb den wirtschaftlichen Erfolg gewährleistet (vgl. Resch et al. 2012, 9), für Schotterrasenfläche allerdings keine Rolle spielt. Die Ertragserhebung eignet sich optimal für agronomische Studien, bei denen die Futterproduktion im Zentrum steht (vgl. Peratoner und Pötsch 2015, 17). Als Biomasse im agronomischen Sinn versteht man jenen oberirdischen, erntbaren Anteil der Vegetation, welcher durch Mahd oder Beweidung genutzt wird (vgl. Traxler 1997, 97).

Als Ertragsanteil definiert man den prozentuellen Anteil der erntbaren oberirdischen Arten- bzw. Artengruppentteile in Bezug zum gesamten Trockenmassen-Ertrag (vgl. Klapp 1930 in: Voigtländer, Voss 1979 in: Peratoner, Pötsch 2015, 16).

Der TM-Bruttoertrag liegt im österreichischen Grünland bei einer Viehbesatzdichte von 0,9 bis 2,0 RGVE/ha zwischen 40 und 90 dt TM/ha und Jahr (vgl. Buchgraber 1995, 23-26).

Durch die Verwendung von standortangepassten, niedrigwüchsigen Saatgutmischungen sowie die geringe Versorgung der Schotterrasenflächen mit Nährstoffen sind meist nur wenige Erntemaßnahmen nötig (vgl. Graiss und Krautzer 2013, 11). Während die Landwirtschaft vorwiegend das Ziel hat auf ihren ca. 1,2 Millionen ha Dauergrünland- und Futterflächen die Grünlandfutterqualität zu optimieren (vgl. Buchgraber 2004, 1), liegt die Aufgabe von Schotterrasen darin, eine ökologische Alternative zu asphaltierten Flächen (vgl. Graiss und Krautzer 2013, 11) mit geringem Pflegeaufwand zu bieten.



Bild 41: Ernterahmen für die gezielte Entnahme der Biomasse

An beiden Versuchsstandorten wurde die Biomasse auf allen Versuchspartellen mit einem Rasenmäher im September 2015 entnommen. Die Entnahmeflächen wurden mit einem Quadratmeterrahmen abgesteckt (Bild 39). Am Standort Gumpenstein erfolgte die Ernte am 8. September 2015, in Gosau hingegen am 9. September 2015 (Bild 42). Der Rasenschnitt jeder Versuchspartelle wurde anschließend in Plastiktüten abgepackt, gewogen und anschließend im Trockenschrank zur Trocknung gelagert (Bild 42).



Bild 42: Ernte der Biomasse (links) und Trocknungsschrank (rechts)

3.11 Bodennährstoffe

Für den Pflanzenstandort und das Pflanzenwachstum sind neben den mechanischen Eigenschaften des Bodens vor allem auch seine chemischen Eigenschaften bedeutend (vgl. Niesel 2002, 117). Für die Bestimmung der Bodenverhältnisse, welche sich durch die Errichtung des Schotterrasens verändert haben, reichen oft bereits einfach zu bestimmende Bodenparameter wie etwa der pH-Wert. Gräser und Kräuter reagieren sehr differenziert auf den Säuregehalt des Bodens (vgl. Florineth 2012, 50).

Eine Vielzahl an Bodenmerkmalen können aber im Gelände nicht mit ausreichender Genauigkeit analysiert und definiert werden, in solchen Fällen sind Laboruntersuchungen von Nöten (vgl. Blume et al. 2011, 77). Die Voraussetzung für eine aussagekräftige Bodenanalyse ist eine korrekte und sorgfältig durchgeführte Probennahme (vgl. BMLFUW 2006, 6).



Bild 44: Bodenprobenentnahme



Bild 43: Sieben der Bodenproben

Die Bodenproben wurden am Versuchsstandort Gumpenstein am 08. September 2015 und in Gosau am 09. September 2015 entnommen und für die Laboruntersuchung mit einem 2mm Sieb gesiebt (Bild 43). Die Beprobungstiefe umfasste den Bereich zwischen 0 und 10cm. Die gesiebten Proben wurden in Plastiksäcke gefüllt und für ca. eine Woche lufttrocken gelagert. Im Anschluss wurden ca. 300g je Probe ans Labor (AGES Wien) zur Ermittlung der in Tabelle 6 angeführten Parameter übermittelt. Am Standort Gumpenstein wurden drei Bodenproben von den ungedüngten Flächen entnommen. Von den Versuchsflächen in Gosau wurden insgesamt 18 Proben entnommen (3 Belastungsstufen x 2 Düngungsstufen x 3 Wiederholungen).

Tabelle 6: Erklärung zu den Bodenkenndaten

Parameter	Einheit	Parameter	Einheit
pH	pH in CaCl ₂	N	Gesamtstickstoff - %
P ₂₀₅	Phosphor und K ₂₀ nach CAL - mg/kg	Leitfähigkeit	Leitfähigkeit Boden - µS/cm
P ₂₀₅ *	Wasser Phosphor-Kalium - mg/kg	Ca	Calcium - % effektive Austauschkapazität - cmolc/kg
K	Kalium - P ₂₀₅ und K ₂₀ nach CAL - mg/kg	Mg*	Magnesium - % effektive Austauschkapazität - cmolc/kg
Mg	Magnesium Schachtschabl - mg/kg	K*	Kalium - % effektive Austauschkapazität - cmolc/kg
TOC	650°C TOC – Kohlenstoff - %	Na	Na - % effektive Austauschkapazität - cmolc/kg
Humus	650°C TOC – Kohlenstoff - %	Al	Aluminium - % effektive Austauschkapazität - cmolc/kg
Fe	Eisen – mg/kg	Mn	Mangan – mg/kg
Cu	Kupfer – mg/kg	Zn	Zink – mg/kg

3.12 Befragung zur Thematik Schotterrasen

Ziel einer Befragung ist nicht das „Verstehen“ sondern das „Verständnis“ (vgl. Porst 2009, 18). Die Gestaltung des Fragebogens hat dabei einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität und die Ergebnisse der Untersuchung. Es ist auf eine übersichtliche Darstellung sowie knappe und präzise Formulierung des Fragebogens zu achten (vgl. Holt 2001, 85).

In Ergänzung zu den beschriebenen Untersuchungen wurde am Versuchsstandort Gosau eine Befragung durchgeführt. Am 20. Februar 2016 wurden dazu von 9 bis 11 Uhr und von 14 bis 16 Uhr 70 NutzerInnen des Schotterrasenparkplatzes befragt. Vorab wurde bewusst eine möglichst geringe Anzahl von Fragen formuliert, da davon auszugehen war, dass die NutzerInnen des Parkplatzes nur begrenzt Zeit hatten. Der Fragebogen bestand aus insgesamt sieben Hauptfragen und drei Unterfragen (siehe Anhang).

Ziel dieser Befragung war es, herauszufinden ob die NutzerInnen des Parkplatzes Gosau-Zwieselalm mit dem Begriff Flächenversiegelung vertraut sind und ob Schotterrasen als eine Alternative zu asphaltierten Flächen vorstellbar sind. Nachdem die Befragung bei noch winterlichen Bedingungen erfolgte und um das Verständnis hinsichtlich der Thematik zu erleichtern, wurden den befragten Personen Fotos eines Schotterrasenparkplatzes (A) und eines Asphaltparkplatzes (B) vorgelegt.



Bild 45: Schotterrasen



Bild 46: Asphalt
(Quelle: bam, 2016)

3.13 Statistische Datenanalyse

Die Daten der Erhebungen wurden mit dem Auswertungsprogramm IBM SPSS statistisch aufbereitet. Aus den Ergebnissen der deskriptiven Statistik wurden zahlreiche Tabellen sowie Grafiken erstellt (vgl. Cleff 2015, 4). Die tabellarische Aufarbeitung und Visualisierung der Daten als Grafiken wurden im Programm Microsoft Excel 2013 durchgeführt.

Die in den beiden Versuchen eingesetzten Faktoren (Düngung, Nachsaat, Belastungsgrad) wurden hinsichtlich ihrer Auswirkung auf unterschiedlichste Parameter varianzanalytisch geprüft und auftretende Unterschiede mittels multipler Mittelwertvergleiche auf Signifikanz ($p < 0,05$) getestet.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Keimfähigkeitsuntersuchung

In der dem verwendeten Saatgut entnommenen 10 g Probe befanden sich 0,28 % Fremdsamenanteil und 2,34 % Spreu. Die in der Rezeptur angegebenen Mischungsanteile stimmten mit der beprobten Mischung großteils überein. Geringfügige Abweichungen waren vereinzelt bei den Kräutern zu finden, so hätten z.B. 1,2 % *Achillea millefolium* vorhanden sein sollen, es befanden sich allerdings lediglich 0,86 % bei der Probenentnahme in der Mischung (Tabelle 4).

Die mit der Schotterrasenmischung durchgeführten Keimfähigkeitsuntersuchungen ergaben differenzierte Keimfähigkeitswerte, deren Gesamtbeurteilung mit deren Einteilung in normale Keimlinge, harte Samen, abnormale Keimlinge sowie tote und verpilzte Samen in Abbildung 11 dargestellt ist. Bei den Gräsern erreichten alle geprüften Arten eine Keimfähigkeit von 71% bis 96%.

Einige Kräuter wie z.B. *Plantago media* mit 6% wiesen eine sehr geringe Keimfähigkeitsrate auf, bei anderen z.B. *Sanguisorba minor* lag mit 100 % eine maximale Keimfähigkeit vor. Bei den Leguminosen erreichte *Lotus corniculatus* die Mindestkeimfähigkeit. Die drei Leguminosen *Anthyllis vulneraria*, *Lotus corniculatus* und *Medicago lupulina* wiesen einen Anteil von bis zu 22% harter Samen auf, der damit knapp über dem von BAES 2013 angeführten höchstem Wert von 20% lag. Nachdem hartschalige Samen aber zu den normal gekeimten gezählt werden, erreichte *Medicago lupulina* ebenfalls den vorgesehenen Mindestkeimfähigkeitswert.

Bei *Agrostis capillaris* und *Festuca sp.* sowie bei *Prunella vulgaris* fanden sich auch abnormale Keimlinge in der untersuchten Probe.

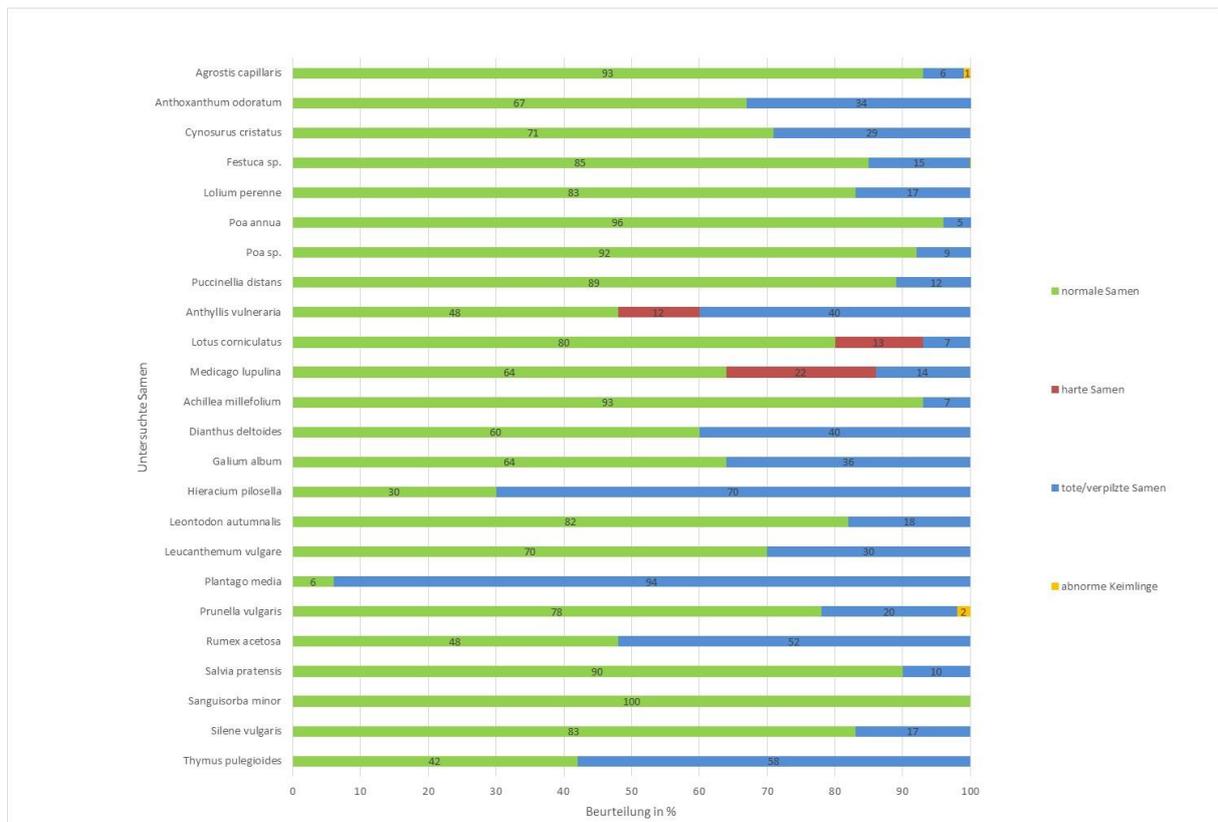


Abbildung 11: Keimlingsbeurteilung für die untersuchten Arten

Die Keimfähigkeitsuntersuchung ergab insgesamt, dass alle Gräser und beinahe alle Leguminosen unter Laborbedingungen ausreichend keimten, während bei einigen Kräutern die Keimfähigkeitswerte unter der Mindestkeimfähigkeit lagen. Durch die gewählte Probengröße kann für einzelne Arten bereits eine zu geringe Anzahl von Samen zur Verfügung gestanden sein weshalb die Keimfähigkeitswerte nicht mehr repräsentativ waren. Wie im Kapitel 4.3 ersichtlich wird, unterscheiden sich die Ergebnisse der Keimfähigkeitsuntersuchung und die der tatsächlich gekeimten Einzelarten an den beiden Versuchsstandorten.

4.2 Tausendkorngewicht

In Tabelle 7 ist das Tausendkorngewicht der Gräser, Kräuter und Leguminosen aus der entnommenen 10 g Probe ersichtlich. Die Schwankung des Tausendkorngewichts resultiert aus unterschiedlichen Kriterien, einerseits aus der jahresbedingten Witterung, sowie pflanzenbauliche bzw. aufbereitungstechnische Maßnahmen und schließlich genetisch bedingte Merkmale der Korngröße (vgl. Gerdes 1952, 23). In der Mischung - ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen trocken - war *Lolium perenne* das schwerste Gras, bei den Leguminosen hatte *Anthyllis vulneraria* das meiste Gewicht und bei den Kräutern war *Salvia pratensis* am schwersten. Aufgrund des unterschiedlichen

Tausendkorngewichts der einzelnen Arten ist beim Ausbringen des Saatguts darauf zu achten, dass sich die schweren und leichten Samen nicht entmischen. Denn ein entmischtes Saatgut kann zur ungleichmäßigen Ausbringung der Samen führen bzw. zur Konzentration einzelner Arten auf Teilflächen.

Tabelle 7: Artenanteil in der Saatgutmischung
(Quelle: vgl. Frank 2014, 32 + eigene Bearbeitung)

Art Namen	Deutsche Namen	Tausendkorngewicht (TKg) [g]
<i>Gräser</i>		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gew. Ruchgras	0,583
<i>Festuca sp.</i>	Schwingel	0,616
<i>Puccinellia distans</i>	Gew. Salzschwaden	0,249
<i>Poa annua</i>	Einjährige-Rispe	0,42
<i>Poa sp.</i>	Rispe	0,194
<i>Agrostis capillaris</i>	Rot-Straußgras	0,088
<i>Cynosurus cristatus</i>	Wiesen-Kammgras	1,388
<i>Lolium perenne</i>	Englisches Raygras	1,911
<i>Leguminosen</i>		
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Echter Wundklee	2,424
<i>Lotus corniculatus</i>	Gew. Hornklee	1,184
<i>Medicago lupulina</i>	Gelbklee	2,222
<i>Kräuter</i>		
<i>Achillea millefolium</i>	Echte Schafgarbe	0,16
<i>Dianthus deltoides</i>	Heide-Nelke	0,16
<i>Galium album</i>	Großes Wiesen-Labkraut	0,36
<i>Hieracium pilosella</i>	Kleines Habichtskraut	0,116
<i>Leontodon autumnalis</i>	Herbst-Löwenzahn	1,35
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Magerwiesen-Margerite	0,259
<i>Plantago media</i>	Mittel-Wegerich	0,294
<i>Prunella vulgaris</i>	Gew. Brunelle	0,982
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer	0,272
<i>Salvia pratensis</i>	Wiesen-Salbei	2,276
<i>Sanguisorba minor</i>	Kleiner Wiesenknopf	9,38
<i>Silene vulgaris</i>	Aufgeblasenes Leimkraut	0,664
<i>Thymus pulegioides</i>	Arznei-Quendel	0,17

4.3 Vegetationskundliche Ergebnisse

Die Entwicklung der Gräser, Kräuter und Leguminosen an den Versuchsstandorten Gosau und Gumpenstein wurde mittels Deckungsgradschätzung und Frequenzanalyse erhoben.

4.3.1 Deckungsgradschätzung

4.3.1.1 Standort Gosau

Die am Versuchsstandort Gosau betrachtete und über alle Behandlungen und Belastungen gemittelte projektive Deckung ergab im Juni 2014 einen Wert von 25,7 % und im Herbst 2014 einen Wert von 25,1 %. Bei der Erhebung im Mai 2015 lag die durchschnittliche projektive Deckung bei nur 12,9 %, welche bis zum September 2015 auf durchschnittliche 21,7 % anstieg. Der starke Rückgang der projektiven Deckung im Zeitraum September 2014 bis Mai 2015 kann durch Auswinterungs- Frost- bzw. Schneeschäden verursacht worden sein.

Tabelle 8: Relative Veränderung der Gesamtdeckung 2014 & 2015

Variante	2014	2015	Relative Veränderung
Ansaat (=Referenz)	29,1%	17,6%	-39,5%
Nachsaat	26,4%	18,1%	-31,4%
Nachsaat & Düngung	23,3%	17,4%	-25,3%
Düngung	22,7%	16,2%	-28,6%

Die Betrachtung der durchschnittlichen projektiven Deckung der einzelnen Varianten (Tabelle 8) im Zeitraum 2014 und 2015 (beide Erhebungen aus dem Jahr 2015 gemittelt) verdeutlicht, dass die relative Deckung der Ausgangssituation (Ansaatvariante) sich um 39,5 % verringert hat. Die geringste relative Veränderung der Deckung zwischen 2014 und 2015 resultierte bei der Nachsaat und Düngungsvariante. Daraus wird ersichtlich, dass sich die unterschiedlichen Behandlungen verschieden stark auf die Entwicklung der durchschnittlichen projektiven Deckung zwischen den beiden Vegetationsperioden 2014 und 2015 auswirken. Die Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen puffern somit unterschiedlich stark den relativen Verlust der Deckung.

In Abbildung 12 ist die Entwicklung der projektiven Deckung der Ansaatvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass mit Zunahme des Belastungsgrades die projektive Deckung des Pflanzenbestandes absinkt. Während bei schwacher Belastung bei allen Erhebungsterminen mit ca. 36 % die höchsten Werte erreicht

wurden, lag die projektive Deckung bei mittlerer Belastung bei knapp 25 % und bei starker Belastung hingegen nur mehr bei rund 10%.

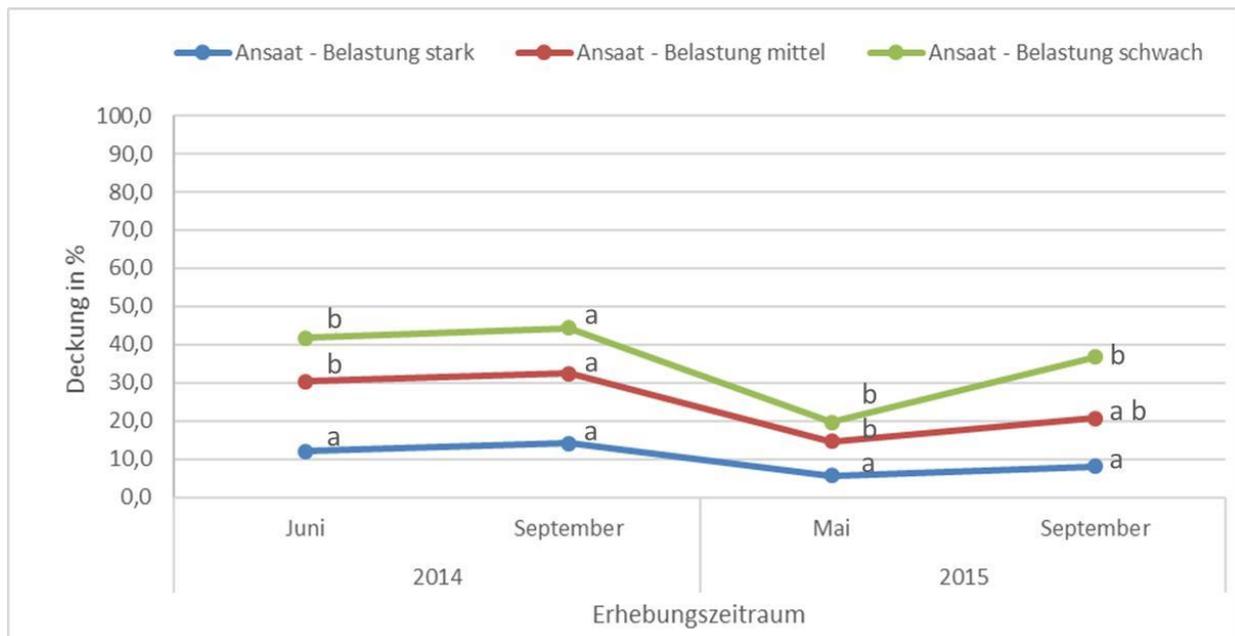


Abbildung 12: Projektive Deckung der Variante Ansaat bei unterschiedlichen Belastungsgraden am Standort Gosau (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin)

Wie in Abbildung 13 ersichtlich, lag der Deckungsgrad der Nachsaatvariante zum Zeitpunkt der Anlage zwischen 12,8 % und 40,8 %. Auch bei dieser Variante ist zu erkennen, dass der stark belastete Bereich den mit durchschnittlich 10,4 % geringsten Deckungsgrad aufweist. Analysiert man die durchschnittliche Deckung der unterschiedlichen Belastungen der Nachsaatvariante im Zeitraum Juni 2014 bis September 2015 ergibt diese bei der stark belasteten Variante einen durchschnittlichen Deckungsgrad von 10,4 %, bei der Parzelle der mittleren Belastung 20,8 % und bei der schwach belasteten Variante 35,5 %. Somit wird ein klarer Unterschied bei der Nachsaatvariante zwischen den differenzierten Belastungsgraden erkennbar.

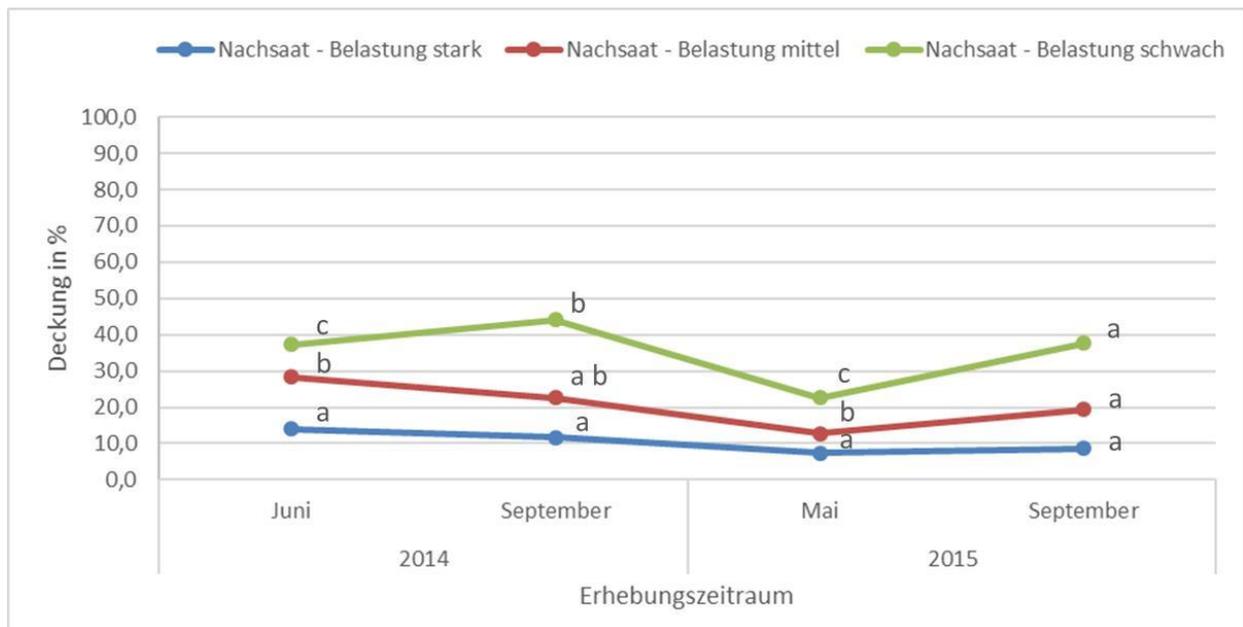


Abbildung 13: Projektive Deckung der Variante Nachsaat bei unterschiedlichen Belastungsgraden am Standort Gosau (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin)

Bei der Betrachtung der Nachsaat & Düngungsvariante (siehe Abbildung 14), liegt der Deckungsgrad bei der ersten Erhebung im Juni 2014 zwischen 11,0 % (stark belastet) und 35,0 % (schwach belastet). Die projektive Deckung der Nachsaatvariante betrug im Juni 2014 24,6 %, welche sich bis September 2014 auf 22,1 % verringerte. Die Erhebung im Mai 2015 ergab eine durchschnittliche vegetative Deckung von 14,2 %, welche im September 2015 durchschnittlich 21,9 % betrug.

In Bezug auf die durchschnittliche projektive Deckung der Nachsaat & Düngervariante über die Jahre 2014 und 2015, ergibt diese bei der stark belasteten Parzelle eine durchschnittlichen Deckung von 9,1 %, bei der Variante der mittleren Belastung 17,4 % und bei den schwach belasteten Bereichen 34,5 %. Bei der Variante der Nachsaat & Düngung werden klare Unterschiede der projektiven Deckung hinsichtlich der verschiedenen Belastungsgrade erkennbar.

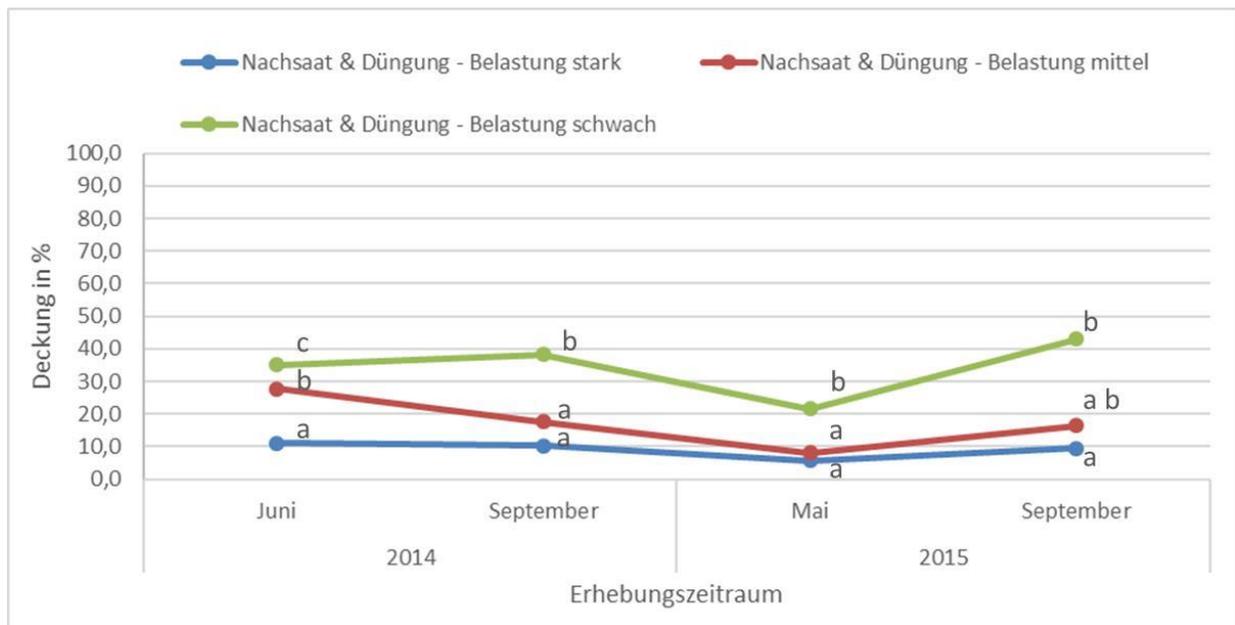


Abbildung 14: Projektive Deckung der Variante Nachsaat & Düngung bei unterschiedlichen Belastungsgraden am Standort Gosau (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin)

Die Betrachtung der Variante Düngung ergab, dass die Ausgangssituation der projektiven Deckung zwischen 12,0 % und 32,0 % lag. Des Weiteren wird bei der Betrachtung der durchschnittlichen projektiven Deckung der Düngevariante erkennbar, dass im Juni 2014 die durchschnittliche Deckung bei 23,6 % lag, welche sich bis in den Herbst 2014 auf 21,8 % verringerte. Die durchgeführte Erhebung ergab im Frühjahr 2015 12,2 % und im September 2015 20,1 % durchschnittliche vegetative Deckung.

Dabei ist ein deutlicher Unterschied zwischen den differenzierten Belastungen zu erkennen. Ebenfalls sind bei der Düngevariante klare Unterschiede zwischen den starken und schwachen Belastungsgraden zu erkennen. Geringere Unterschiede ergaben sich während des Untersuchungszeitraums bei den stark und mittel belasteten Bereichen.

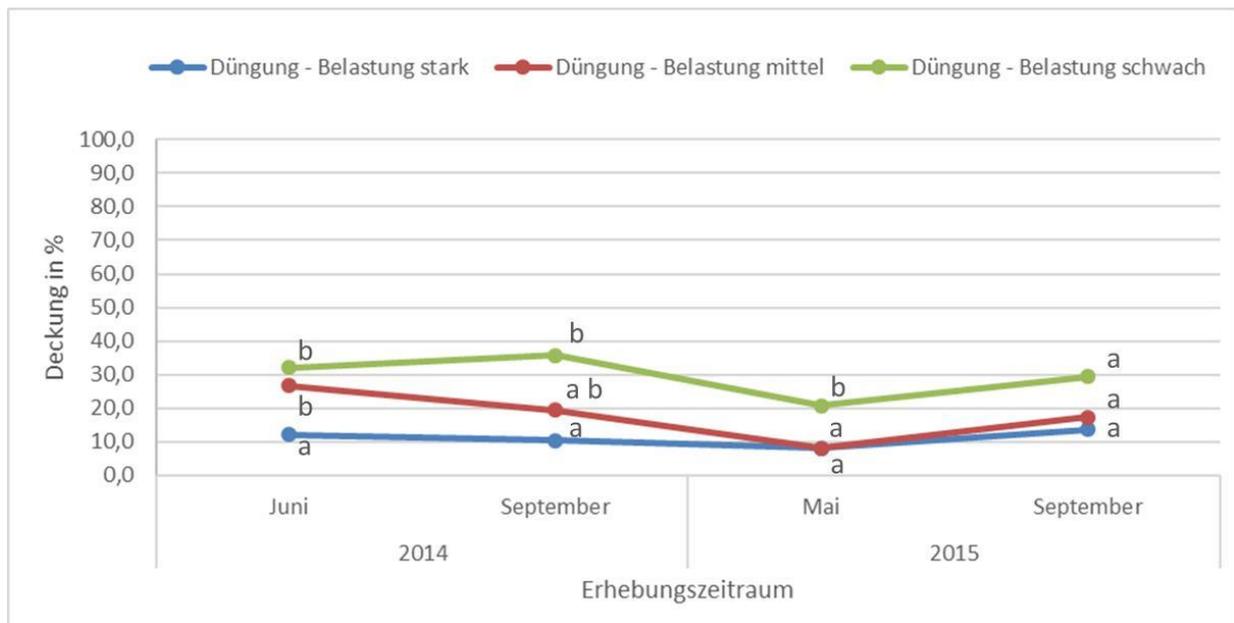


Abbildung 15: Projektive Deckung der Variante Düngung bei unterschiedlichen Belastungsgraden am Standort Gosau (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin)

Das Ergebnis der Varianzanalyse, durchgeführt mit den Daten der Vegetationsdeckung am Standort Gosau, ergab einen signifikanten Einfluss der Faktoren Belastungsgrad und Jahr, aber keinen signifikanten Effekt der durchgeführten Behandlungen ($p > 0,05$). Ebenso nicht signifikant waren die Wechselwirkungen zwischen den getesteten Faktoren. Das R-Quadrat von 0,61 sagt aus, dass 61 % der Gesamtstreuung der Vegetationsdeckung durch die Faktoren Jahr, Belastungsgrad und Behandlung definiert werden.

Tabelle 9: Varianzanalytische Auswertung für die abhängige Variable „Vegetationsdeckung“ am Standort Gosau

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	17196,576 ^a	23	747,677	8,259	,000
Konstanter Term	65493,340	1	65493,340	723,445	,000
Belastungsgrad	13499,295	2	6749,648	74,557	,000
Behandlung	338,812	3	112,937	1,248	,296
Jahr	2352,250	1	2352,250	25,983	,000
Belastungsgrad * Behandlung	376,760	6	62,793	,694	,655
Belastungsgrad * Jahr	372,135	2	186,068	2,055	,133
Behandlung * Jahr	171,625	3	57,208	,632	,596
Belastungsgrad * Behandlung * Jahr	85,698	6	14,283	,158	,987
Fehler	10863,583	120	90,530		
Gesamt	93553,500	144			
Korrigierte Gesamtvariation	28060,160	143			

a. R-Quadrat = ,613 (korrigiertes R-Quadrat = ,539)

Die Vegetation einer Schotterrasenfläche muss mindestens eine projektive Deckung von 50 % aufweisen (Florineth 2016, 8). Der geringere Wert der projektiven Deckung am Standort Gosau kann dadurch begründet werden, dass ein Kalkschotter-Schotterrasen eine geringere Vegetationsausbildung als andere Schottermaterialien aufweist. Allerdings liegen die Vorteile eines Kalkschotterrasens in der besseren Wasserdurchlässigkeit und der geringeren Oberflächenabflussbildung (vgl. Slawitsch 2014, 88). Durch einen erhöhten Belastungsgrad wird die projektive Deckung im speziellen auf einem Kalkschotterrasen verringert. Um auf einem Kalkschotterrasen mit starker Belastung die Vegetationsdeckung zu erhöhen, müssen mehrere differenzierte, aufeinander abgestimmte Pflegemaßnahmen getätigt werden. Dabei gilt es, die fehlenden Bodennährstoffe durch mindestens zwei aufeinanderfolgende, jährliche Düngergaben dem Schotterrasen wieder zuzuführen, sowie mindestens einmal mit einem Standortgerechten Saatgut die Schotterrasenfläche nachzusäen.

4.3.1.2 Standort Gumpenstein

Die am Versuchsstandort Gumpenstein durchgeführten vier Erhebungen zwischen Mai 2014 und September 2015 ergaben eine durchschnittliche projektive Deckung über beide Varianten von 19,0 % im Mai 2014 welche bis September desselben Jahres auf 26,0 % anstieg, im Mai 2015 auf 24,5% absank und sich im September 2015 wiederum auf 25,0 % erhöhte.

Der Deckungsgrad beider Varianten lag im Mai 2014 noch bei vergleichbaren 18,3 % bzw. 19,7 % (Abbildung 16). Bei der Düngungsvariante war von Mai bis September 2014 eine kontinuierliche Zunahme der Deckung von durchschnittlichen 18,3 % auf 32,7 % zu verzeichnen, während sich die durchschnittliche Deckung bei der Variante ohne Düngung im selben Zeitraum kaum veränderte. Im Mai 2015 betrug die Deckung der Variante ohne Düngung 16,7 % und die Variante mit Düngung hatte einen Deckungsgrad von 32,3 %. Bis Herbst 2015 verringerte sich der Deckungsgrad bei der Düngungsvariante auf 25,7 % und die vegetative Deckung der Variante ohne Düngung stieg auf 24,3 % an. Die Düngungsmaßnahme bewirkte damit also eine durchaus deutliche Verbesserung der projektiven Deckung, allerdings ließ diese Wirkung im Verlauf des zweiten Versuchsjahres wieder nach. Um eine verbesserte, projektive Deckung langanhaltend und dauerhaft zu gewährleisten, muss mindestens eine weitere Düngergabe im darauffolgenden Jahr erfolgen.

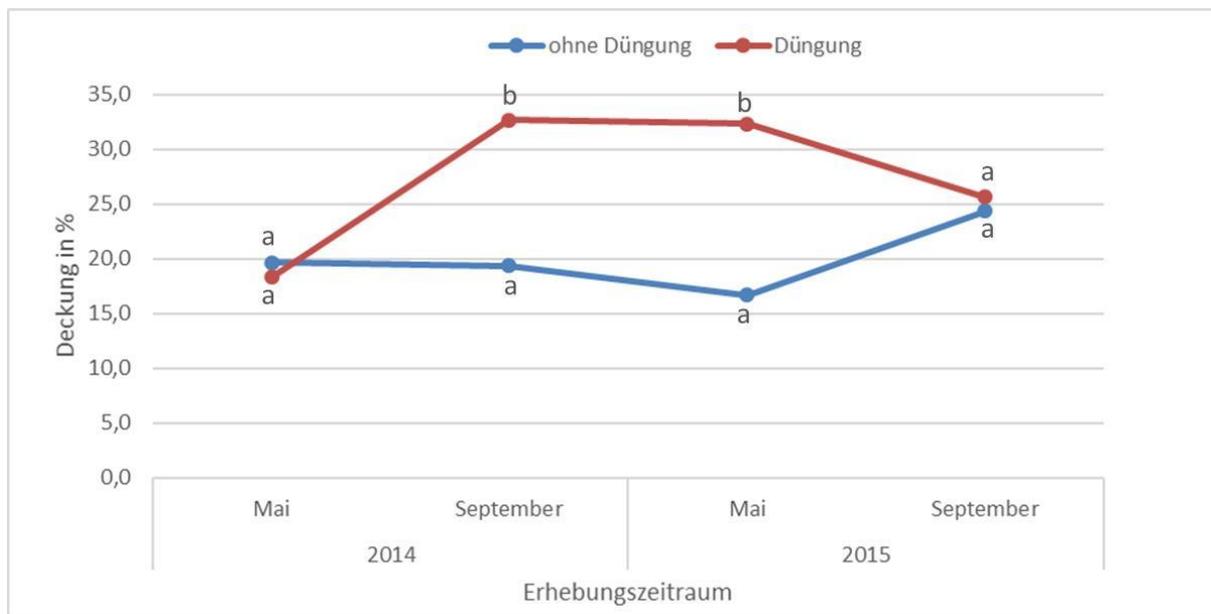


Abbildung 16: Projektive Deckung der Versuchsvarianten am Standort Gumpenstein (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin)

Das Ergebnis der Varianzanalyse, durchgeführt mit den Daten der vegetativen Deckung am Standort Gumpenstein, ergab keinen signifikanten Einfluss der Faktoren Düngung und Jahr. Das R-Quadrat von 0,30 sagt aus, dass 30 % der Gesamtstreuung der Vegetationsdeckung durch den Faktor Düngung und Jahr definiert werden.

Tabelle 10: Varianzanalytische Auswertung für die abhängige Variable „Vegetationsdeckung“ am Standort Gumpenstein

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	Df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	355,125 ^a	3	118,375	2,914	,060
Konstanter Term	13395,375	1	13395,375	329,732	,000
Düngung	315,375	1	315,375	7,763	,011
Jahr	30,375	1	30,375	,748	,397
Düngung * Jahr	9,375	1	9,375	,231	,636
Fehler	812,500	20	40,625		
Gesamt	14563,000	24			
Korrigierte Gesamtvariation	1167,625	23			

a. R-Quadrat = ,304 (korrigiertes R-Quadrat = ,200)

Der im Frühjahr 2013 angelegte Schotterrasen am Standort Gumpenstein ergab bei den botanischen Untersuchungen von Slawitsch (2014) im Sommer 2013 eine durchschnittliche Vegetationsdeckung von 2,8 % als Ausgangslage, welche im Herbst desselben Jahres bereits 15 % betrug und im darauffolgenden Jahr auf 16,5 % anstieg (vgl. Slawitsch 2014, 81). Wie bereits erwähnt, kann der geringere Wert der projektiven Deckung daraus resultieren, dass der Vorteil eines Kalkschotters nicht in der Vegetationsausbildung liegt. Bei den Erhebungen am Standort Gumpenstein vom Mai 2014 bis September 2015 wurde deutlich, dass eine einmalige Pflegemaßnahme zwar die projektive Deckung temporär erhöht allerdings lag diese deutlich unter 50 %. Um die Vegetationsdeckung langanhaltend weiter zu erhöhen müssten mehrere aufeinander abgestimmte Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen getätigt werden. Hierbei sollten mindestens zwei Düngergaben im Zeitraum von zwei Jahren erfolgen.

4.3.2 Projektive Deckung der Einzelarten

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Versuchsvarianten hinsichtlich ihrer botanischen Zusammensetzung und deren Entwicklung im Versuchszeitraum beschrieben.

Die Tabelle 11 bis Tabelle 15 verdeutlichen die durchschnittliche Deckungsgradiententwicklung der einzelnen Arten beider Versuchsstandorte im Untersuchungszeitraum 2014 und 2015.

4.3.2.1 Standort Gosau

Ansaatvariante

Die Deckung der Gräserarten in % der Ansaatvariante ergab keine generelle Zunahme im Zeitraum 2014 und 2015. Bei der Erhebung im Juni 2014 betrug die durchschnittliche

Deckung der Gräser 22,5 %, welche sich bis September 2014 auf 21,6 % reduzierte. Die Untersuchung im darauffolgenden Mai 2015 ergab einen Deckungsgrad von durchschnittlichen 11,6 %, welcher sich bis zum September des Jahres auf 19,0 % erhöhte. Die dominierenden Arten der Ansaatvariante, unabhängig von den Belastungsgraden waren die Arten *Festuca sp.* und *Puccinellia distans*. Ein Anstieg der Artenanzahl ist im September 2014 zu erkennen, da bei der Ansaatvariante die Art *Poa sp.* auf allen Belastungsintensitäten vorgefunden wurde, allerdings verringerte sich die Deckung der *Poa sp.* im Mai und September 2015 deutlich. In Bezug auf die Belastung ist zu erkennen, dass sich die Artenanzahl und die projektive Deckung meist mit der Zunahme der Belastungsintensität reduzierten.

Die Kräuterartendeckung in % der Ansaatvariante ergab in den Jahren 2014 und 2015 eine leichte Zunahme. Bei der Untersuchung im Juni 2014 betrug die Deckung der Kräuter durchschnittliche 4,1 % welche sich bis zum September 2014 auf 4,4 % erhöhte. Die Versuchserhebung im Mai 2015 ergab einen Deckungsgrad von durchschnittlichen 1,5 %, welcher sich bis September auf 2,6 % steigerte. Bei der Betrachtung des Artenanteils der Kräuter konnte eine Zunahme von Juni bis September 2014 verzeichnet werden. Allerdings verringerte sich diese Artenanzahl im Folgejahr und einige Arten (*Thymus pulegoides*, *Dianthus deltoides*) traten im Jahr 2015 nicht mehr auf. Ein genereller Anstieg der Einzelartendeckung ist im Untersuchungszeitraum auf der Ansaatvariante nicht ersichtlich. Die dominierende Art auf allen Parzellen im Untersuchungszeitraum 2014 und 2015 war die *Achillea millefolium*. Die durchschnittliche Deckung der *Achillea millefolium* im Zeitraum 2014 bis 2015 betrug bei starker Belastung 0,66 %, mittlerer Belastung 2,0 % und schwacher Belastung 3,3 %.

Die Deckung der Leguminosen in % der Ansaatvariante ergab eine Zunahme in den Jahren 2014 und 2015. Bei der Erhebung im Juni 2014 betrug die durchschnittliche Deckung der Leguminosen 6,1 %, welche sich bis September 2014 auf 38,0 % erhöhte. Die Untersuchung im darauffolgenden Mai 2015 ergab einen Deckungsgrad von durchschnittlich 1,2 %, welcher bis September 2015 auf 2,1 % anstieg. Bei der Ansaatvariante wurde bei den Leguminosen ein Anstieg der Deckung in % bei der schwachen Belastung im Zeitraum Juni bis September 2014 ersichtlich (von 11,1 % auf 38,0 %). Allerdings verringerte sich die Deckung im Folgejahr und lag im September 2015 bei der schwachen Belastung von 2,2 %. In den stark belasteten Bereichen kamen keine Leguminosen vor und bei den mittleren Belastungsgraden wurden im Mai 2015 0,1 % Leguminosen erhoben. Bei der Variante der Ansaat wurden die Arten *Trifolium dubium* und *Trifolium repens* auf den schwach belasteten Bereichen erhoben. Im Jahr 2014 war eine generelle Zunahme der Einzelartendeckung zu verzeichnen (*Trifolium dubium* 10,0 % auf 36,0 %). Bei der Ansaatvariante dominierten die Leguminosenarten *Trifolium repens* und *Trifolium dubium*.

Tabelle 11: Einzelartenerhebung der Ansaatvariante am Standort Gosau

Pflanzenarten	Juni 2014			September 2014			Mai 2015			September 2015		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Gräser												
<i>Agrostis capillaris</i>												
<i>Anthoxanthum odoratum</i>												
<i>Cynosurus cristatus</i>												
<i>Festuca sp.</i>	8,5	22,0	21,9	9,3	24,1	20,7	3,1	10,5	11,9	6,3	17,1	28,6
<i>Lolium perenne</i>				0,1								
<i>Poa sp.</i>				0,3	0,2	0,4		0,1	0,1			0,0
<i>Poa annua</i>												
<i>Poa angustifolia</i>												
<i>Poa compressa</i>												
<i>Puccinellia distans</i>	2,7	5,0	7,7	3,5	4,7	1,8	1,9	3,3	3,6	0,5	2,0	1,2
Leguminosen												
<i>Anthyllis vulneraria</i>												
<i>Lotus corniculatus</i>												
<i>Medicago lupulina</i>												
<i>Trifolium dubium</i>			10,0			36,0		0,1	1,0			0,1
<i>Trifolium repens</i>			1,1			2,0			1,3			2,1
Kräuter												
<i>Achillea millefolium</i>	0,8	3,3	5,2	0,7	2,3	5,7	0,1	1,4	3,5	0,5	1,3	0,6
<i>Cerastium holosteoides</i>												
<i>Dianthus deltoides</i>			0,1		0,3	0,8						
<i>Galium sp.</i>												
<i>Hieracium pilosella</i>												
<i>Leontodon hispidus</i>												
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,1		3,1		0,1	0,4						0,1
<i>Matricaria chamomilla</i>												
<i>Plantago lanceolata</i>												
<i>Plantago media</i>				0,4	0,1		0,9	0,4	1,0	1,4		0,4
<i>Prunella vulgaris</i>					0,1	0,2					0,3	3,4
<i>Rumex acetosa</i>												
<i>Salvia pratensis</i>				0,1	0,1					0,4		0,7
<i>Sanguisorba minor</i>												
<i>Silene vulgaris</i>	0,5		0,4			0,3						
<i>Tephrosieris helenitis</i>												
<i>Thymus pulegioides</i>			0,3		1,1	2,2						

1=starke Belastung; 2=mittlere Belastung; 3=schwache Belastung

Nachsaatvariante

Die Untersuchung der Nachsaatvariante ergab im Juni 2014 eine durchschnittliche Deckung der Gräser von 21,9 %, welche sich bis zum Herbst 2014 auf 17,4 % reduzierte. Die Untersuchung im darauffolgenden Frühjahr 2015 ergab eine Deckungsgradschätzung von durchschnittlichen 11,4 %, welche sich bis zum September 2015 auf 16,0 % steigerte. Die unabhängig von den Belastungsgrad am häufigsten auftretenden Arten der Nachsaatvariante waren die Arten *Festuca sp.* und *Puccinellia distans*. Weiters wurde bei der Nachsaatvariante ein Anstieg hinsichtlich der Artenanzahl von Juni bis September 2014 ersichtlich, dieser nimmt allerdings im Folgejahr wieder ab. Ebenso wird bei der Art *Poa sp.* eine Zunahme der Einzelartendeckung ab September 2014 deutlich (von durchschnittlich 0,10 % auf 0,70 %).

Die Deckung der Kräuterarten bei der Nachsaatvariante ergab von Juni bis September 2014 sowie im Jahr 2015 eine geringe Steigerung. Bei den Erhebungen im Frühjahr 2014 betrug die Deckung durchschnittlich 4,0 %, welche bis zum September 2014 auf 4,8 % anstieg. Die im Mai 2015 durchgeführten Untersuchungen ergaben einen Deckungsgrad von durchschnittlich 1,8 % welcher sich bis Herbst des Jahres auf 3,7 % erhöhte. Die Nachsaatvariante verzeichnet bei den Kräutern im Untersuchungszeitraum keine generelle Zunahme der Einzelartendeckung in %. Ein geringer Anstieg der Deckung wurde von Juni bis September 2014 bei den starken und mittleren Belastungsgraden deutlich. Eine Steigerung der Einzelartenanteile wurde von Juni bis September 2014 festgestellt. Im Jahr 2015 verringerte sich die Einzelartenanzahl, lag allerdings immer noch über jener, die im Juni 2014 erhoben wurde. Bei der Nachsaatvariante war die Art *Achillea millefolium* unabhängig von den Belastungen die dominierende Kräuterart.

Die durchschnittliche Deckung in % der Nachsaatvariante ergab bei den Leguminosen eine Zunahme in den Jahren 2014 und 2015. Bei der Erhebung im Juni 2014 betrug die durchschnittliche Deckung der Leguminosen 2,0 %, welche sich bis zum September 2014 auf 6,0 % steigerte. Die Erhebung im Mai 2015 ergab einen durchschnittlichen Deckungswert von 2,3 %, welcher bis September desselben Jahres auf 5,8 % anstieg. Bei der Nachsaatvariante wurde in Bezug auf Leguminosen eine generelle Zunahme der Deckung erkannt. Bei den stark belasteten Arealen wurden ausschließlich im September 2014 und 2015 Leguminosen vorgefunden. Bei den beiden anderen Belastungen wurde ein Anstieg der Deckung von Juni bis September verzeichnet. Die dominierende Art war der *Trifolium dubium*. Die Artenanzahl erhöhte sich von Juni bis September 2014. Je geringer die Belastung, umso höher die Artenanzahl und die Deckung der Leguminosen.

Tabelle 12: Einzelartenerhebung der Nachsaatvariante am Standort Gosau

Pflanzenarten	Juni 2014			September 2014			Mai 2015			September 2015		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Gräser												
<i>Agrostis capillaris</i>												
<i>Anthoxanthum odoratum</i>												
<i>Cynosurus cristatus</i>												
<i>Festuca sp.</i>	9,8	20,2	18,7	5,8	15,0	21,5	4,4	8,6	11,9	6,2	15,5	18,6
<i>Lolium perenne</i>						0,1						
<i>Phleum pratensis</i>				0,2		0,1						
<i>Poa sp.</i>					0,1	0,1		0,1	1,1		0,2	1,2
<i>Poa annua</i>												
<i>Poa angustifolia</i>												
<i>Poa compressa</i>	0,3	0,1	3,0	0,1								
<i>Puccinellia distans</i>	3,2	6,0	6,7	2,7	3,8	3,3	2,0	3,1	3,3	1,5	1,8	4,2
Leguminosen												
<i>Anthyllis vulneraria</i>				0,1	0,4	0,8			0,1			1,5
<i>Lotus corniculatus</i>												
<i>Medicago lupulina</i>												
<i>Trifolium dubium</i>		0,1	1,0	3,0	0,1	10,4		0,2	2,0	0,1		3,4
<i>Trifolium repens</i>			2,0			0,5			0,8			9,3
Kräuter												
<i>Achillea millefolium</i>	1,4	2,8	7,4	1,2	2,5	4,9	0,3	0,4	3,6		0,2	3,4
<i>Cerastium holosteoides</i>												
<i>Dianthus deltoides</i>		0,1			0,8			0,1			0,1	
<i>Galium sp.</i>												
<i>Hieracium pilosella</i>												
<i>Leontodon hispidus</i>												
<i>Leucanthemum vulgare</i>		0,1	5,0	0,6		0,6			0,1			5,0
<i>Matricaria chamomilla</i>					0,1							
<i>Plantago lanceolata</i>												
<i>Plantago media</i>				1,1	0,1	0,1	1,2	0,1		0,8	0,1	0,3
<i>Potentilla sp.</i>						0,1						
<i>Prunella vulgaris</i>				0,1	0,4	0,3			0,2	2,0	2,3	1,1
<i>Rumex acetosa</i>												
<i>Salvia pratensis</i>			0,3	0,3		0,3	0,1			0,1		
<i>Sanguisorba minor</i>												
<i>Silene vulgaris</i>	0,1	0,2	0,6	0,1		0,1						
<i>Tephrosia helenitis</i>												
<i>Thymus pulegioides</i>		0,1		0,2	2,0	1,5						

1=starke Belastung; 2=mittlere Belastung; 3=schwache Belastung

Nachsaat & Düngungsvariante

Bei der Erhebung der Nachsaat & Düngungsvariante im Juni 2014 betrug die Deckung der Gräser durchschnittlich 19,0 %, welche sich bis zum September 2014 auf 17,4 % verringerte. Die Untersuchung im Mai 2015 ergab eine durchschnittliche projektive Deckung von 8,6 %, welche sich bis September 2015 auf 15,6 % erhöhte.

Ebenfalls wird eine Zunahme der Einzelarten ab September 2014 ersichtlich. Eine deutliche, vom Belastungsgrad unabhängige Abnahme der Deckung weist *Festuca sp.* ab Herbst 2014 auf. Von durchschnittlich 11,6 % im September 2014 betrug die Deckung im Mai 2015 nur noch 6,7 %, erst im September 2015 erhöhte sich die durchschnittliche Deckung der *Festuca sp.* auf 14,4 %.

Die Erhebung der Nachsaat & Düngungsvariante ergab im Jahr 2014 einen geringen Verlust der Deckung in %, welche im Jahr 2015 allerdings wieder Anstieg. Bei den Versuchserhebungen im Juni 2014 betrug die durchschnittliche Deckung der Kräuter 5,2 % welche sich bis zum September 2014 auf 4,8 % reduzierte. Die Versuchserhebung im Mai 2015 ergab bei der Nachsaat und Düngungsvariante eine Deckung von durchschnittlichen 2,2 %, welche sich bis Herbst auf 4,7 % erhöhte. Die Deckung der Kräuter wies bei der Nachsaat & Düngungsvariante kein generelles Wachstum auf. Allerdings erhöhte sich die Artenanzahl vom Juni 2014 bis zum September 2015 deutlich. Im September 2014 wurde die größte Artenanzahl bei allen Belastungen verzeichnet, die Artenanzahl verringerte sich im Jahr 2015, lag aber immer noch über der Einzelartenanzahl im Juni 2014. Wie bei der Ansaat und Nachsaatvariante war die Art *Achillea millefolium* die dominierende Kräuterart auf der Nachsaat & Düngungsvariante.

Die Deckung der Nachsaat & Düngungsvariante erhöhte sich in den Jahren 2014 und 2015. Bei der Untersuchung im Juni 2014 betrug die projektive Deckung der Leguminosen durchschnittliche 0,7 % und erhöhte sich bis September 2014 auf 4,6 %. Die Versuchserhebung im Mai 2015 ergab einen Deckungsgrad von durchschnittlich 1,7 %, welcher sich bis September 2015 auf 9,1 % erhöhte. Die Variante der Nachsaat & Düngung wies einen Anstieg der Deckung ab September 2014 auf. Einzig bei der starken Belastung wurde im September 2015 keine Leguminose vorgefunden. Die dominierende Leguminosenart bei der Nachsaat & Düngungsvariante war über beide Erhebungsjahre *Trifolium dubium*. Die schwache Belastung wirkt sich direkt auf die höhere Artenanzahl und den höheren Deckungsgrad aus.

Tabelle 13: Einzelartenerhebung der Nachsaat- + Düngevariante am Standort Gosau

Pflanzenarten	Juni 2014			September 2014			Mai 2015			September 2015		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Gräser												
<i>Agrostis capillaris</i>												
<i>Anthoxanthum odoratum</i>												
<i>Cynosurus cristatus</i>												
<i>Festuca sp.</i>	7,8	21,0	17,3	6,3	10,6	17,8	5,0	3,8	10,3	7,0	12,7	23,5
<i>Lolium perenne</i>												
<i>Phleum pratensis</i>				0,1		0,1						
<i>Poa sp.</i>				0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
<i>Poa annua</i>												
<i>Poa angustifolia</i>												
<i>Poa compressa</i>	0,1		2,0									
<i>Puccinellia distans</i>	2,3	5,3	4,5	1,6	3,0	3,3	1,5	1,7	3,6	0,6	0,5	2,3
Leguminosen												
<i>Anthyllis vulneraria</i>						0,6						
<i>Lotus corniculatus</i>						8,0						
<i>Medicago lupulina</i>												
<i>Trifolium dubium</i>	0,1	0,6	1,2	0,2	0,1	5,3	0,1	0,2	4,0			3,3
<i>Trifolium pratenses</i>				0,5								
<i>Trifolium repens</i>			0,1			1,0			0,2		0,8	2,5
Kräuter												
<i>Achillea millefolium</i>	0,8	2,9	5,6	0,8	2,4	3,2	0,3	1,2	6,3	0,3	1,6	2,1
<i>Cerastium holosteoides</i>												
<i>Dianthus deltoides</i>			0,3	0,1	1,1	0,3		0,2			0,2	0,4
<i>Galium sp.</i>												
<i>Hieracium pilosella</i>												
<i>Leontodon hispidus</i>												
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,1	0,2	5,8	0,7	0,1	2,0	0,1		0,1			
<i>Matricaria chamomilla</i>					0,1							
<i>Plantago lanceolata</i>												
<i>Plantago media</i>				0,2		0,1	0,6			2,7		0,3
<i>Prunella vulgaris</i>				0,1		0,4	0,6		0,2	1,7	2,7	5,2
<i>Rumex acetosa</i>												
<i>Salvia pratensis</i>	0,1			0,2	0,1	0,1				0,2	0,2	0,1
<i>Sanguisorba minor</i>												
<i>Silene vulgaris</i>	0,5		0,3	0,1	0,3							
<i>Tephrosia helenitis</i>												
<i>Thymus pulegioides</i>		0,1		1,0	1,0	2,1						

1=starke Belastung; 2=mittlere Belastung; 3=schwache Belastung

Düngungsvariante

Hinsichtlich der Deckungsgradschätzung der Düngewariante im Juni 2014 betrug diese durchschnittlich bei den Gräsern 18,8 %, welche sich bis Herbst 2014 auf 15,7 % reduzierte. Die im Frühjahr 2015 folgende Erhebung des Deckungsgrades ergab einen durchschnittlichen Wert von 11,1 %, welche sich bis September 2015 auf 15,9 % steigerte. Bei der Betrachtung der Düngewariante wird ersichtlich, dass sich die Artenanzahl ab September 2014 verringert. Da im Jahr 2015 die Art *Phleum pratense* auf den Untersuchungsflächen nicht mehr vorgefunden wurde.

Die Deckung in % der Kräuterarten ergab bei der Düngewariante eine leichte Verringerung im Jahr 2014 und einen Anstieg der Deckung in % im Jahr 2015. Bei den Erhebungen im Juni 2014 hatte die Deckung der Kräuter einen durchschnittlichen Wert von 3,8 % welcher sich bis zum Herbst dieses Jahres auf 3,7 % leicht verringerte. Die Untersuchung im Frühjahr 2015 ergab einen durchschnittlichen Deckungsgrad von 1,1 %, welcher sich bis September auf 3,7 % steigerte. Bei der Düngewariante wurde bei den Kräutern keine generelle Zunahme der Deckung verzeichnet. Allerdings wurde eine Einzelartenzunahme im Untersuchungszeitraum sehr wohl ersichtlich. Bei der Düngewariante war ebenfalls über alle Belastungsgrade hinweg die *Achillea millefolium* die dominierende Kräuterart.

Bei der Düngewariante ergab die Deckung der Leguminosen in den Jahren 2014 und 2015 eine Zunahme. Dabei betrug die durchschnittliche Deckung der Leguminosen im Juni 2014 den Wert von 1,8 %, welcher sich bis September 2014 auf 7,2 % steigerte. Die Untersuchung im darauffolgenden Mai 2015 ergab einen Deckungsgrad von durchschnittlich 0,3 %, welcher bis September 2015 auf 1,6 % anstieg. Die Einzelartendeckung der Leguminosen ergab bei der Düngewariante keine generelle Zunahme im Untersuchungszeitraum. Bei der schwachen Belastung ist eine Zunahme der Deckung in % von Juni bis September 2014 ersichtlich, allerdings verringerte sich diese im Jahr 2015 auf beinahe die Ausgangslage von Juni 2014 (3,75 % im Juni 2014 auf 8,17 % im September 2015). Die Düngewariante hat keine generelle Auswirkung auf die Artenzusammensetzung, von Juni bis September 2014 ist allerdings eine Steigerung des Deckungsgrades ersichtlich. Bei der Düngewariante waren *Trifolium repens* und *Trifolium dubium* die dominierenden Leguminosenarten.

Tabelle 14: Einzelartenerhebung der Düngevariante am Standort Gosau

Pflanzenarten	Juni 2014			September 2014			Mai 2015			September 2015		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Gräser												
<i>Agrostis capillaris</i>												
<i>Anthoxanthum odoratum</i>												
<i>Cynosurus cristatus</i>												
<i>Festuca sp.</i>	6,7	17,9	16,2	6,3	13,9	18,2	5,2	4,4	14,5	10,1	14,5	17,8
<i>Lolium perenne</i>												
<i>Phleum pratenses</i>	1,0			0,3		0,1						
<i>Poa sp.</i>					0,1	0,2			0,1		0,1	0,2
<i>Poa annua</i>		0,1										
<i>Poa angustifolia</i>												
<i>Poa compressa</i>		0,1	2,0									
<i>Puccinellia distans</i>	3,6	5,6	5,3	1,7	2,8	3,8	1,8	2,7	4,2	1,0	1,4	2,8
Leguminosen												
<i>Anthyllis vulneraria</i>			1,0									
<i>Lotus corniculatus</i>						1,0						
<i>Medicago lupulina</i>												
<i>Trifolium dubium</i>	2,5		1,3			5,2	0,2		0,2	0,1		1,6
<i>Trifolium repens</i>	0,1		1,5			2,0			0,2			1,5
Kräuter												
<i>Achillea millefolium</i>	0,7	5,7	5,8	1,0	1,7	3,3	0,8	0,7	2,2	0,6	2,7	1,5
<i>Cerastium holosteoides</i>												
<i>Dianthus deltoides</i>				0,5	1,0	0,2	0,1				0,2	
<i>Galium sp.</i>												
<i>Hieracium pilosella</i>												
<i>Leontodon hispidus</i>												
<i>Leucanthemum vulgare</i>			3,1		0,3	1,3	0,1		0,1		0,3	
<i>Matricaria chamomilla</i>						0,3						
<i>Plantago lanceolata</i>												
<i>Plantago media</i>				0,8		0,3	0,2			2,9		4,8
<i>Prunella vulgaris</i>				0,1	0,1	0,3	0,6			0,6	0,2	1,7
<i>Rumex acetosa</i>												
<i>Salvia pratensis</i>	0,2			0,2								
<i>Sanguisorba minor</i>												
<i>Silene vulgaris</i>			0,1			0,2	0,1					
<i>Tephrosieris helenitis</i>												
<i>Thymus pulegioides</i>			2,0	0,9	0,4	0,9						

1=starke Belastung; 2=mittlere Belastung; 3=schwache Belastung

Obwohl die Gräserarten *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum* und *Cynosoros cristatus* bei der Keimfähigkeitsuntersuchung ausreichend keimten, wurden diese im Untersuchungszeitraum 2014 bis 2015 auf keiner Behandlungs- und Belastungsvariante vorgefunden. Auf den Versuchsflächen wurden – obwohl in der Saatgutmischung nicht enthalten – die Art *Phleum pratensis* im September 2014 auf den Behandlungen (Nachsaat, Nachsaat & Düngung sowie Düngung) und den Belastungsgraden (stark sowie schwach) vorgefunden.

Im Untersuchungszeitraum 2014 und 2015 kamen die Kräuterarten *Galium album*, *Galium verum*, *Hieracium pilosella*, *Leontodon hispidus*, *Leontodon autumnalis*, *Rumex acetosa* und *Sanguisorba minor* auf den Versuchsflächen nicht vor. Bei den Keimfähigkeitsuntersuchungen lagen die Kräuterarten *Galium album*, *Galium verum*, *Hieracium pilosella* und *Rumex acetosa* unter den Mindestkeimfähigkeitswerten. *Leontodon hispidus*, *Leontodon autumnalis* sowie *Sanguisorba minor* keimten allerdings bei der Untersuchung ausreichend. Obwohl die Arten *Potentilla sp.* sowie *Matricaria chamomilla* nicht in der Saatgutmischung enthalten waren, wurden im September 2014 diese beiden Arten auf den Versuchsflächen Nachsaat, Nachsaat & Düngung sowie Düngung erhoben.

Weiters waren bei den Leguminosen die Art *Medicago lupulina* in der Saatgutmischung vorhanden, wurde allerdings am Standort Gosau nicht vorgefunden. Dem gegenüber wurden die Arten *Trifolium repens*, *Trifolium pratensis* sowie *Trifolium dubium* von außen eingebracht. Daraus kann geschlossen werden, dass eine intensive Nutzung für einzelne Arten nicht optimal ist. Des Weiteren, um auf einem Kalkgestein-Schotterrasen eine ausreichende Vegetationsentwicklung zu gewährleisten sind mehrere unterschiedliche Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen von Nöten. Dabei gilt es, bei geringer Artenzusammensetzung den Schotterrasen mit Standortgerechten Saatgut nachzusäen und zu düngen. Dabei müssen die Bodennährstoffe, welche für die Vegetation von Nöten sind, mindestens ein weiteres Mal im Jahresrhythmus dem Schotterrasen zugeführt werden.

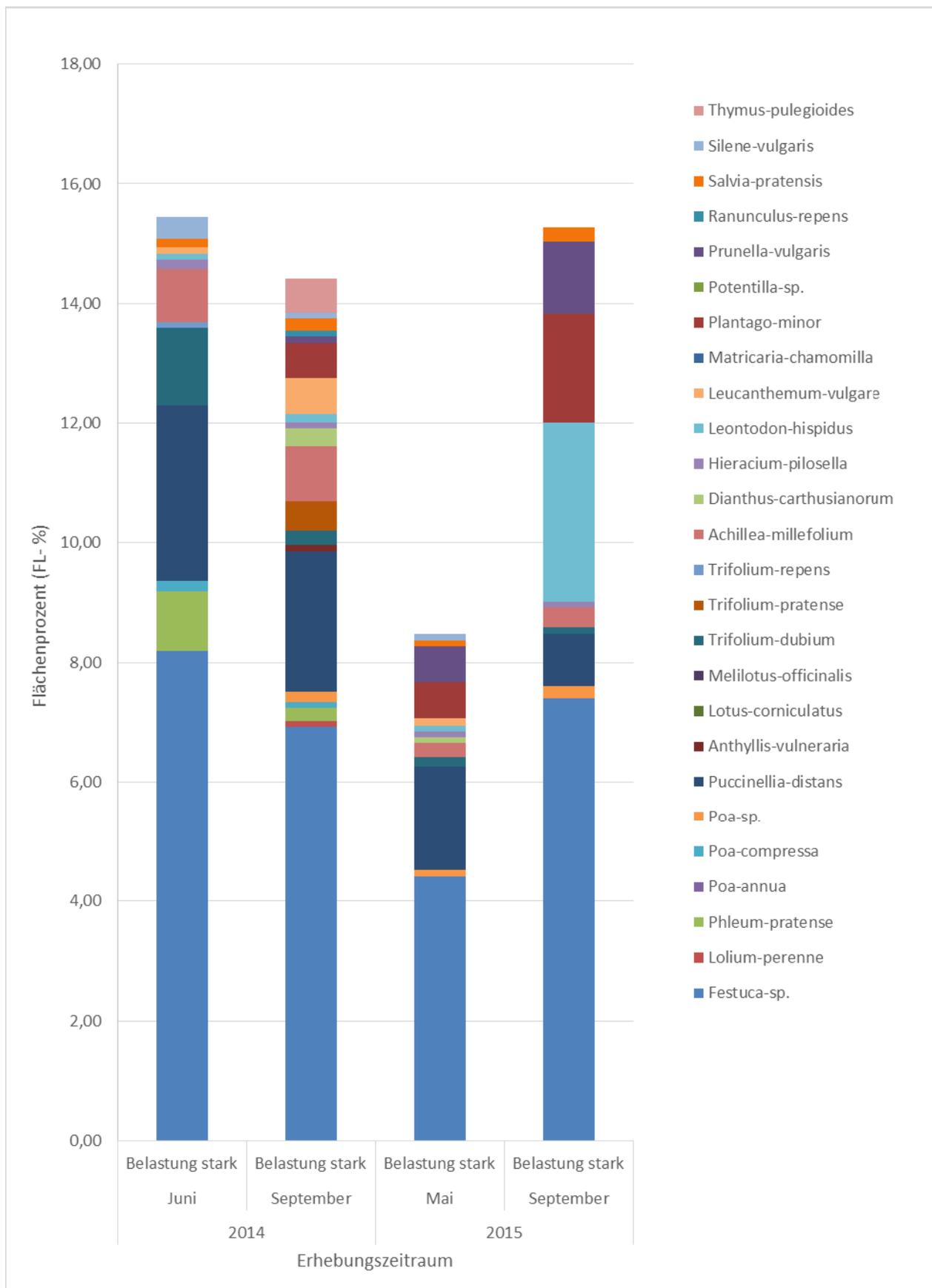


Abbildung 17: Einzelartenerhebung der stark belasteten Varianten am Standort Gosau

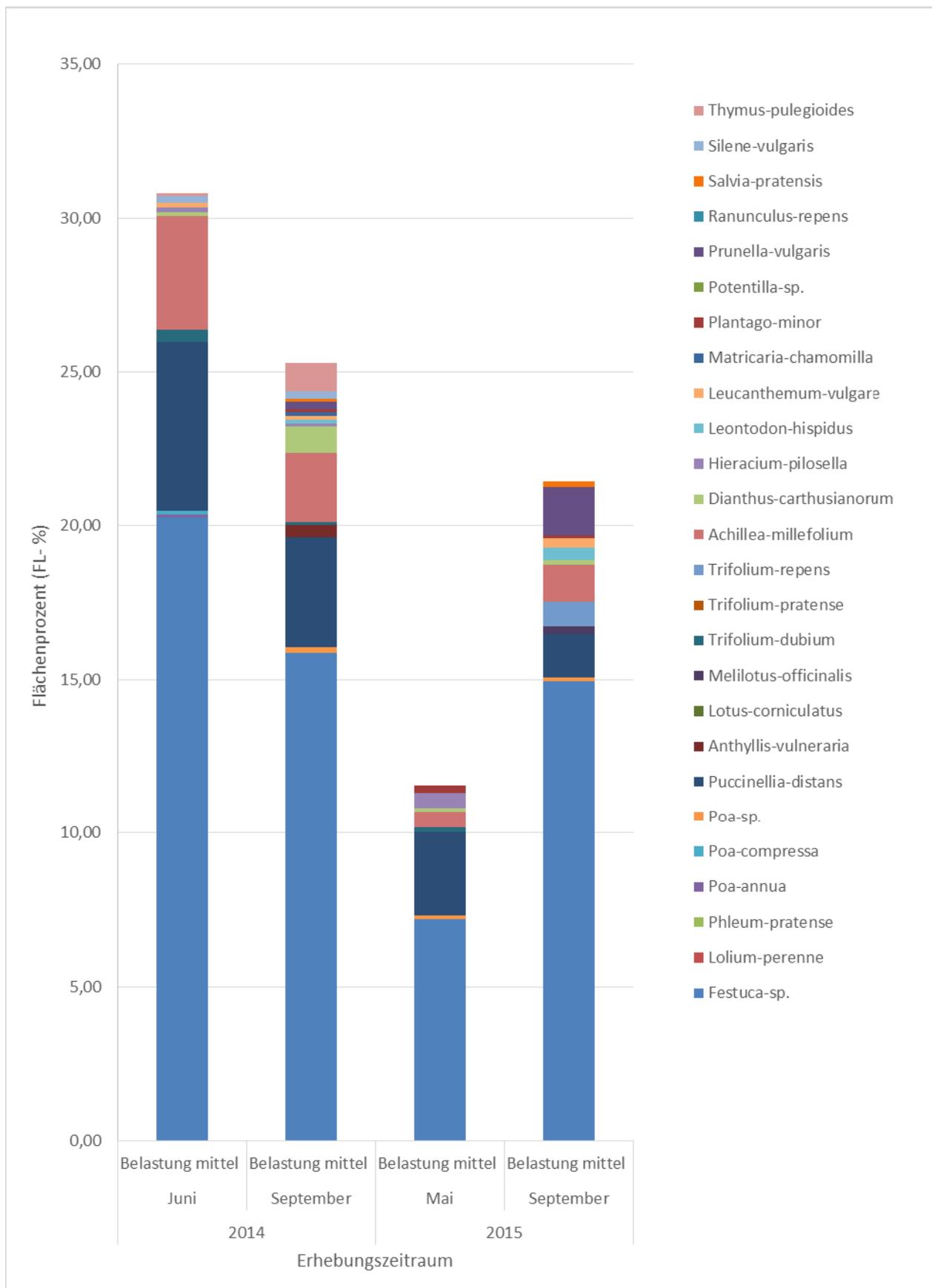


Abbildung 18: Einzelartenerhebung der mittel belasteten Varianten am Standort Gosau

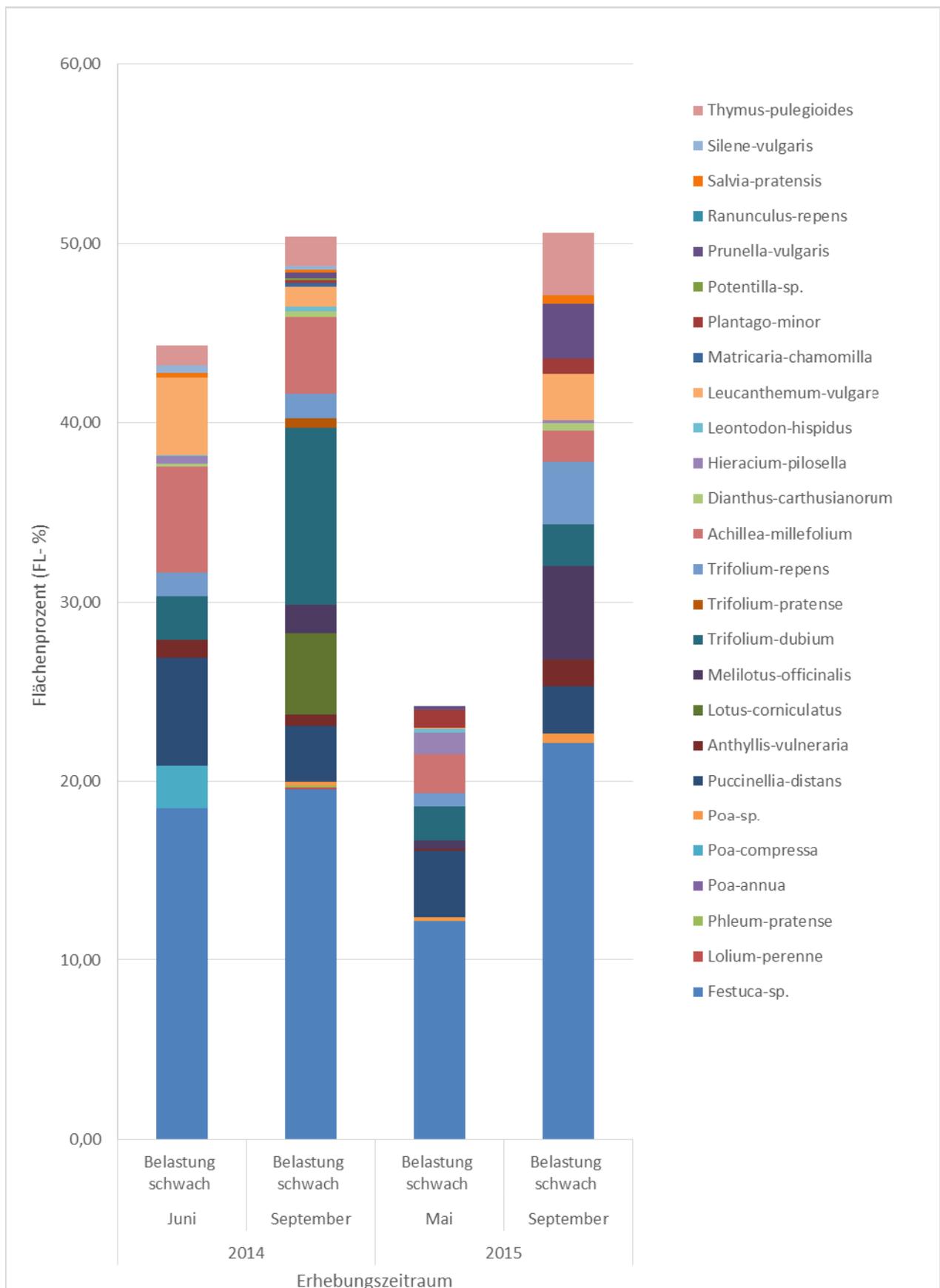


Abbildung 19: Einzelartenerhebung der schwach belasteten Varianten am Standort Gosau

Beim Betrachten der Artenzusammensetzung und der Belastungsgrade wurde ersichtlich, dass im Vergleich zu den anderen Belastungen bei der schwach belasteten Variante der größte Anteil von Gräsern, Kräutern und Leguminosen vorlag. Im Speziellen wurde bei den Leguminosen ersichtlich, je höher die Belastung desto geringer die Projektive Deckung und die Artanzahl.

Die unterschiedlichen Pflegemaßnahmen hatten allerdings keine langfristige und generelle Auswirkung auf den Deckungsgrad sowie die Artenzusammensetzung. So konnte zwar im September 2014 eine erhöhte Artenanzahl bei den Varianten Nachsaat, Nachsaat & Düngung verzeichnet werden, diese verringerte sich allerdings im Folgejahr beinahe wieder auf die Ausgangssituation. Daraus kann geschlossen werden, dass die am Standort Gosau durchgeführten Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen nur eine temporäre Steigerung der Artenanzahl und Deckungsgrade hat.

4.3.2.2 Standort Gumpenstein

Ungedüngte Variante

Bei der Variante ohne Düngung betrug im Jahr 2014 die durchschnittliche Deckung der Gräser 12,3 %, 2015 12,2 %. Die in der Saatgutmischung enthaltenen Gräserarten *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum* und *Cynosoros cristatus* wurden im Untersuchungszeitraum 2014 bis 2015 nicht auf den ungedüngten Versuchsfeldern vorgefunden.

Auf den ungedüngten Varianten war vom Mai bis September 2014 ein Anstieg der Kräuterdeckung in % zu erkennen, im Mai 2015 verringerte sich die Artendeckung bei der Variante und stieg erneut bis zur Erhebung im September 2015 deutlich an. Bei der ungedüngten Variante erhöhte sich die Deckung der Kräuter von 3,2 % im Mai 2014 auf 5,0 % im September 2014. Im Mai 2015 betrug der Deckungswert 3,7 % welcher im Herbst 2015 einen Deckungsgrad von 9,0 % aufwies. Die dominierenden Kräuterarten waren *Achillea millefolium* sowie *Leucanthemum vulgare*.

Die projektive Deckung der Leguminosen bei der ungedüngten Variante verringerte sich von 3,2 % im Frühjahr 2014 auf 2,1 % im Herbst 2014. Im darauffolgenden Frühjahr hatte die Deckung der ohne Düngungsvariante 2,7 %. Bei der ungedüngten Variante verringerte sich die projektive Deckung bis zum Herbst 2015 auf 1,2 %.

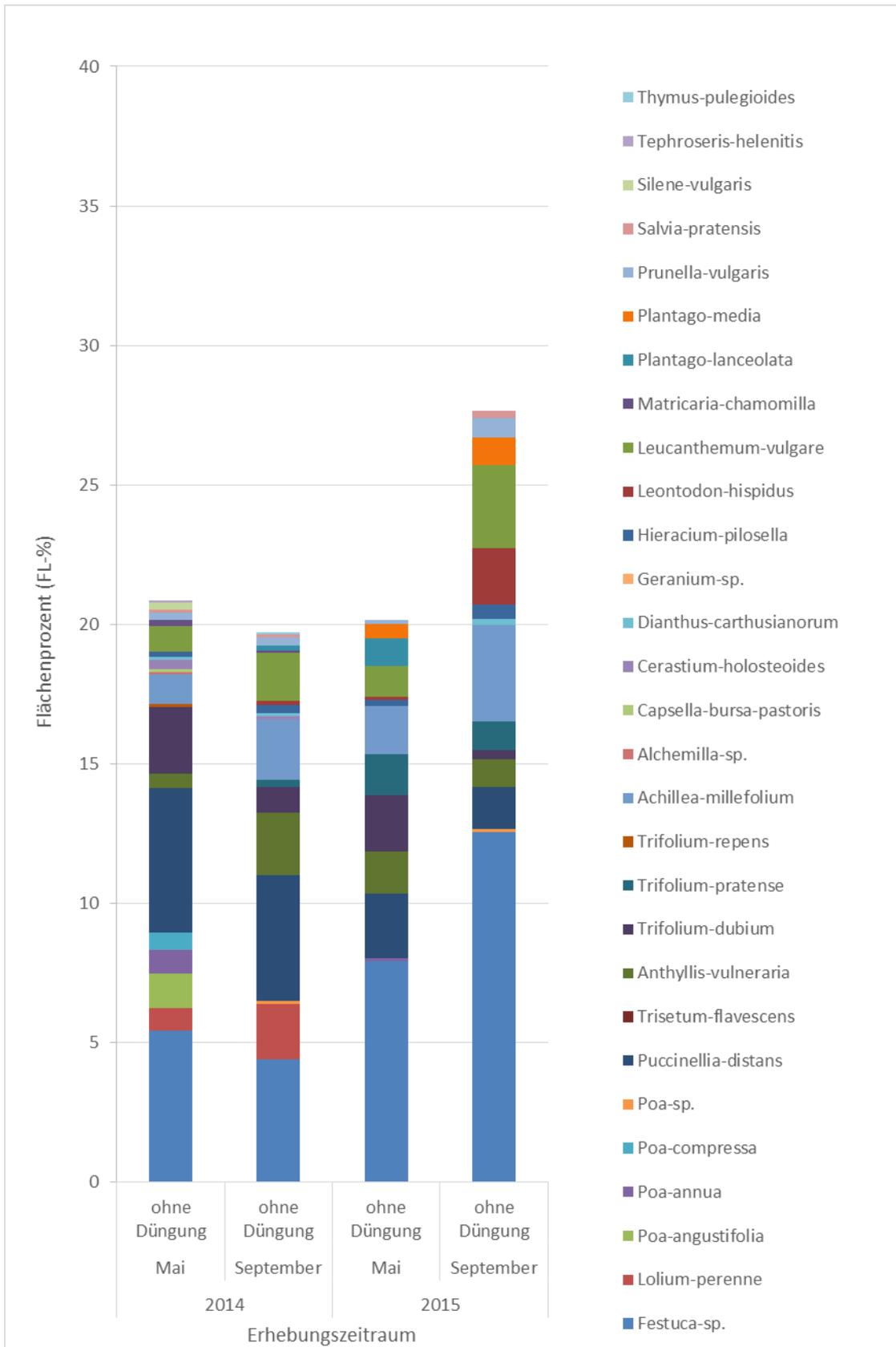


Abbildung 20: Einzelartenerhebung der ungedüngten Variante am Standort Gumpenstein

Gedüngte Variante

Am Standort Raumberg-Gumpenstein ist zu erkennen, dass in den Monaten nach Anlage der Versuchsfläche die Artenmächtigkeit der Gräser bei der gedüngten Variante zugenommen hat.

Bei der Düngervariante war keine generelle Zunahme der Einzelartenzahl zu verzeichnen, allerdings erhöhte sich der Einzelartendeckungsgrad bis Herbst 2014, noch im Mai 2015 lag dieser Wert über dem der Varianten ohne Dünger. Die Düngervariante verringerte bis September 2015 die Artenmächtigkeit der Gräser, lag aber immer noch über der Variante ohne Düngung. Bei den Gräsern wurde durch die Düngung ein starker Anstieg der Artenmächtigkeit von Mai 2014 bis zur Erhebung im darauffolgenden Mai 2015 verzeichnet. Allerdings verringerte sich die Artendeckung in den Folgemonaten bis September 2015, was darauf hinweist, dass eine einmalige Düngung keine langandauernde Auswirkung auf die Steigerung der Gräserartenmächtigkeit hat.

Bei der gedüngten Variante ist von Mai bis September 2014 ein Anstieg der Deckung der Kräuter in % zu erkennen, im Mai 2015 verringerte sich die Artendeckung bei dieser Variante und erhöhte sich erneut bis zur Erhebung im September 2015 deutlich. Die Kräuter erhöhten bei der Düngervariante bis in den Herbst 2014 ihre Deckung von 3,2 % auf 8,0 %. Im darauffolgenden Mai 2015 lag diese Deckung der Düngervariante mit 5,0 %. Zu erkennen ist, dass eine einmalige Düngung bei den Kräutern nur eine temporäre Steigerung der Deckung in % zeigt. Nach einer gewissen Zeit hat die Düngung keine Auswirkung auf die Artendeckung der Kräuter.

Bei den Leguminosen ist zu erkennen, dass die Einzelartenzahl bei der gedüngten Variante höher lag, als bei der Variante ohne Düngung. Die projektive Deckung der Leguminosen bei der Düngungsvariante verringerte sich von 3,2 % im Frühjahr 2014 auf 2,1 % im Herbst 2014. Im darauffolgenden Frühjahr hatte die Leguminosendeckung der Düngungsvariante 2,8 % welche sich bis zum September 2015 auf 1,4 % verringerte.

Es ist zu erkennen, dass die Düngervariante keine Auswirkung auf die Artenanzahl hat, jedoch auf den Deckungsgrad der einzelnen Arten. Nach Düngung der Versuchsfläche erhöhte sich bei den Leguminosen die Artenmächtigkeit erst nach einem Jahr. Diese Deckung verringerte sich allerdings in den Folgemonaten bis September 2015. Daraus ist zu schließen, dass die Leguminosen längere Zeit benötigen, um die Nährstoffe der Düngung zu erhalten und eine einmalige Düngung eine zu geringe Auswirkung auf eine langanhaltende Erhöhung der Deckung hat.

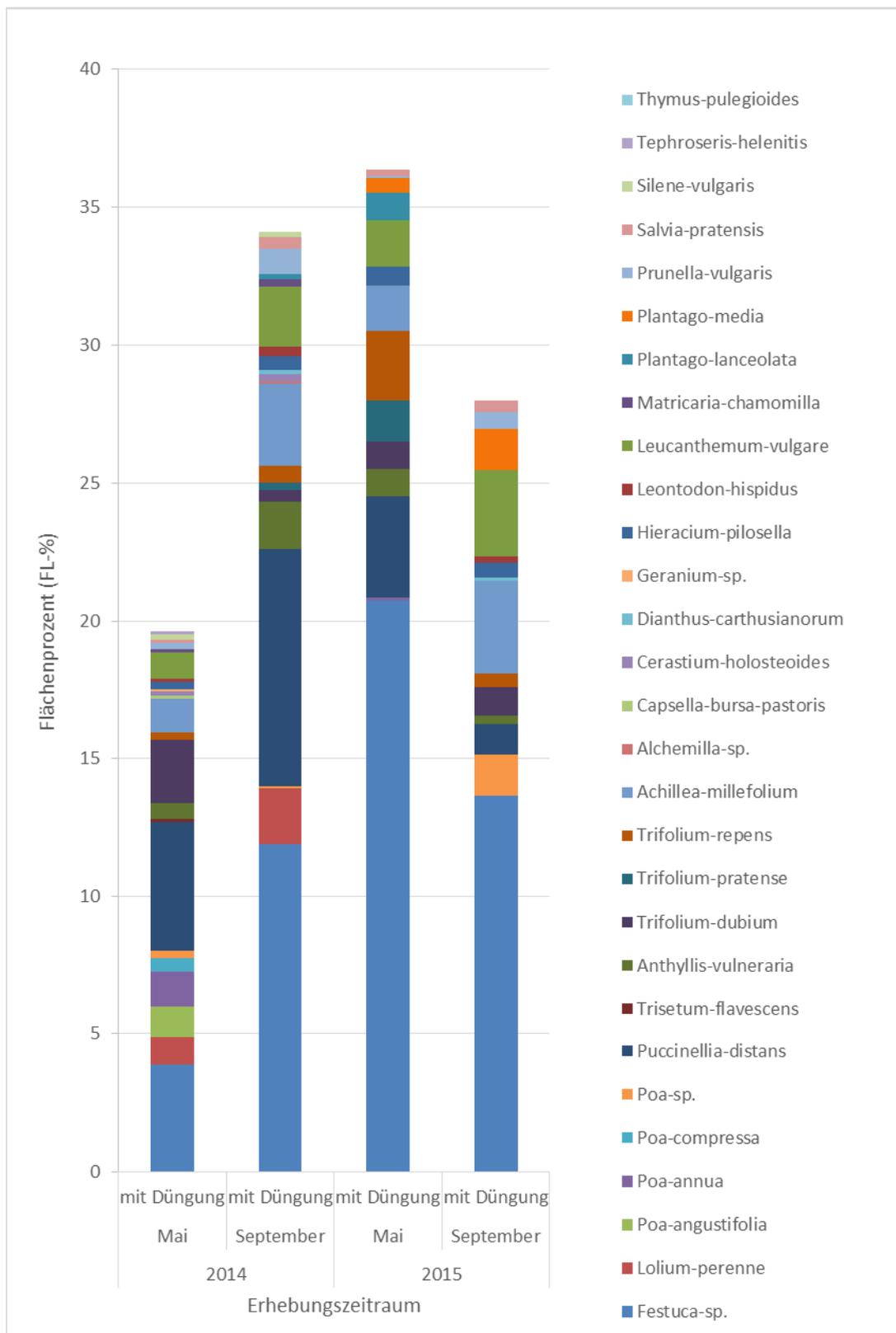


Abbildung 21: Einzelarterenerhebung der gedüngten Variante am Standort Gumpenstein

Tabelle 15: Einzelarterenerhebung der Pflegemaßnahmen am Standort der Gumpenstein

Pflanzenarten	Mai 2014		September 2014		Mai 2015		September 2015	
	ohne Düngung	mit Düngung	ohne Düngung	mit Düngung	ohne Düngung	mit Düngung	ohne Düngung	mit Düngung
Gräser								
<i>Agrostis capillaris</i>								
<i>Anthoxanthum odoratum</i>								
<i>Cynosurus cristatus</i>								
<i>Festuca sp.</i>	5,4	3,9	4,4	11,9	7,9	20,7	12,6	13,7
<i>Lolium perenne</i>	0,8	1,0	2,0	2,0				
<i>Poa sp.</i>		0,3	0,1	0,1			0,8	0,1
<i>Poa annua</i>	0,8	1,3			0,1	0,1		
<i>Poa angustifolia</i>	1,3	1,2						
<i>Poa compressa</i>	0,6	0,5						
<i>Puccinellia distans</i>	5,2	4,7	4,5	8,6	2,3	3,7	1,5	1,1
<i>Trisetum flavescens</i>		0,1						
Leguminosen								
<i>Anthyllis vulneraria</i>	0,5	0,6	2,3	1,8	1,5	1,0	1,0	0,3
<i>Lotus corniculatus</i>								
<i>Medicago lupulina</i>								
<i>Trifolium dubium</i>	2,4	2,3	0,9	0,4	2,0	1,0	0,4	1,0
<i>Trifolium repens</i>	0,1	0,3		0,6		2,5		0,5
<i>Trifolium pratenses</i>			0,3	0,3	1,5	1,5	1,0	1,0
Kräuter								
<i>Achillea millefolium</i>	1,1	1,2	2,2	3,0	1,7	1,7	3,5	3,4
<i>Alchemilla sp.</i>	0,1							
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,1	0,1						
<i>Cerastium holosteoides</i>	0,3	0,2	0,1	0,3				
<i>Dianthus deltoides</i>	0,1		0,1	0,2			0,2	0,1
<i>Galium sp.</i>		0,1						
<i>Hieracium pilosella</i>	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,7	0,5	0,6
<i>Leontodon hispidus</i>		0,1	0,2	0,3	0,1		2,0	0,2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,9	1,0	1,8	2,2	1,1	1,7	3,0	3,1
<i>Matricaria chamomilla</i>	0,3	0,1	0,1	0,3				
<i>Plantago lanceolata</i>			0,2	0,2	1,0	1,0		
<i>Plantago media</i>					0,5	0,5	1,0	1,5
<i>Prunella vulgaris</i>	0,3	0,3	0,3	0,9	0,2	0,1	0,7	0,6
<i>Rumex acetosa</i>								
<i>Salvia pratensis</i>	0,1	0,1	0,1	0,4		0,2	0,3	0,4
<i>Sanguisorba minor</i>								
<i>Silene vulgaris</i>	0,3	0,2		0,2				
<i>Tephrosia helenitis</i>	0,1	0,1						
<i>Thymus pulegioides</i>			0,1					

Unabhängig von der Düngevariante waren *Festuca* sp. und *Puccinellia distans* die dominanten Gräserarten am Standort Gumpenstein. Die in der Saatgutmischung enthaltenen Gräserarten *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum* und *Cynosoros cristatus* wurden im Untersuchungszeitraum 2014 bis 2015 nicht auf der Versuchsflächen vorgefunden.

Als dominierende Kräuterarten waren *Achillea millefolium* sowie *Leucanthemum vulgare* vorzufinden. Obwohl in der Saatgutmischung nicht enthalten, wurde die Art *Trisetum flavescens* im Mai 2014 auf den Untersuchungsflächen der Düngevariante vorgefunden.

Ebenso wurden die in der Saatgutmischung enthaltenen Kräuterarten *Galium album*, *Galium verum*, *Leontodon autumnalis*, *Rumex acetosa* und *Sanguisorba minor* auf den Versuchsflächen am Standort Gumpenstein nicht vorgefunden. Allerdings wurden die Arten *Platago lanceolata*, *Matricaria chamomilla*, *Tephrosieris helenitis*, *Geranium* sp., *Cerastium holesteoides* sowie *Capsella bursa-pastoris* im Untersuchungszeitraum auf den Versuchsflächen erhoben, obwohl sie nicht in der Saatgutmischung enthalten waren.

Unabhängig von der Düngevariante dominierten die beiden Leguminosenarten *Anthyllis vulneraria* und *Trifolium dubium*. Obwohl die Arten *Medicago lupulina* sowie *Lotus corniculatus* in der Saatgutmischung enthalten waren, wurden diese am Standort Gumpenstein nicht erhoben. Dem gegenüber wurden die Arten *Trifolium repens*, *Trifolium pratensis* sowie *Trifolium dubium*, obwohl sie in der verwendeten Saatgutmischung nicht enthalten waren, am Standort Gumpenstein erhoben und wurden daher von außen eingebracht.

Zu erkennen ist, dass eine einmalige Pflegemaßnahme nur begrenzt Auswirkung auf die Einzelarten und Deckung in % hat. Um eine langanhaltende Steigerung der Einzelarten und Deckung in % zu gewährleisten, muss mindestens eine weitere Düngergabe nach einem Jahr erfolgen

4.3.3 Vegetationserhebung mittels Frequenzrahmen

4.3.3.1 Standort Gosau

Unabhängig von der Behandlung und der Belastung betrug die mittels Frequenzanalyse erhobene Vegetationsdeckung im Juni 2014 durchschnittlich 63,3 % und stieg in den kommenden Monaten bis September 2014 auf 74,9 % an. Die im Mai 2015 durchgeführte Frequenzanalyse ergab eine durchschnittliche Deckung von 36,4 %, welche bis Herbst 2015 erneut auf einen Wert von 51,9 % anstieg. Während sich die durchschnittliche Deckung der Gräser von 54,7 % im Juni bis Herbst 2014 auf 48,7 % reduzierte, erhöhte sich die Frequenz der Kräuter und Leguminosen zum Teil deutlich. Die untersuchten Flächen wiesen zum

Erhebungszeitpunkt im Mai 2015 eine durchschnittliche Vegetationsdeckung der Gräser von 28,5 %, der Leguminosen von 5,2 % und der Kräuter von 2,5 % auf. Diese Frequenz stieg bei den Gräsern bis September 2015 auf 38,3 %, bei den Leguminosen auf 7,5 % und bei den Kräutern auf 6,1 %. Zu erkennen war, dass in den ersten Monaten nach der Versuchsanlage die Vegetationsdeckung der Kräuter und Leguminosen sich besser entwickelte als die Deckung der Gräser (siehe Abbildung 22).

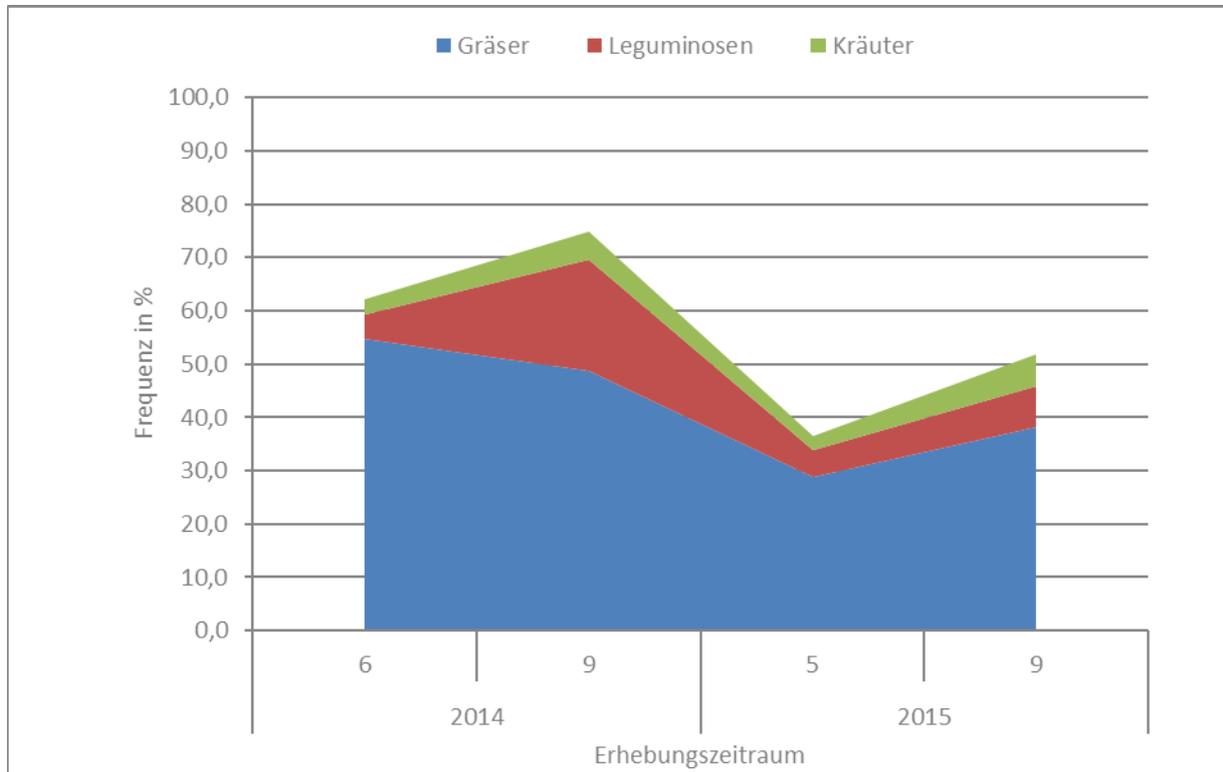


Abbildung 22: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse in Gosau

Bei der Betrachtung der Frequenz in % der Ansaatvariante (Abbildung 23) hinsichtlich der drei Belastungsstufen wurde ersichtlich, dass im Juni 2014 die durchschnittliche Ausgangssituation bei 31,0 % lag, welche sich bis Herbst 2014 auf 59,3 % steigerte. Die im Mai 2015 erhobene Frequenz betrug 15,8 % und erhöhte sich auf 43,6 %. Die erhobene, über alle Belastungsgrade gemittelte Frequenz der Gräser betrug im Juni 2014 durchschnittlich 59,4 % und reduzierte sich auf 48,3 % im September 2014. Im Mai 2015 betrug die Frequenz der Gräser 29,3 %, welche sich auf 38,6 % im Herbst des Jahres 2015 erhöhte. Die gemittelte Frequenz der Kräuter ergab im Mai 2014 den Wert 1,4 %, welcher sich auf 4,4 % bis Herbst 2014 erhöhte. Im Mai 2015 betrug die durchschnittliche Kräuterfrequenz 2,6 %, welche sich auf eine Frequenz von 5,6 % bis zum September 2015 steigerte. Leguminosen wurden ausschließlich auf den schwach belasteten Bereichen vorgefunden. Die Ausgangssituation lag bei einer Frequenz von 16,0 % und erhöhte sich bis

September 2014 auf 68,0 %. Im Mai 2015 betrug der Anteil der Leguminosen 7,0 %, welcher sich bis September 2015 auf 3,0 % verringerte.

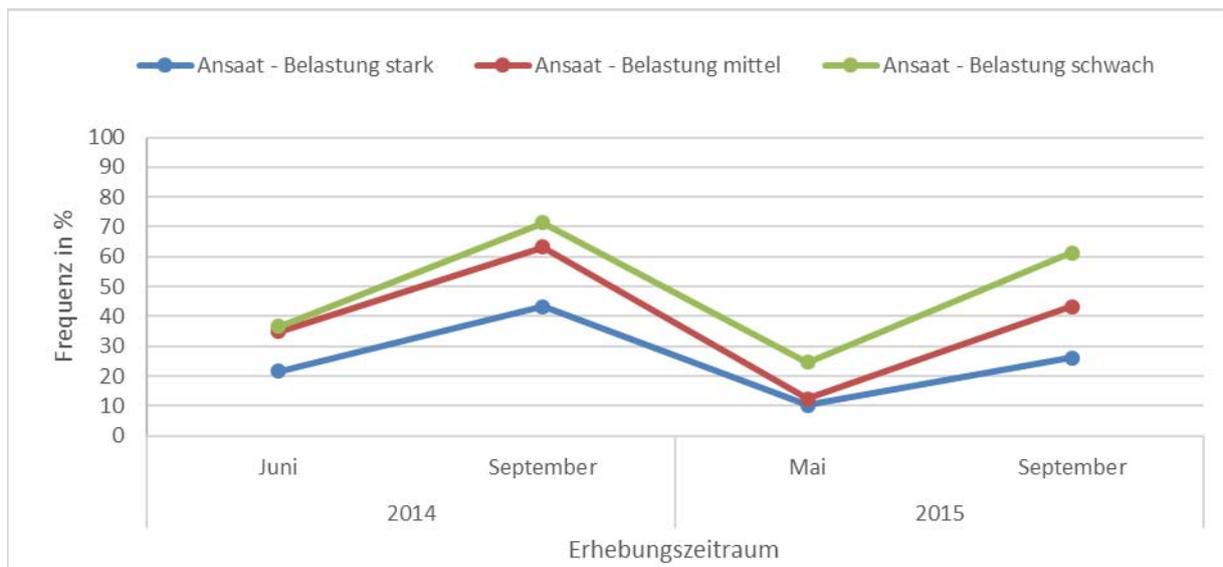


Abbildung 23: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse bei der Ansaatvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden in Gosau

Die Frequenz der Nachsaatvariante (Abbildung 24) lag im Frühjahr 2014 durchschnittlich bei 27,7 %, welche bis September 2014 auf 60,8 % anstieg. Die im Mai 2015 erhobene Frequenz betrug 17,5 % und erhöhte sich auf eine durchschnittliche Frequenz von 43,9 %.

Die über alle Belastungsgrade gemittelte Frequenz der Gräser hatte im Juni 2014 einen durchschnittlichen Wert von 53,0 %, welcher sich bis September 2014 auf durchschnittlich 50,8 % reduzierte. Im darauffolgenden Frühjahr 2015 betrug die Gräserfrequenz 32,9 %, welche sich bis September 2015 auf 36,8 % steigerte. Die Frequenz der Kräuter ergab im Juni 2014 den gemittelten Wert von 2,4 %, dieser stieg auf bis September 2014 6,6 % an. Bei der nächsten Erhebung im Mai 2015 betrug die Frequenz durchschnittlich 2,3 %, welche sich auf 4,7 % erhöhte. Bei den Leguminosen wurde ausschließlich an den schwach und mittel belasteten Bereichen Leguminosen vorgefunden. Die Ausgangssituation betrug dabei eine durchschnittliche Frequenz von 9,0 %, welche sich bis September 2014 auf 9,3 % erhöhte. Im Mai 2015 betrug der Anteil der Leguminosen 3,0 % und erhöhte sich bis zur Abschlusserhebung im September 2015 auf durchschnittliche 10,3 %.

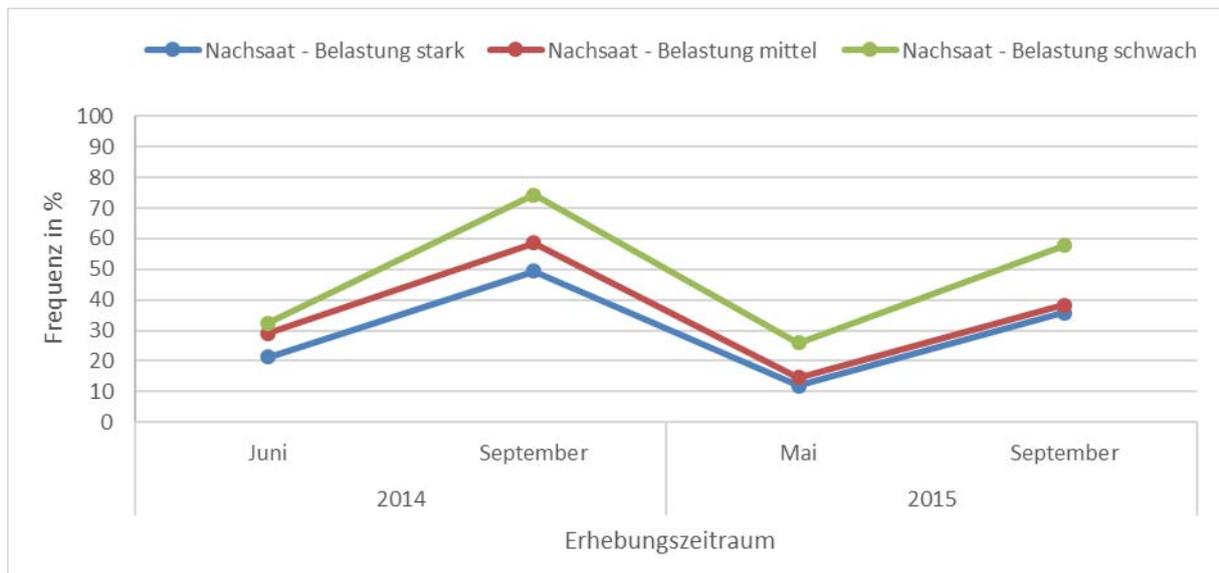


Abbildung 24: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse bei der Nachsaatvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden in Gosau

Bei der Betrachtung der Nachsaat & Düngevariante (Abbildung 25) hinsichtlich der Frequenz wurde deutlich, dass im Juni 2014 die durchschnittliche Ausgangssituation bei 30,1 % lag, welche sich bis in den Herbst 2014 auf 54,7 % erhöhte. Die im Mai 2015 erhobene Frequenz betrug 13,7 % und steigerte sich auf einen Wert von durchschnittlichen 49,9 %. Durch die Analyse der erhobenen Frequenz über alle Belastungsgrade wurde ersichtlich, dass der durchschnittliche Anteil der Gräser im Juni 2014 55,7 % betrug und sich bis September 2014 auf 41,4 % verringerte. Im Frühjahr 2015 betrug die durchschnittliche Frequenz der Gräser 23,8 %, welche sich bis September 2015 auf 39,1 % erhöhte. Die erhobene Frequenz der Kräuter betrug im Mai 2014 5,7 %, welche sich bis September 2014 auf 6,6 % steigerte. Der Kräuteranteil betrug im Mai 2015 3,2 %, welcher sich auf eine Frequenz von 6,3 % bis September 2015 beinahe verdoppelte. Die Ausgangssituation der Leguminosen betrug im Mai 2014 eine durchschnittliche Frequenz von 1,5 %, welche sich auf 33,0 % bis September 2014 erhöhte. Die Erhebung im Mai 2015 betrug 7,0 %, welche sich bis September 2015 auf 13,3 % steigerte.

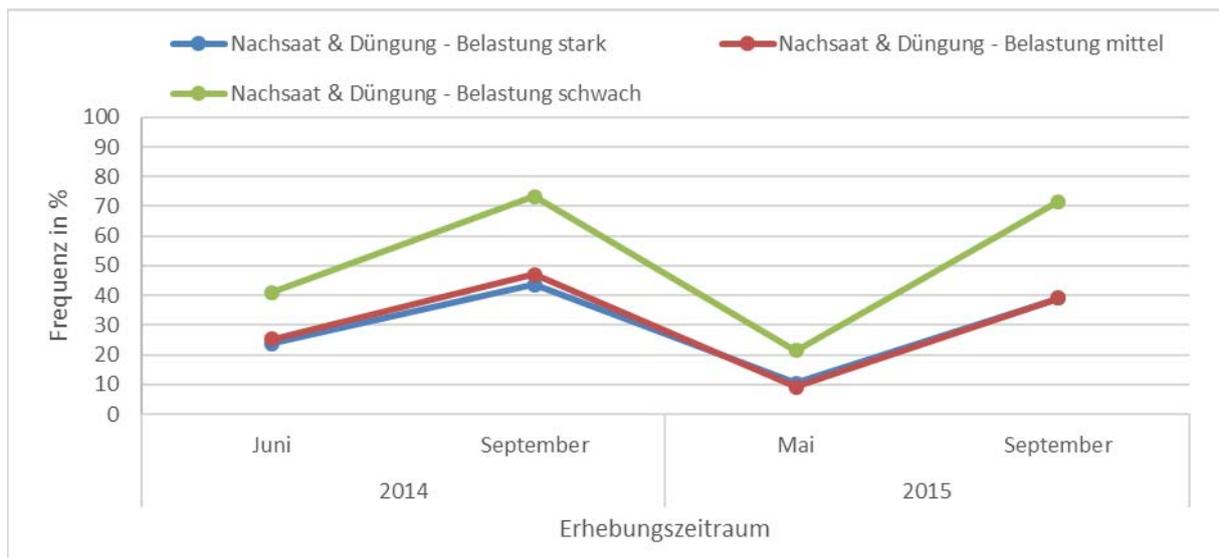


Abbildung 25: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse bei der Nachsaat- und Düngungsvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden in Gosau

Die Analyse der Düngevariante (Abbildung 26) hinsichtlich der Frequenz in % wurde deutlich, dass im Frühjahr 2014 die Deckung bei 26,6 % lag, welche sich bis Herbst 2014 durchschnittlich auf 59,3 % erhöhte. Die Frequenz der Deckung betrug im Mai 2015 durchschnittlich 15,5 % und erhöhte sich auf 45,4 %. Die erhobene, gemittelte Frequenz über alle Belastungsgrade der Gräser betrug im Frühjahr 2014 durchschnittlich 50,6 % und steigerte sich auf 54,2 % bis September 2014. Im Mai 2015 betrug die Frequenz der Gräser 29,0 % welche sich auf 38,7 % bis Herbst des Jahres 2015 erhöhte. Die durchschnittliche Frequenz der Kräuter betrug im Mai 2014 durchschnittlich 2,6 % und steigerte sich auf 3,8 % bis September 2014. Im darauffolgenden Frühjahr 2015 betrug die erhobene Frequenz 2,0 % welche sich auf 8,0 % erhöhte. Leguminosen wurden ausschließlich an den stark und schwach belasteten Bereichen vorgefunden. Die Frequenz betrug im Juni 2014 durchschnittlich 2,5 %, welche sich bis Herbst 2014 auf 8,0 % steigerte. Im Mai 2015 betrug dieser Leguminosen Anteil 2,0 %, welcher sich bis Herbst 2015 auf 3,3 % erhöhte.

Zwischen den Belastungsgraden und der Deckung wird ersichtlich, dass ein Unterschied zwischen den schwach belasteten Varianten und den stark belasteten Varianten besteht, allerdings unterscheiden sich stark und mittel belastete Varianten voneinander kaum.

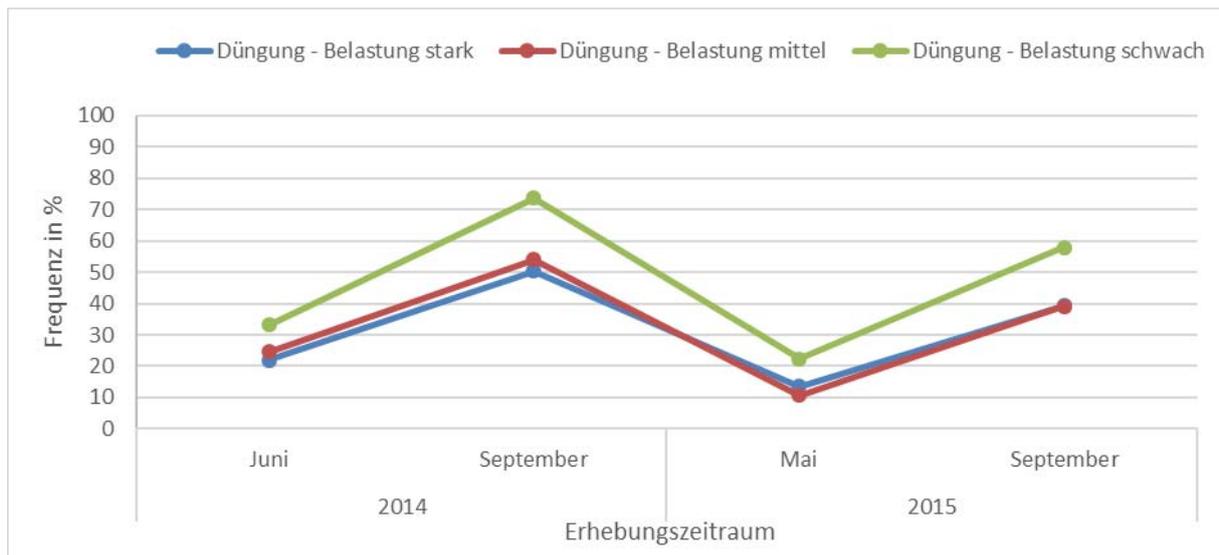


Abbildung 26: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse bei der Düngungsvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden in Gosau

Das Ergebnis der Varianzanalyse, durchgeführt mit den Daten der Vegetationsdeckung mittels Frequenzanalyse am Standort Gosau, ergab einen signifikanten Einfluss der Faktoren Belastungsgrad und Jahr aber keinen hinsichtlich der erfolgten Behandlungen. Das R-Quadrat von 0,66 sagt aus, dass 66 % der Gesamtstreuung der Vegetationsdeckung durch die Faktoren Jahr, Belastungsgrad und Behandlung erklärt werden.

Tabelle 16: Varianzanalyse für die abhängige Variable „Frequenz der Vegetationsdeckung“ am Standort Gosau

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	34191,222 ^a	23	1486,575	10,312	,000
Konstanter Term	335627,111	1	335627,111	2328,094	,000
Jahr	13845,444	1	13845,444	96,040	,000
Belastungsgrad	17907,597	2	8953,799	62,108	,000
Behandlung	75,389	3	25,130	,174	,914
Jahr * Belastungsgrad	469,431	2	234,715	1,628	,201
Jahr * Behandlung	149,722	3	49,907	,346	,792
Belastungsgrad * Behandlung	1511,236	6	251,873	1,747	,116
Jahr * Belastungsgrad * Behandlung	232,403	6	38,734	,269	,951
Fehler	17299,667	120	144,164		
Gesamt	387118,000	144			
Korrigierte Gesamtvariation	51490,889	143			

a. R-Quadrat = ,664 (korrigiertes R-Quadrat = ,600)

Bei der Betrachtung der Belastungsgrade wurde hinsichtlich der Frequenz der vegetativen Deckung ein Unterschied erkennbar. Je geringer die Belastung, desto höher war die Frequenz der Deckung. Somit hatte die geringste Belastung die höchste und die stärkste Belastung die geringste Deckung. Die Analyse der Frequenz hinsichtlich Gräser, Kräuter und Leguminosen ließ keine generelle und langanhaltende Auswirkung der Pflege und Erhaltungsmaßnahmen erkennen.

Um die Frequenz der Vegetation über einen längeren Zeitraum zu erhöhen, müssen die Pflegemaßnahmen auf die unterschiedlichen Belastungsgrade abgestimmt werden. Daraus resultiert, je höher die Belastung des Schotterrasens ist, umso intensiver müssen die Pflegemaßnahmen sein. Auf der stark belasteten Fläche wäre ein weiteres Ausbringen eines Standortgerechten Saatguts von Nöten. Ebenso müssten, um die Frequenz der Vegetation zu steigern, die benötigten Bodennährstoffe durch Düngung zwei Jahre in Folge auf der Schotterrasenfläche ausgebracht werden.

4.3.3.2 Standort Gumpenstein

Die durchgeführte Frequenzanalyse am Standort der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ergibt einen Anstieg der durchschnittlichen Deckung, unabhängig der Düngungsvariante von 33,6 % im Mai 2014 auf 64,2 % im September desselben Jahres. Allerdings verringerte sich die durchschnittliche Deckung im Mai 2015 von 52,3 % auf 51,0 % im September 2015.

Die in Gumpenstein durchgeführte Frequenzanalyse ergab einen Unterschied zwischen den beiden Düngevarianten. Während die Deckung der Variante ohne Dünger im Jahr 2014 von 16,5 % auf 56,0 % anstieg, erhöhte sich der Deckungsgrad der Varianten mit Dünger von 16,0 % auf 72,3 %. Im Mai 2015 betrug die durchschnittliche Deckung der Varianten mit Düngung 60,3 %, welche sich bis September desselben Jahres auf 13,7 % verringerte. Bei der Variante ohne Düngung verringerte sich der Deckungsgrad von 44,3 % im Frühjahr 2015 auf 11,1 % im September 2015.

Die Frequenz der Gräser betrug im Mai 2014 bei der Variante ohne Düngung durchschnittlich 32,0 %, welche sich im September 2014 auf 43,3 % erhöhte. Im folgenden Mai 2015 betrug die durchschnittliche Frequenz der Gräser 34,7 % welche sich bis Herbst 2015 auf 28,7 % verringerte. Die Durchschnittsfrequenz der Kräuter, der Variante ohne Düngung ergab im Mai 2014 1%, welche sich auf 7,7 % bis zum Herbst 2014 steigerte. Im darauffolgenden Mai 2015 betrug die Frequenz der Kräuter 6,3 %, welche sich auf eine Frequenz von 15,0 % erhöhte. Die Frequenz der Leguminosen auf der ungedüngten Variante betrug im Frühjahr 2014 1 % und steigerte sich bis September 2014 auf

durchschnittlich 5 %. Im Mai 2015 betrug der Leguminosenanteil 3,3 %, welcher sich bis September 2015 auf 2,0 % reduzierte.

Bei der Düngevariante ergab die Erhebung der Frequenz der Gräser im Mai 2014 durchschnittlich 30,3 %, welche sich bis September 2014 auf 54,7 % erhöhte. Im Mai 2015 betrug die Gräserfrequenz 43,3 %, welche sich im Herbst des Jahres 2015 auf 27,3 % reduzierte. Die gemittelte Frequenz auf der Düngevariante ergab bei den Kräutern im Frühjahr 2014 einen Wert von 2,0 % welcher sich bis September 2014 auf 14,0 % steigerte. Im Mai 2015 hatte die Frequenz einen Wert von 11,0 %, welche sich auf eine durchschnittliche Frequenz von 25,0 % (September 2015) steigerte. Die Ausgangssituation bei den Leguminosen betrug 1% auf der gedüngten Variante, welche sich bis September 2014 auf 3,7 % erhöhte. Im darauffolgenden Mai 2015 hatte der Leguminosenanteil 6,0 %, welcher sich bis zur letzten Erhebung im Herbst 2015 auf 3,5 % verringerte.

Die Vegetationsdeckung mittels Frequenzrahmen des Schotterrasens erreichte im Juni 2013 durchschnittlich 38,3 %, stieg bis September auf 60,0 % und hatte im Folgejahr eine Deckung von 43,3 % (vgl. Slawitsch 2014, 85).

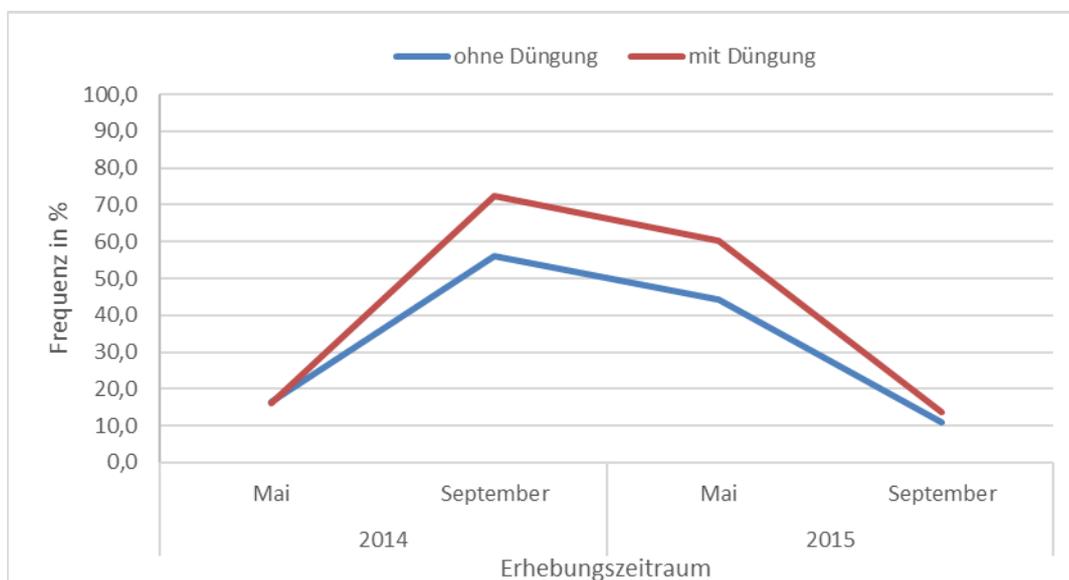


Abbildung 27: Gesamtdeckung der Versuchsvarianten bei unterschiedlichem Düngungsniveau in Gumpenstein

Das Ergebnis der Varianzanalyse, durchgeführt mit den Daten der Vegetationsdeckung mittels Frequenzanalyse in den Jahren 2014 und 2015 am Standort Gumpenstein, ergab keinen signifikanten Einfluss der Faktoren Jahr und Düngung. Das R-Quadrat von 0,14 sagt aus, dass nur 14 % der Gesamtstreuung der Vegetationsdeckung durch die Faktoren Jahr und Düngung erklärt werden.

Tabelle 17: Varianzanalyse für die abhängige Variable „Frequenz der Vegetationsdeckung“, am Standort Gumpenstein

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	736,458 ^a	3	245,486	1,097	,373
Konstanter Term	59103,375	1	59103,375	264,139	,000
Düngungsvariante	651,042	1	651,042	2,910	,104
Jahr	40,042	1	40,042	,179	,677
Düngungsvariante * Jahr	45,375	1	45,375	,203	,657
Fehler	4475,167	20	223,758		
Gesamt	64315,000	24			
Korrigierte Gesamtvariation	5211,625	23			

a. R-Quadrat = ,141 (korrigiertes R-Quadrat = ,013)

Am Standort Gumpenstein wurde ein Unterschied zwischen den beiden Behandlungen ersichtlich. Die Verringerung der Vegetation im Jahr 2015 bei der Düngevariante kann daraus geschlossen werden, dass eine einmalige Düngergabe nur eine begrenzte Wirkung auf die Frequenz der Vegetationsdeckung hat. Die Düngevariante erhöhte den Anteil der Gräser, Kräuter und Leguminosen gegenüber der ungedüngten Variante. Allerdings flachten die Werte der Frequenz im September 2015 wieder ab und der Unterschied der Deckung beider Varianten wurde geringer bzw. war kaum mehr zu erkennen.

Am Standort Gumpenstein wird ersichtlich, dass eine einmalige Pflege- und Erhaltungsmaßnahme nur eine temporäre Auswirkung auf die Frequenz der Vegetation hat. Um die Frequenz der Vegetation über einen längeren Zeitraum zu erhöhen, wären auch in diesem Fall mehrere aufeinander abgestimmte Pflegemaßnahmen von Nöten.

Beim Vergleich der beiden Erhebungsmethoden (Deckungsgradschätzung und Frequenzanalyse) wird ersichtlich, dass die Frequenzanalyse höhere Werte als die Deckungsgradschätzung ergibt. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die Frequenz kein absolutes Maß der Häufigkeit ist. Es ist somit möglich, dass der Deckungswert einer Pflanzenart in der Dauerfläche sinkt, obwohl die Frequenz stark ansteigt (vgl. Traxler 1997, 97). Allerdings wird bei beiden Erhebungsmethoden deutlich ersichtlich, dass am Standort Gosau die Erhaltungs- bzw. Pflegemaßnahmen eine geringere Auswirkung auf die Vegetationsentwicklung haben als die unterschiedlichen Belastungsgrade. Am Standort Gumpenstein verdeutlichen beide Erhebungsmethoden, dass eine einmalige Pflege- und Erhaltungsmaßnahme nur eine temporäre, kurzzeitige Wirkung auf die Vegetationsdeckung hat.

4.4 Dynamischer Lastplattenversuch

4.4.1 Standort Gosau

Die auf den einzelnen Teilflächen erhobenen Belastungsgrade und deren Veränderungen im Verlauf des Beobachtungszeitraumes von 2014 und 2015 sind in Tabelle 18 ersichtlich. Es ergibt sich dabei eine klare, signifikante Abstufung zwischen den drei Belastungsgraden, die Messwerte zeigen aber auch eine erhebliche Variation zwischen den drei Erhebungsterminen.

Tabelle 18: Durchschnittliche Belastungsgrade über alle Behandlungsvarianten in den Jahren 2014 und 2015 in Gosau (unterschiedliche Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Zeitpunkt)

Belastungsgrade in E_{vd} (MN/m ²)	Juni 2014	Mai 2015	September 2015
Belastung stark	71,3 ^a	54,5 ^a	50,6 ^a
Belastung mittel	41,6 ^b	30,8 ^b	39,1 ^b
Belastung schwach	28,5 ^b	33,2 ^b	25,8 ^c

In Abbildung 28 sind die Ergebnisse der dynamischen Lastplattenversuche nach Belastungsgraden, Behandlungsvarianten sowie Analysenzeitpunkt dargestellt.

Die Messungen im Jahr 2014 ergaben deutlich höhere dynamische Verformungswerte, als im Jahr 2015. Durchschnittlich betrug das dynamische Verformungsmodul bei der Ansaatvariante 42,8 MN/m², bei der Nachsaatvariante 41,7 MN/m², bei der Nachsaat- & Düngevariante 41,1 MN/m² und bei der Düngevariante 41,2 MN/m².

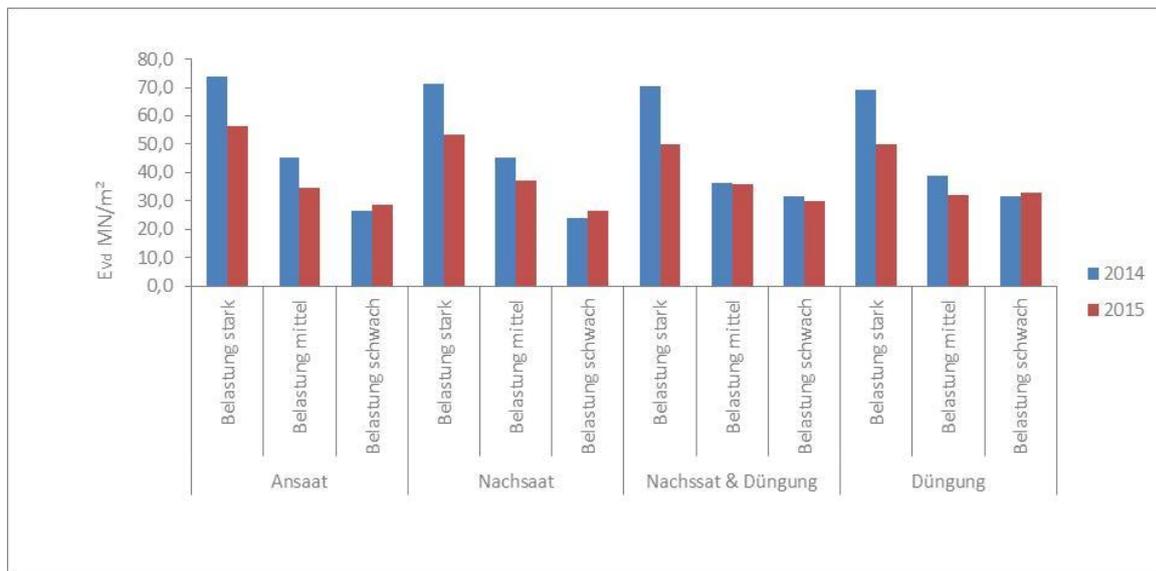


Abbildung 28: Dynamischer Lastplattenversuche bei unterschiedlichen Behandlungen und Belastungen am Versuchsstandort Gosau

Bei der Analyse der erhobenen Tragfähigkeit wird deutlich, dass am Versuchsstandort Gosau die Tragfähigkeit tendenziell höher war als in der Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen (FLL, 2008) vorgesehen ist. Durch Multiplikation des E_{vd} -Wertes mit dem Wert Zwei kann das dynamische Verformungsmodul mit dem Ergebnis des statischen Plattendruckversuches E_{v2} verglichen werden (vgl. Mair 2005, 1,2). Die Tragfähigkeit der Vegetationstragschicht muss ein Verformungsmodul E_{v2} von mindestens 45 MN/m² und maximal 60 MN/m² aufweisen (vgl. FLL 2008, 23). Die Tragfähigkeiten der stark und mittel belasteten Bereiche in Gosau lagen somit deutlich über den Tragfähigkeitsvorgaben der FLL 2008. Die Werte der schwachen Belastungsgrade befanden sich größtenteils im vorgegebenen Bereich der FLL.

Das Ergebnis der Varianzanalyse, durchgeführt mit den Daten der dynamischen Plattendruckversuche (MN/m²) über die Jahre 2014 und 2015 in Gosau (Tabelle 18), ergab einen signifikanten Einfluss des Faktors Belastungsgrad. Das R-Quadrat von 0,61 sagt aus, dass 61 % der Gesamtstreuung der dynamischen Plattendruckversuche durch die Faktoren Belastungsgrad und Jahr definiert werden.

Tabelle 19: Varianzanalyse für die Variable E_{vd} in Gosau

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	20848,767 ^a	23	906,468	5,781	,000
Konstanter Term	177888,341	1	177888,341	1134,554	,000
Belastungsgrad	18453,878	2	9226,939	58,848	,000
Behandlung	53,236	3	17,745	,113	,952
jahr	1581,668	1	1581,668	10,088	,002
Belastungsgrad *	547,768	6	91,295	,582	,744
Behandlung					
Belastungsgrad * jahr	1600,856	2	800,428	5,105	,008
Behandlung * jahr	3,498	3	1,166	,007	,999
Belastungsgrad *	140,033	6	23,339	,149	,989
Behandlung * jahr					
Fehler	13170,478	84	156,791		
Gesamt	221760,990	108			
Korrigierte Gesamtvariation	34019,245	107			

a. R-Quadrat = ,613 (korrigiertes R-Quadrat = ,507)

Somit wird ersichtlich, dass die Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen (= Faktor Behandlung) keine Auswirkung auf die Tragfähigkeit von den Schotterrassen in Gosau hat.

4.4.2 Standort Gumpenstein

Die drei am Standort Gumpenstein durgeführten Erhebungen des dynamischen Verformungsmoduls im Zeitraum 2014 bis 2015 ergaben einen durchschnittlichen E_{vd} - Wert zwischen 67,0 MN/m² (2014) und 24,1 MN/m² (2015).

In Bezug auf die Düngevarianten ergab das Verformungsmodul beider untersuchter Jahre einen durchschnittlichen Wert von 42,3 MN/m² bei den Varianten ohne Dünger und bei den gedüngten Varianten lag der durchschnittliche E_{vd}-Wert bei 43,4 MN/m².

Tabelle 20: Durchschnittliche Verformungsmodul beider Düngevarianten in den Jahren 2014 und 2015 am Standort Gumpenstein

Düngevarianten MN/m ²	Juni 2014	Mai 2015	September 2015
ohne Düngung	48,57	28,83	49,53
mit Düngung	55,93	22,80	51,33

Wie in Tabelle 20 ersichtlich, lag der E_{vd} -Wert im Mai 2015 deutlich unter den Werten der beiden anderen Erhebungstermine Juni 2014 und September 2015. Durch den im Boden befindenden Wassergehalt verändern sich die Tragfähigkeitswerte. Dadurch können die Veränderungen der E_{vd} -Werte im Untersuchungszeitraum erklärt werden. Eine erhöhte Tragfähigkeit ist für die Belastung der Fläche von Vorteil, jedoch kommt es aufgrund des abnehmenden Bodenwassergehaltes zu einer geringeren Vegetationsentwicklung (vgl. Slawitsch 2014, 79).

Das Ergebnis der Varianzanalyse, durchgeführt mit den Daten der dynamischen Plattendruckversuche (MN/m^2) ergab einen signifikanten Einfluss des Faktors Termin, jedoch keinen hinsichtlich der Düngevariante. Das R-Quadrat von 0,62 sagt aus, dass 62 % der Gesamtstreuung der dynamischen Plattendruckversuche durch diese beiden Faktoren erklärt werden.

Tabelle 21: Varianzanalyse für die Variable Dynamischer Plattendruckversuch - Evd am Standort Gumpenstein

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	2756,867 ^a	5	551,373	4,000	,023
Konstanter Term	33024,500	1	33024,500	239,558	,000
Düngungsvariante	4,909	1	4,909	,036	,853
Termin	2616,003	2	1308,002	9,488	,003
Düngungsvariante * Termin	135,954	2	67,977	,493	,623
Fehler	1654,273	12	137,856		
Gesamt	37435,640	18			
Korrigierte Gesamtvariation	4411,140	17			

a. R-Quadrat = ,625 (korrigiertes R-Quadrat = ,469)

Die am Standort Gumpenstein gemessenen Tragfähigkeitswerte lagen im Jahr 2014 deutlich über den FLL-Werten. Ebenso lagen die im Jahr 2015 gemessenen Verformungsmodulwerte geringfügig über den von der FLL vorgegebenen Maximalwerten. Die erhöhten Tragfähigkeitswerte können durch die Zugabe von Erde als Substrat erklärt werden. Erde hat einen hohen Anteil des feinen Schlämmkorns, wodurch die Porenräume verfüllt werden (vgl. Slawitsch 2014, 79).

Die Nutzung der Schotterrasenfläche durch Befahrung führt zur Erhöhung des Verdichtungsgrades bzw. der Bodenfestigkeit (Längert, 2004, 80). Ebenfalls können sich durch den im Boden befindenden Wassergehalt die Tragfähigkeitswerte verändern. Dadurch

können die Veränderungen der E_{vd} -Werte im Untersuchungszeitraum bei beiden Standorten erklärt werden. Eine erhöhte Tragfähigkeit ist für die Belastung der Fläche von Vorteil, jedoch kommt es aufgrund des abnehmenden Bodenwassergehaltes zu einer geringeren Vegetationsentwicklung (vgl. Slawitsch 2014, 79). Wie bereits erwähnt hat die Tragfähigkeit eine direkte Auswirkung auf den Gesamtdeckungsgrad. Die Tragfähigkeit hat allerdings ebenfalls eine Auswirkung auf die Deckung der Gräser, Kräuter und Leguminosen. Je höher die Belastung, desto weniger Kräuter und Leguminosen sind vorhanden. Durch einen großen Anteil an Schlämmerkorn ($<0,063$ mm) in der Vegetationstragschicht von Schotterrassen können diese Feinanteile verdichtete Schichten erzeugen, wodurch ebenfalls die vegetative Entwicklung gemindert bzw. beeinträchtigt wird (vgl. Längert und Margelik 2005, 122).

4.5 Ausschüttversuch nach Pregl

4.5.1 Standort Gosau

Der Ausschüttversuch nach Pregl wurde am 8. September 2015 bei $10,9$ °C am Standort Gosau durchgeführt. Abbildung 29 zeigt hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit einen klaren Unterschied zwischen den Belastungsgraden. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen dabei zwischen $1,21 \cdot 10^{-6}$ und $2,75 \cdot 10^{-5}$. Durchschnittlich betragen die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte bei starkem Belastungsgrad $2,32 \cdot 10^{-6}$, bei mittlerer Belastung $5,85 \cdot 10^{-6}$ und bei schwach belasteten Bereichen $2,08 \cdot 10^{-5}$. Daraus geht klar hervor, dass sich bei höherer Belastung die Wasserdurchlässigkeit in (m/s) verringert.

Demgegenüber ergaben sich bei den verschiedenen Behandlungen keine Zusammenhänge zu den ermittelten k_f -Werten. Die Ansaatvariante hatte einen durchschnittlichen k_f -Wert von $6,75 \cdot 10^{-6}$, bei der Nachsaatvariante lag dieser bei $1,33 \cdot 10^{-5}$, der Durchlässigkeitsbeiwert der Nachsaat & Düngevariante lag bei $6,30 \cdot 10^{-6}$ und bei der Düngevariante zeigte sich ein Wasserdurchlässigkeitswert von $1,24 \cdot 10^{-5}$.

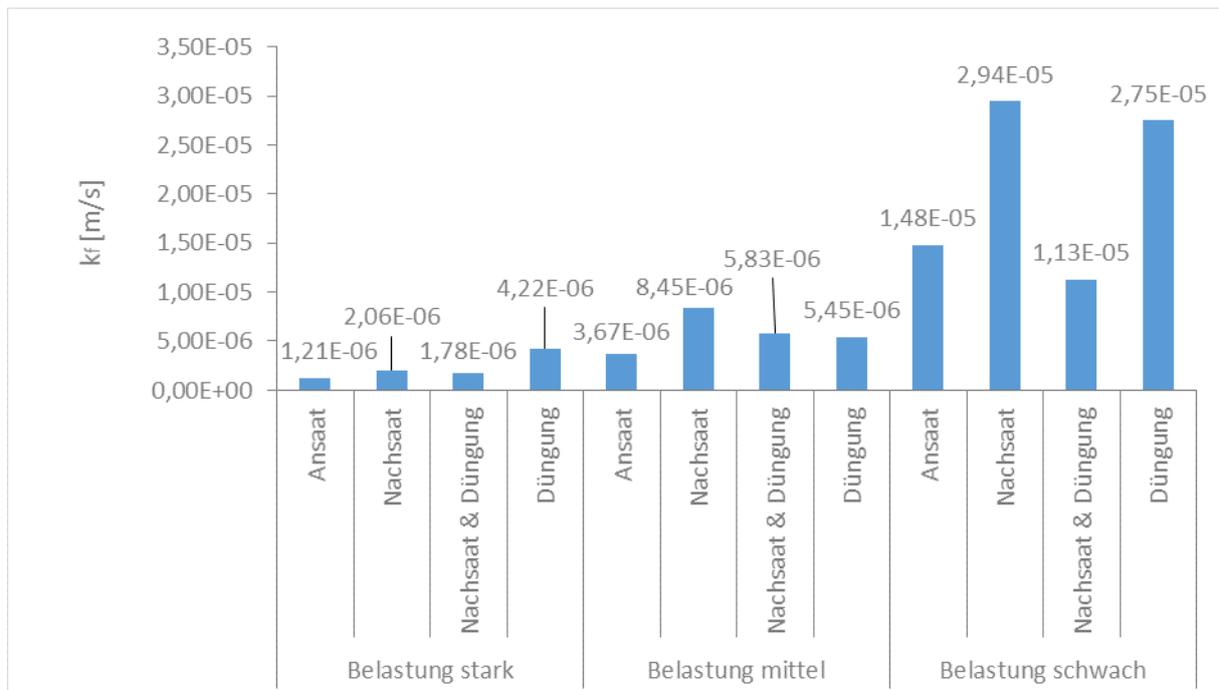


Abbildung 29: Ergebnisse des Ausschüttversuchs nach Pregl am Versuchsstandort Gosau

Das Ergebnis der Varianzanalyse, durchgeführt mit den Daten der Wasserdurchlässigkeit im Jahre 2015 am Standort Gosau, ergab einen signifikanten Einfluss des Faktors Belastungsgrad aber keinen hinsichtlich der Behandlung. Das R-Quadrat von 0,57 sagt aus, dass 57 % der Gesamtstreuung der Wasserdurchlässigkeit durch die Faktoren Belastungsgrad und Behandlung definiert werden.

Tabelle 22: Varianzanalyse für die Variable "Wasserdurchlässigkeit", am Standort Gosau

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	3,088E-9 ^a	11	2,808E-10	2,959	,013
Konstanter Term	3,347E-9	1	3,347E-9	35,277	,000
Belastungsgrad	2,299E-9	2	1,150E-9	12,117	,000
Behandlung	3,755E-10	3	1,252E-10	1,319	,291
Belastungsgrad * Behandlung	4,134E-10	6	6,891E-11	,726	,633
Fehler	2,277E-9	24	9,489E-11		
Gesamt	8,713E-9	36			
Korrigierte Gesamtvariation	5,366E-9	35			

a. R-Quadrat = ,576 (korrigiertes R-Quadrat = ,381)

Die Wasserdurchlässigkeit der Vegetationstragschicht muss mindestens $5,0 \cdot 10^{-6}$ m/s betragen und soll $5,0 \cdot 10^{-5}$ nicht überschreiten (vgl. FLL 2008, 23). Bei der Analyse der

erhobenen Wasserdurchlässigkeitswerte wurde ersichtlich, dass sich die Durchlässigkeit zum Großteil im Bereich der von der Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen (FLL) festgelegten Werte befindet. Ersichtlich wurde aber auch, dass es klare Unterschiede zwischen den Belastungsintensitäten und den Sickerzeiten gibt. So erreichte der stark belastete Bereich am Versuchsstandort Gosau nicht die angeforderten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte. Ein geringer Wassergehalt im Kalkschottermaterial kann durch die hohe Verdichtung erklärt werden (vgl. Slawitsch et al. 2016, 3). Des Weiteren ist der Verdichtungsgrad für die Wasserdurchlässigkeit ausschlaggebend, denn mit steigender Tragfähigkeit steigt der Verdichtungsgrad, die Wasserdurchlässigkeit verhält sich reziprok (vgl. Längert 2005, 130).

Schotterrasenflächen bei welchen der Oberbau aus Kalkschottermaterial besteht, erreichen eine gute, beinahe optimale Wasserdurchlässigkeit (vgl. Slawitsch, 2014, 72). Dafür verantwortlich sind die großen Makroporen sowie die geringe Vegetationsausbildung. Während die Belastungsgrade eine signifikante Auswirkung auf die Wasserdurchlässigkeit hatten, zeigten die unterschiedlichen Erhaltungs- und Pflegemaßnahmen keinen signifikanten Einfluss auf diesen Kennwert.

4.5.2 Standort Gumpenstein

Der Ausschüttversuch nach Pregl erfolgte am 10. September 2015 bei einer Durchschnittstemperatur von 10,7 °C. In Abbildung 30 wird ersichtlich, dass es keinen Zusammenhang zwischen den Varianten Düngung bzw. ohne Düngung und der Wasserdurchlässigkeit (m/s) gibt. Der Durchlässigkeitsbeiwert betrug bei der Variante ohne Düngung im Durchschnitt $1,20 \cdot 10^{-7}$, bei der Düngevariante $1,31 \cdot 10^{-7}$.

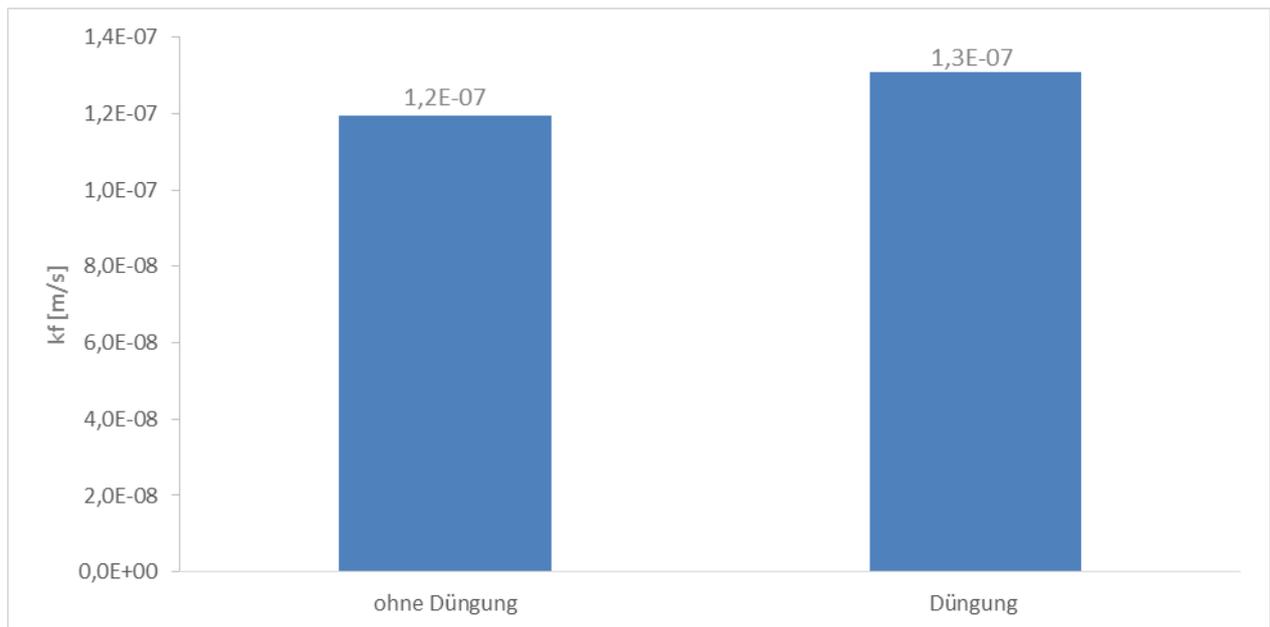


Abbildung 30: Ausschüttversuch nach Pregl am Versuchsstandort Gumpenstein

Das Ergebnis der Varianzanalyse, durchgeführt mit den Daten der Wasserdurchlässigkeit (m/s) am Standort Gumpenstein im Jahr 2015, ergab keinen signifikanten Einfluss des Faktors Düngung. Das R-Quadrat von 0,006 sagt aus, dass nur 0,6 % der Gesamtstreuung der Wasserdurchlässigkeit durch den Faktor Düngung definiert werden.

Tabelle 23: Varianzanalyse für die Variable Wasserdurchlässigkeit am Standort Gumpenstein

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	1,927E-16 ^a	1	1,927E-16	,025	,883
Konstanter Term	,000	1	,000	,000	1,000
Düngungsvariante	,000	1	,000	,000	1,000
Fehler	3,145E-14	4	7,863E-15		
Gesamt	1,258E-13	6			
Korrigierte Gesamtvariation	3,165E-14	5			

a. R-Quadrat = ,006 (korrigiertes R-Quadrat = -,242)

Bei der Analyse der erhobenen Wasserdurchlässigkeitswerte wurde ersichtlich, dass sich die Durchlässigkeit nicht im Bereich der von der Richtlinie der FLL festgelegten Werte befindet. Die zu geringe Wasserdurchlässigkeit am Standort Gumpenstein kann aus den erhöhten Tragfähigkeitswerten resultieren (siehe Kapitel 4.4.2).

4.6 Ertragsdaten

4.6.1 Standort Gosau

Der Versuch mit unterschiedlichen Behandlungen und Belastungsgraden wurde in Gosau im September 2015 beerntet.

Bei der Betrachtung der Ertragsdaten am Standort Gosau wird ersichtlich, dass bei den schwach belasteten Varianten mit durchschnittlichen 6,2 g Trockenmasse/m² die meiste Biomasse vorhanden war. Ebenso wird ersichtlich, dass die mittlere Belastung mit durchschnittlich 1,4 g/m² zum Entnahmezeitpunkt im September 2015 die geringste Biomasse zu Verfügung hatte und die stark belasteten Bereiche einen Trockenmasseertrag von 3,1 g/m² aufwiesen. In Bezug auf die unterschiedlichen Behandlungen wird deutlich, dass bei allen vier Pflegemaßnahmen die Nachsaatvariante mit 4,9 g/m² den größten Anteil an Biomasse und die Ansaatvariante mit durchschnittlichen 2,8 g/m² den geringsten Ertragsanteil hatte. Die Nachsaat & Düngungsvariante sowie die Düngungsvariante hatten beide einen Biomasseertrag von 3,3 g/m².

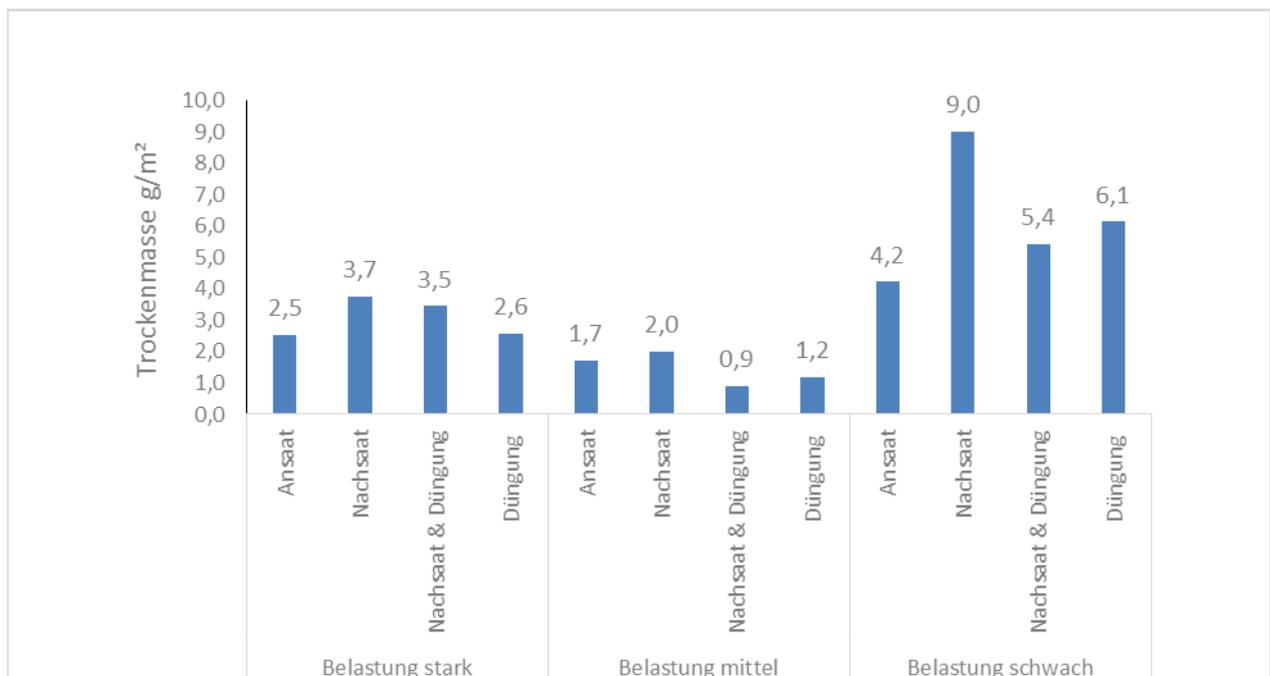


Abbildung 31: Trockenmasse der unterschiedlichen Behandlungen und Belastungen am Versuchsstandort Gosau

Die mit den Ertragsdaten durchgeführte Varianzanalyse ergab keinen signifikanten Einfluss der Faktoren Belastung und Behandlung. Das R-Quadrat von 0,21 sagt aus, dass 21 % der

Gesamtstreuung der Trockenmaße durch die Faktoren Behandlung und Belastung definiert werden.

Tabelle 24: Varianzanalyse für die Variable „Trockenmasseertrag“ in Gosau

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	183,103 ^a	11	16,646	,596	,814
Konstanter Term	459,477	1	459,477	16,439	,000
Belastungsgrad	140,091	2	70,046	2,506	,103
Behandlung	23,151	3	7,717	,276	,842
Belastungsgrad * Behandlung	19,860	6	3,310	,118	,993
Fehler	670,817	24	27,951		
Gesamt	1313,397	36			
Korrigierte Gesamtvariation	853,920	35			

a. R-Quadrat = ,214 (korrigiertes R-Quadrat = -,146)

4.6.2 Standort Gumpenstein

Bei der Analyse der Trockenmassedaten am Versuchsstandort Gumpenstein lagen die Werte zwischen 1,6 g/m² und 9,8 g/m² und damit im Bereich der Ergebnisse am Standort Gosau. Der durchschnittliche Ertrag lag bei der Variante ohne Düngung bei 7 g/m² und bei der Düngungsvariante bei nur durchschnittlichen 5,6 g/m². In Abbildung 32 wird deutlich, dass die im Mai 2014 erfolgte Düngung keine Auswirkung auf den Biomasseertrag im Herbst 2015 hatte. Dies kann durch die Wasserdurchlässigkeit von Kalkschotterrasen erklärt werden. Dadurch wurden möglicherweise die von der Düngung zugeführten Pflanzennährstoffe Großteils ausgewaschen.

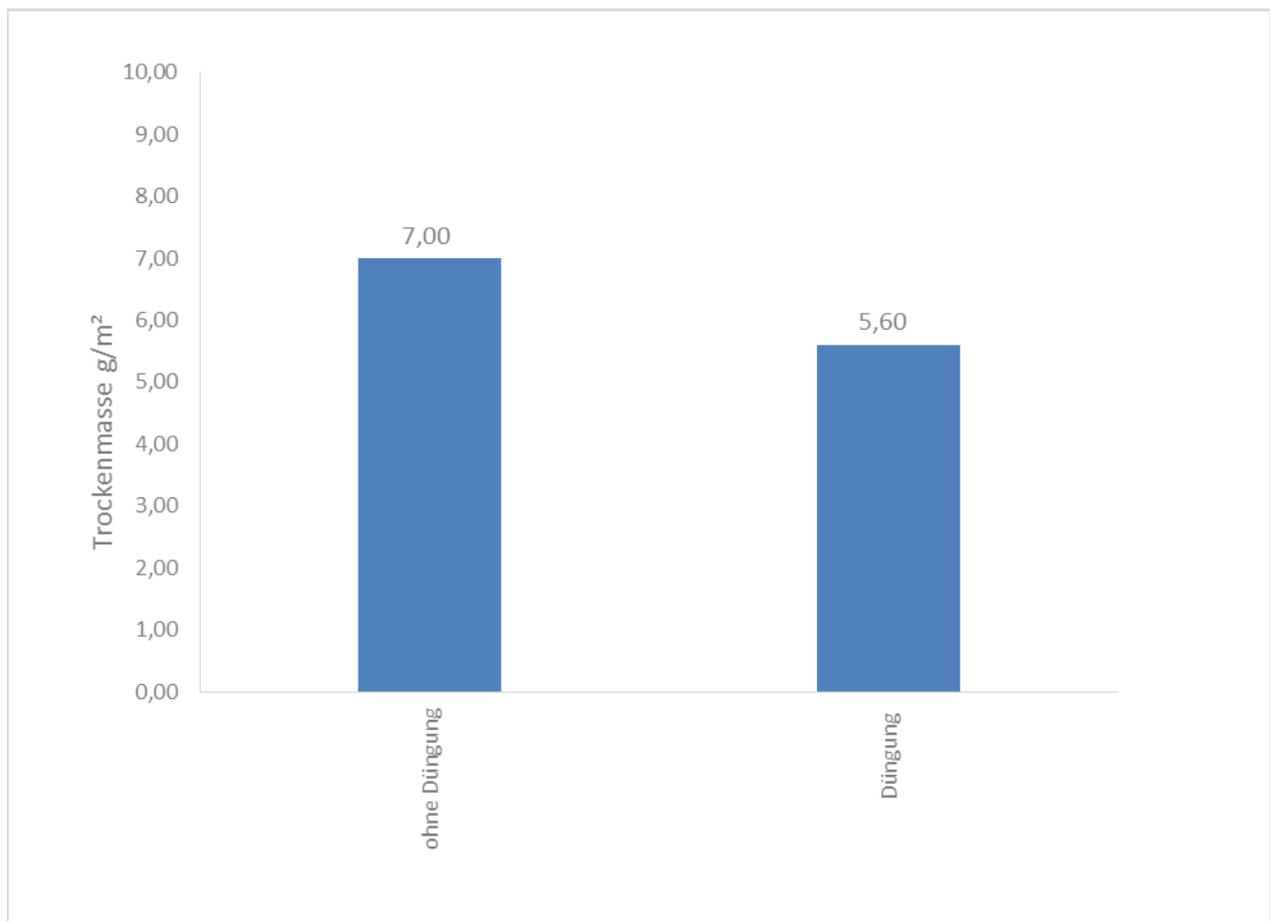


Abbildung 32: Trockenmasseertrag am Versuchsstandort Gumpenstein

Die mit den Ertragsdaten durchgeführte Varianzanalyse ergab keinen signifikanten Einfluss des Faktors Düngung. Das R-Quadrat von 0,073 sagt aus, dass nur 7 % der Gesamtstreuung der Trockenmasse durch den Faktor Düngewariante definiert werden.

Tabelle 25: Varianzanalyse für die Variable „Trockenmasseertrag“ am Standort Gumpenstein

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	2,940 ^a	1	2,940	,313	,606
Konstanter Term	238,140	1	238,140	25,334	,007
Düngungsvariante	2,940	1	2,940	,313	,606
Fehler	37,600	4	9,400		
Gesamt	278,680	6			
Korrigierte Gesamtvariation	40,540	5			

a. R-Quadrat = ,073 (korrigiertes R-Quadrat = -,159)

Mit umgerechnet 0,36 dt/ha und 0,63 dt/ha sind die durchschnittlichen Ertragsdaten der Schotterrasenflächen in Gosau und Gumpenstein nicht mit TM-Bruttoerträgen des österreichischen Grünlandes im Ausmaß von 40 bis 90 dt/ha vergleichbar.

Die Behandlungsvarianten, welche im Frühjahr 2014 an beiden Versuchsstandorten angelegt wurden, wiesen keine Auswirkung auf den Ertrag der Biomasse im September 2015 auf. Es kann daraus geschlossen werden, dass eine einmalige Pflegemaßnahme keine langanhaltende Auswirkung auf den Biomasseertrag hat. Um hier eine anhaltende und generelle Erhöhung zu gewährleisten, müsste mindestens eine weitere Düngergabe erfolgen. Durch die geringe Vegetationshöhe am Standort Gosau und Gumpenstein war das Mähen, um die Funktion der Schotterrasenfläche als Parkplatz weiterhin zu gewährleisten, nicht von Nöten.

4.7 Bodennährstoffgehalt

4.7.1 Standort Gosau

Am Versuchsstandort Gosau wurden am 9. September 2014 Bodenproben entnommen, wobei alle Belastungsgrade sowie Behandlungen berücksichtigt wurden. Die nachfolgenden Ergebnisse wurden nach Belastungsgraden sowie der Behandlung „Düngung“ gruppiert, nachdem davon auszugehen ist, dass eine Nährstoffzufuhr auch zu Veränderungen im Bodennährstoffgehalt führen kann.

Der pH-Wert am Standort Gosau lag durchschnittlich bei 7,3 Einheiten, wobei kein gravierender Unterschied zwischen den Düngungsvarianten und den unterschiedlichen Belastungsgraden zu erkennen ist. Somit lagen die pH-Werte des Bodens in einem

optimalen Bereich und benötigten daher keine Kalkdüngung, nachdem der pH-Wert (Bodenreaktion) eines Schotterrasens zwischen 5 und 9 liegen soll (FLL 2008, 23).

Der Phosphorgehalt wies hingegen Unterschiede zwischen der gedüngten (31,7 mg P/kg Feinboden) und der nicht gedüngten Variante (25 mg P/kg Feinboden) auf. Bei der Betrachtung des Phosphorgehalts hinsichtlich Belastung und Düngung waren die durchschnittlichen Werte der Düngervariante bei den mittel und schwach belasteten Bereichen höher als jene der ungedüngten Varianten. Mit durchschnittlich 48,3 mg/kg erreichte die Variante der mittleren gedüngten Belastung eine ausreichende Nährstoffversorgung. Im Vergleich dazu muss im Grünland der Phosphorgehalt zwischen 47 – 68 mg/kg liegen um eine ausreichende Nährstoffversorgung zu gewährleisten (vgl. BMLFUW 2006, 15).

Kein Unterschied lag bezüglich des Kaliumgehalts der Behandlungs- und Belastungsvarianten vor. Der Kaliumgehalt betrug bei der gedüngten bzw. ungedüngten Variante durchschnittlich 39,9 mg/kg. In Bezug auf die Belastungen liegen die Kaliumwerte zwischen 38,5 mg/kg (schwache Belastung) und 41,2 mg/kg (starke Belastung). Allerdings weisen alle Varianten eine im Vergleich zu Grünland geringe Kaliumversorgung auf. Den um eine ausreichende Nährstoffversorgung im Grünland zu gewährleisten sollte der Kaliumgehalt zwischen 88 und 170 mg/kg liegen (vgl. BMLFUW 2006, 16).

Bei der Analyse der Spurenelemente wurde deutlich, dass beide Varianten (gedüngt und ungedüngt) bzw. die drei Belastungsvarianten eine mittlere Versorgung mit Zink (um 8 mg/kg), Mangan (um 70 mg/kg) und Eisen (um 100 mg/kg) gewährleisten, einzig und allein der Wert des Kupfers (um 8 mg/kg) gilt als niedrig.

Kein Unterschied bezüglich des Humusgehalts ergab sich bei den differenzierten Behandlungen, bei beiden Düngervarianten betrug der Humusgehalt im Durchschnitt 2,7 %. Allerdings war bei den Belastungsgraden ein geringer Unterschied im Humusgehalt zu erkennen. Der schwach belastete Bereich wies einen Wert von 2,4 % und der stark belastete 3,0 % auf.

Tabelle 26: Bodennährstoffgehalte am Standort Gosau

Varianten	pH	P ₂ O ₅ mg/kg	P ₂ O ₅ * mg/kg	K mg/kg	Mg mg/100g	TOC %	Humus %	N %
D1 stark	7,31	23,33	1,83	37,33	57,67	1,64	2,83	0,37
D1 mittel	7,33	48,33	2,50	42,00	74,33	1,53	2,63	0,37
D1 schwach	7,27	23,57	2,43	40,51	52,77	1,47	2,53	0,38
D0 stark	7,21	29,19	3,37	42,94	64,00	1,84	3,20	0,48
D0 mittel	7,32	29,26	1,43	40,34	69,23	1,51	2,60	0,35
D0 schwach	7,34	16,75	0,53	36,62	56,27	1,35	2,30	0,30

Varianten	Leitfähigkeit µS/cm	Ca cmolc/kg	Mg* cmolc/kg	K* cmolc/kg	Na cmolc/kg
D1 stark	124,33	10,62	0,81	0,11	0,02
D1 mittel	116,67	9,95	1,19	0,12	0,02
D1 schwach	130,67	11,04	0,72	0,12	0,01
D0 stark	132,67	12,20	0,80	0,12	0,02
D0 mittel	130,00	9,63	1,09	0,11	0,02
D0 schwach	122,33	9,45	0,85	0,11	0,02

Varianten	Al cmolc/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg
D1 stark	0,003	71,05	33,01	2,01	7,22
D1 mittel	0,003	117,12	49,11	2,16	6,51
D1 schwach	0,003	64,68	25,67	1,47	5,37
D0 stark	0,007	82,93	33,08	1,95	6,75
D0 mittel	0,003	105,62	44,39	2,51	6,09
D0 schwach	0,000	68,71	32,51	1,91	5,98

D1 = Düngung D0 = keine Düngung stark= stark belastet
mittel = mittel belastet schwach = schwach belastet

Am Standort Gosau ist zu erkennen, dass die Düngergabe im Frühjahr 2014 kaum Auswirkungen auf die Nährstoffversorgung der Vegetation im Herbst 2015 hatte. Dies kann dadurch erklärt werden, dass durch die gute Wasserdurchlässigkeit eines Kalkgesteinschotterrasens die Nährstoffe schneller ausgewaschen werden. Eine einmalige Düngergabe wies damit nur eine zeitlich befristete Wirkung auf die Nährstoffversorgung und die Vegetationsentwicklung des Kalkschotterrasens in Gosau auf.

4.7.2 Standort Gumpenstein

Am Versuchsstandort Gumpenstein wurden am 8. September 2015 drei Bodenproben von Parzellen genommen welche eine Startdüngung bei der Errichtung des Schotterrasens erhielten.

Der pH-Wert des Schotterrasens in Raumberg-Gumpenstein lag durchschnittlich bei 7,7 und befindet sich somit im optimalen Bereich, für die Vegetationstragschicht des Schotterrasens sollte der pH-Wert zwischen 5 und 9 liegen (FLL 2008, 23).

Der Ausgangswert des Phosphors lag bei 4,9 mg/kg und war somit viel zu niedrig, um die Pflanzen mit ausreichenden Nährstoffen zu versorgen. Wie bereits erwähnt muss für eine ausreichende Nährstoffversorgung im Grünland der Phosphorgehalt zwischen 47 und 68 mg/kg liegen (BMLFUW 2006, 15). Ebenso wie die Ausgangssituation beim durchschnittlichen Kaliumwert, welcher bei 22,9 mg/kg lag, eine geringe Nährstoffversorgung auf (nötig ausreichender Kaliumgehalt im Grünland zwischen 88 und 170 mg/kg).

Ebenfalls war am Standort Gumpenstein die Versorgung der Pflanzen mittels Spurenelemente ausreichend (Zink, Mangan und Eisen), einzig der Wert des Kupfers wies eine Unterversorgung auf, da der Wert bei 1,76 mg/kg lag. Zum Zeitpunkt der Erhebung im September 2015 lag der Humusgehalt bei durchschnittlich 1,2 %.

Tabelle 27: Bodennährstoffe am Standort Gumpenstein

Varianten	pH	P ₂ O ₅ mg/kg	P ₂ O ₅ * mg/kg	K mg/kg	Mg mg/100g	TOC %	Humus %	N %
Ausgangssituation	7,73	23,33	1,83	37,33	57,67	1,64	2,83	0,37

Varianten	Leitfähigkeit µS/cm	Ca cmolc/kg	Mg* cmolc/kg	K* cmolc/kg	Na cmolc/kg
Ausgangssituation	124,33	10,62	1,65	0,07	0,06

Varianten	Al cmolc/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg
Ausgangssituation	0,000	52,37	39,55	2,23	mg/kg

Um die Vegetation andauernd und optimal mit Nährstoffen zu versorgen, reicht eine einmalige Düngung nicht aus. Bei der Betrachtung der Bodendaten des Standorts HBLFA ist zu erkennen, dass eine Startdüngung für die Entwicklung der Vegetation von zentraler Bedeutung ist. Allerdings um eine andauernde sowie ausreichende Nährstoffversorgung zu gewährleisten, müssen regelmäßige Düngergaben erfolgen.

4.8 Befragung

Am 20. Februar 2016 wurden am Parkplatz in Gosau 37 Männern und 33 Frauen Fragen zu den Themen Flächenversiegelung, Flächenverbrauch und Schotterrasen gestellt (siehe Fragebogen im Anhang).

Mit den Fragen sollte erhoben werden, wie weit die NutzerInnen des Schotterrasenparkplatzes in Gosau über die Thematik des Flächenverbrauchs informiert sind und welche Einstellung sie zu Schotterrasen bzw. asphaltierten Flächen als Park- und Verkehrsflächen haben.

Ziel der ersten Frage (Abbildung 33) war es, in Erfahrung zu bringen, ob der Begriff „Flächenversiegelung“ im Zusammenhang mit „Flächenverbrauch“ bei den NutzerInnen des Schotterrasenparkplatzes in Gosau bekannt ist.

Von den 70 befragten ParkplatznutzerInnen konnten 31 Personen (=44 %) mit dem Begriff Flächenversiegelung im Zusammenhang mit Flächenverbrauch etwas anfangen und hatten diesen zumindest bereits einmal gehört. 19 Männern und 20 Frauen (= 56%) war der Begriff Flächenversiegelung hingegen gänzlich unbekannt. Der Informationsstand zu dieser Thematik ist mittelmäßig und jedenfalls verbesserungswürdig.

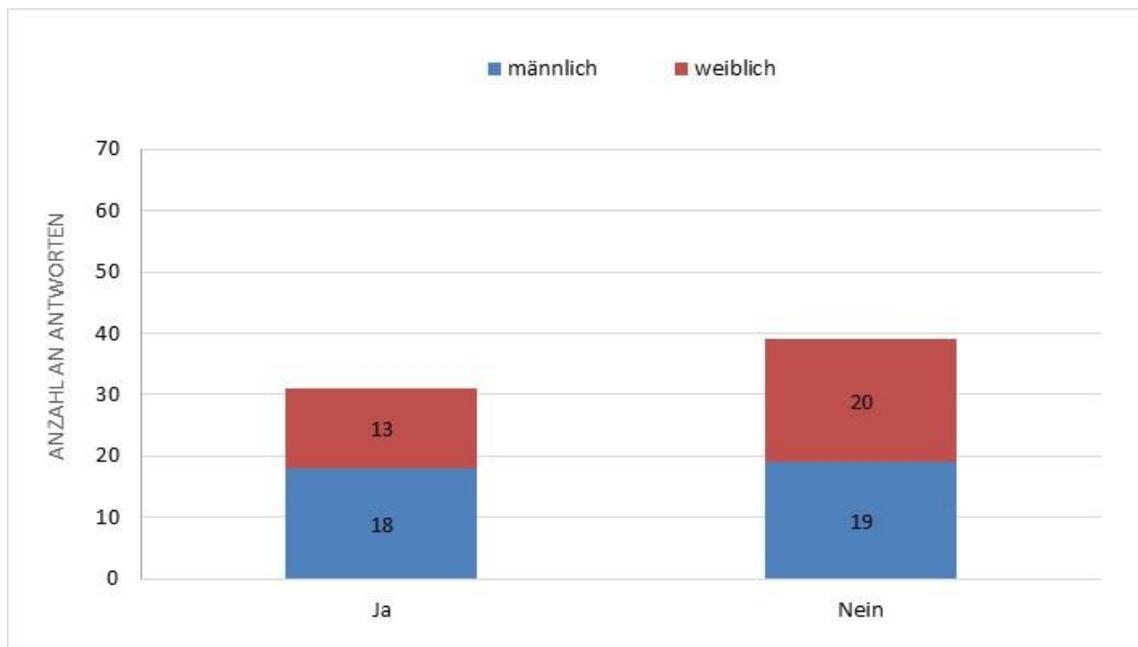


Abbildung 33: Sagt Ihnen der Begriff „Flächenversiegelung“ im Zusammenhang mit dem Begriff „Flächenverbrauch“ etwas?“

Nach einer kurzen Einleitung und Erörterung der Thematik Flächenversiegelung und Flächenverbrauch wurde die zweite Frage gestellt (siehe Abbildung 34).

Dabei galt es, in Erfahrung zu bringen, ob die befragten ParkplatznutzerInnen einschätzen können, wieviel Fläche täglich zirka in Österreich versiegelt wird. Im Jahr 2014 betrug die Flächeninanspruchnahme von Bau- und Verkehrsflächen sowie Betriebs-, Erholungs- und Abbauf Flächen 17,9 ha/Tag (vgl. Umweltbundesamt 2015a). Dabei variieren die Angaben über den Grad der Versiegelung je nach Quelle zwischen 25 % und 60 % (vgl. Umweltbundesamt 2015b).

Um eine Einschätzung hinsichtlich der Flächenversiegelung zu erleichtern, wurde einleitend erwähnt, dass ein Fußballfeld ca. eine Größe von 0,7 ha hat. Von den befragten Personen schätzten ca. 47 %, dass in Österreich etwa 7 ha/Tag versiegelt werden, knapp 30 % entschieden, sich für 17 ha/Tag. 10 % der befragten Personen gaben als Antwort, dass etwa eine Fläche eines Fußballfeldes pro Tag in Österreich versiegelt werde.

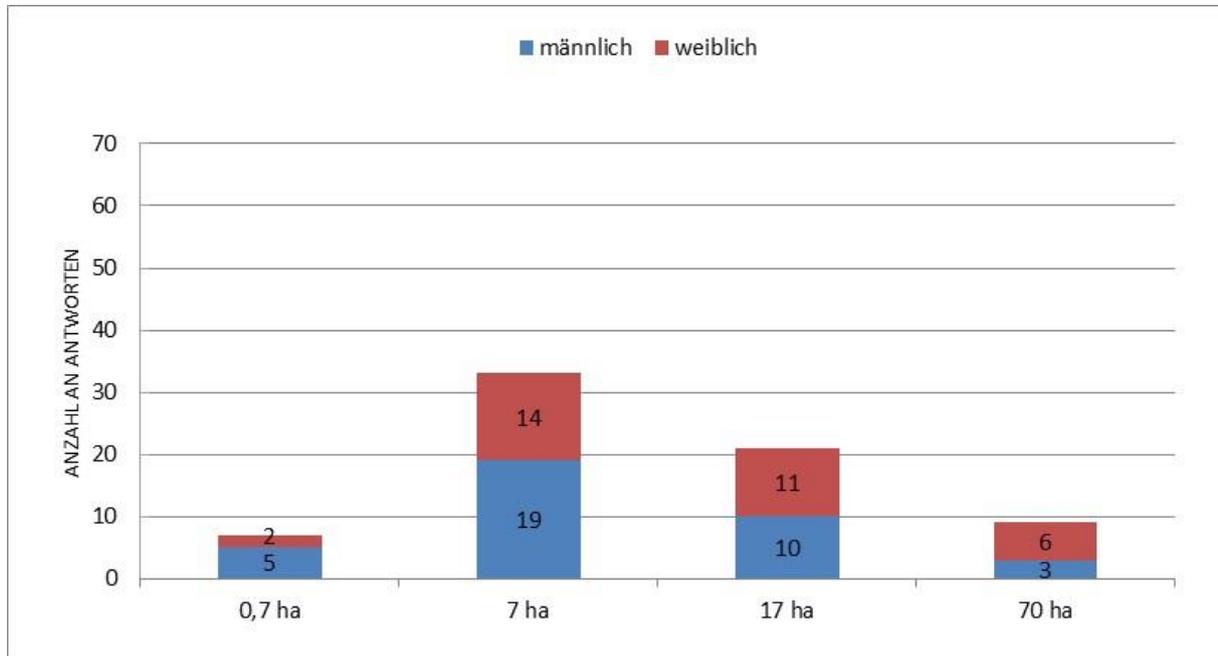


Abbildung 34: Wie viel Fläche wird in Österreich ungefähr pro Tag versiegelt?

Von den 31 Personen, welche bei der Befragung angaben den Begriff der Flächenversiegelung zu kennen, antworteten ca. 61 % (12 Männer und 7 Frauen), dass in Österreich 7 ha täglich versiegelt werden. Eine Person kannte zwar den Begriff der Flächenversiegelung, gab allerdings bei der täglichen Versiegelung 70 ha als Antwort. Bei der Gruppe, welche den Begriff der Flächenversiegelung vor der Befragung noch nicht kannten, schätzten nur ca. 36 % der NutzerInnen die Flächenversiegelung auf den tatsächlich realistischen Wert von 7 ha. Acht Personen (zwei männliche und sechs weibliche) der Gruppe, welche vor der Befragung keine Ahnung vom Begriff Flächenversiegelung hatten, gaben 70 ha/Tag als Antwort.

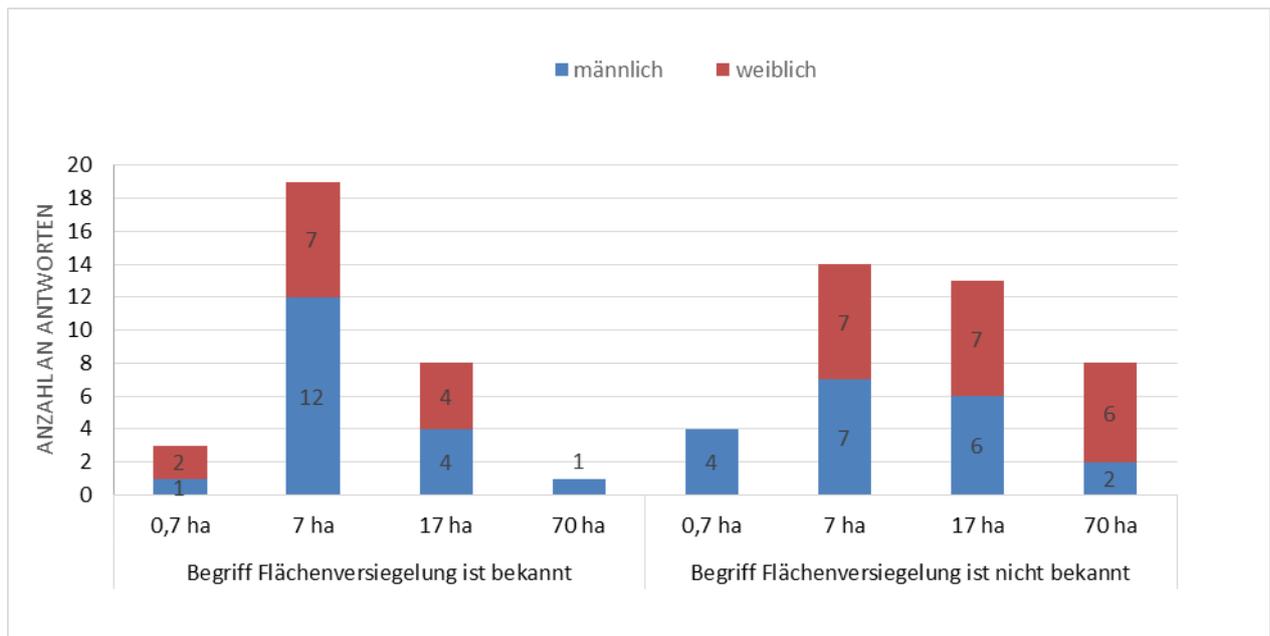


Abbildung 35: Zusammenhang zwischen Frage 1 und Frage 2

Bei Frage Nummer drei (Abbildung 36) handelte es sich um die subjektive, ästhetische Wahrnehmung von Asphalt- und von Schotterrasenfläche. Insgesamt gaben 70 % der befragten SchotterrasenparkplatznutzerInnen an, dass Ihnen eine Schotterrasenfläche besser gefällt. Von den 33 interviewten Frauen gaben 27 (=82%) an, Schotterrasen ansprechender als eine asphaltierte Fläche zu finden. Von 37 befragten Männern gaben 22 (=60%) an, dass ihnen Schotterrasenflächen besser gefallen als Asphaltflächen.

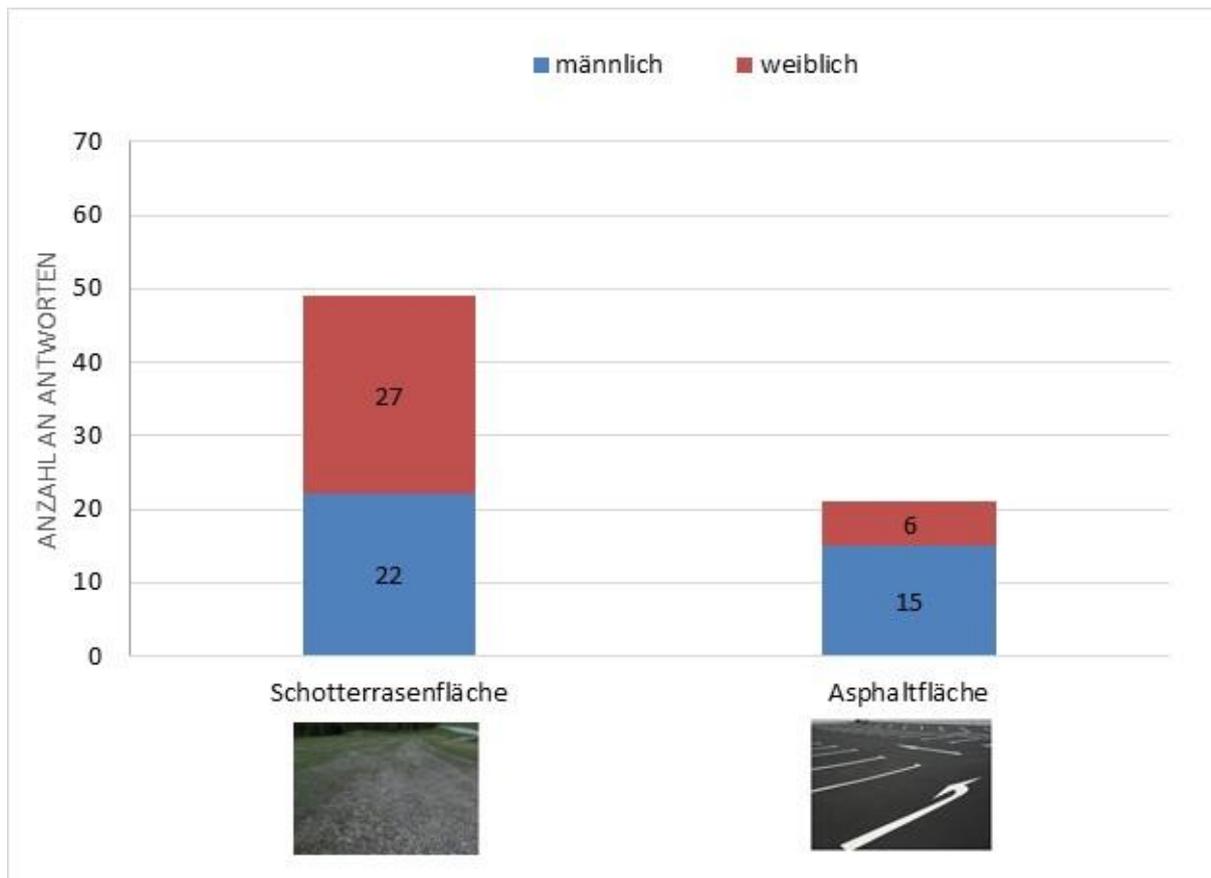


Abbildung 36: Welche Parkfläche gefällt Ihnen besser?

Bei Frage Nummer vier galt es, in Erfahrung zu bringen, ob die interviewten Personen wissen, welche Art von Flächenbefestigung (Schotterrasen, Asphaltfläche) von größerer ökologischer Bedeutung ist (Abbildung 37).

Dass der Schotterrasenparkplatz eine höhere ökologischer Bedeutung aufweist als ein asphaltierter Parkplatz, wurde von 100 % der befragten Frauen bzw. von 94% der befragten Männer angegeben.

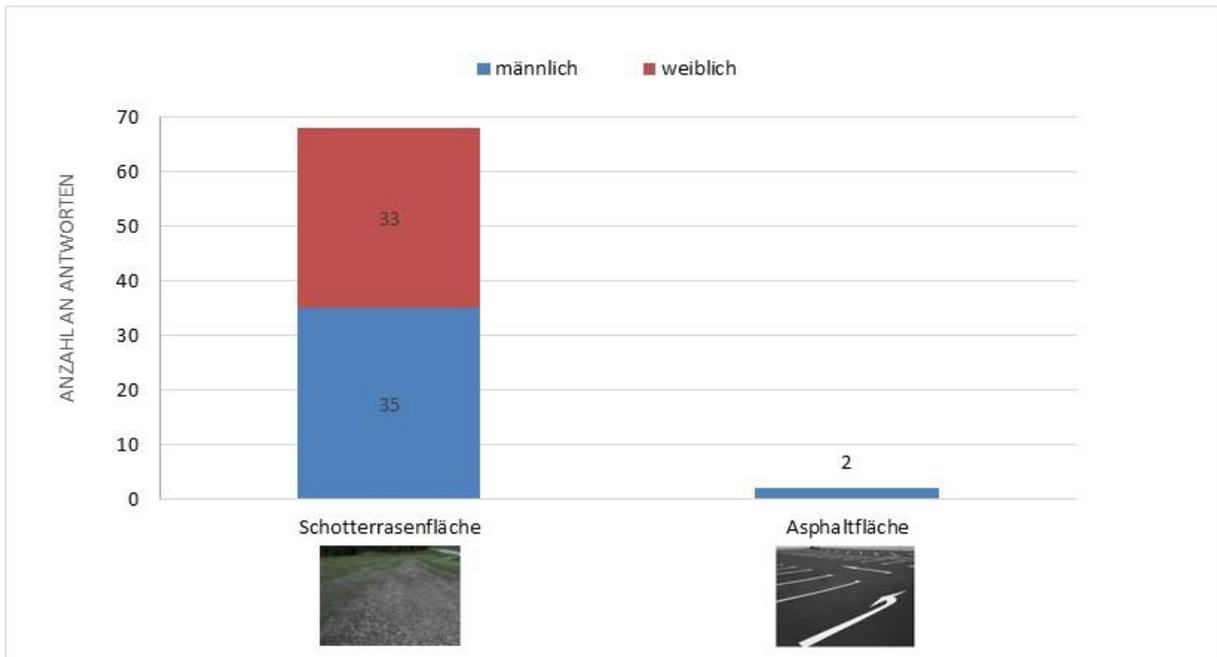


Abbildung 37: Welche der beiden Parkflächen ist Ihrer Meinung nach ökologisch wertvoller?

11 % der befragten Männer und 9 % der befragten Frauen waren der Ansicht, dass sich Asphaltflächen positiv hinsichtlich der Verringerung von Hochwasser auswirken (Abbildung 95). Dem gegenüber erkannten allerdings 90 % der NutzerInnen die Schotterrasenfläche als hochwassermindernd bzw. -puffernd. Tatsächlich kann eine hohe Versiegelungsdichte die Gefahr von Überschwemmungen für in hochwassergefährdeten Bereichen liegende Siedlungen erhöhen (vgl. Umweltbundesamt 2015a).

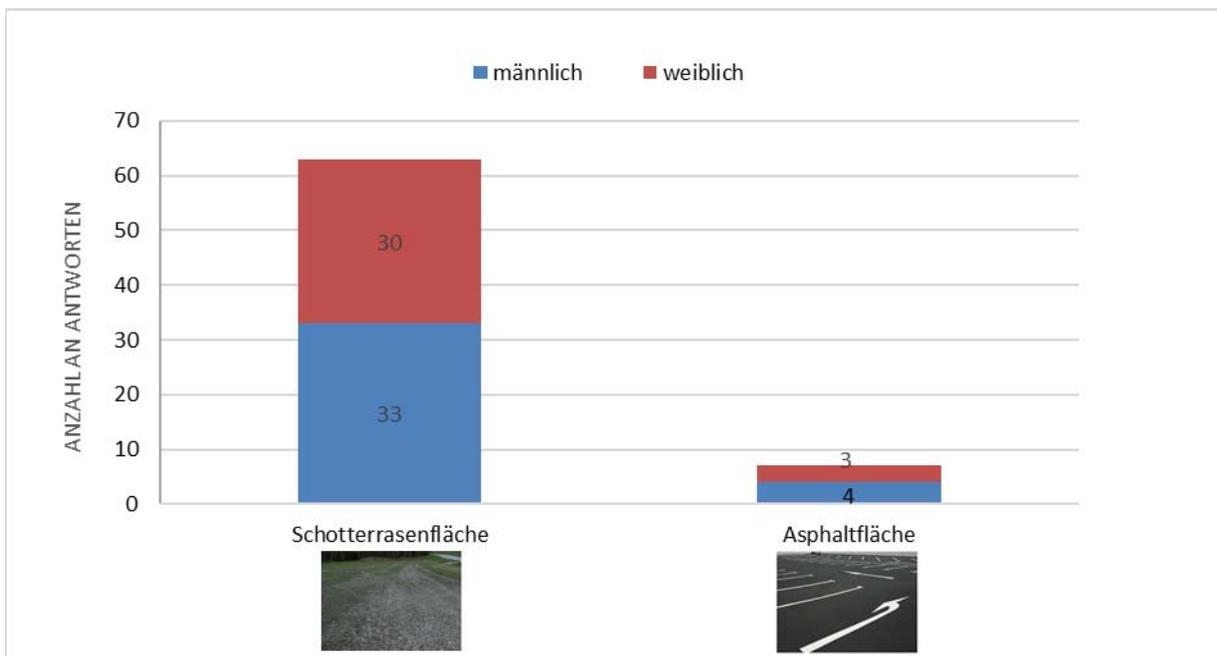


Abbildung 38: Welche Parkplatzausführung weist einen Vorteil hinsichtlich einer Hochwasserverringerung auf?

Bei der Frage 5b wurde die Alltagstauglichkeit beider Flächenbefestigungen hinterfragt, wobei alle 70 befragten Personen der asphaltierten Fläche den Vorzug gaben (Abbildung 96). Als Erklärung wurden von den befragten Personen oft Bedenken hinsichtlich der Standsicherheit von parkenden Motorrädern auf Schotterrasenflächen geäußert.

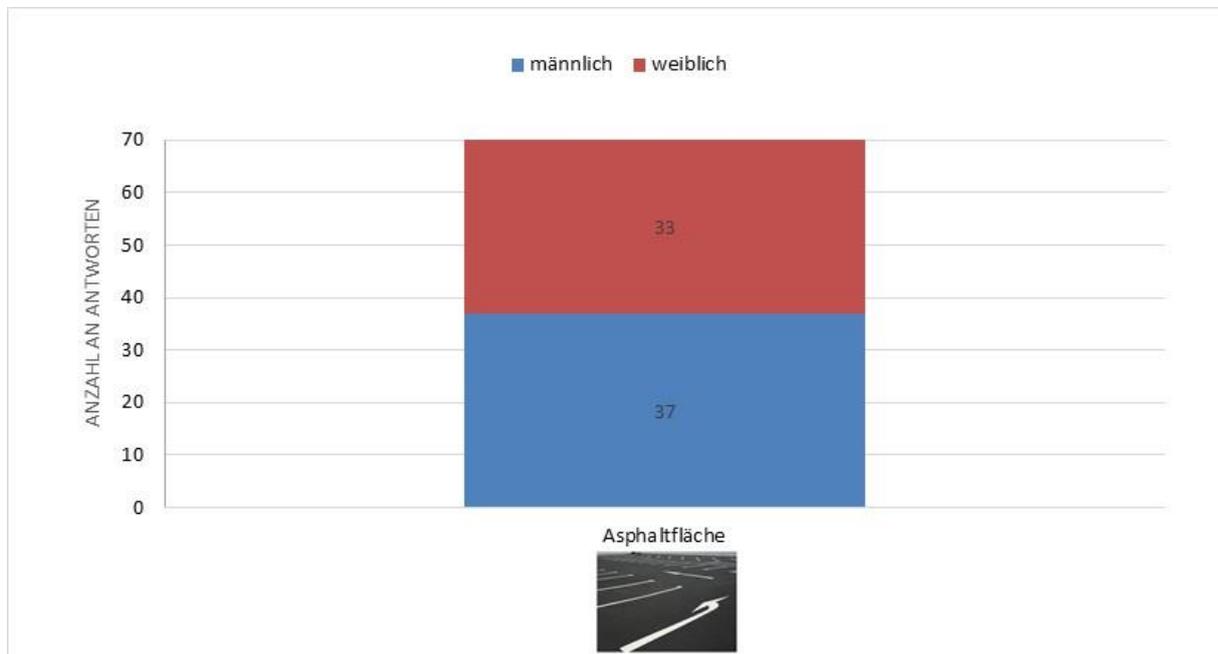


Abbildung 39: Welche Parkplatzausführung weist einen Vorteil hinsichtlich einer bequemen und sicheren Verwendung im Alltag (Kinderwagen, Schuhe mit hohen Absätzen) auf?

Eine weitere Frage versuchte in Erfahrung zu bringen, wie die interviewten Personen die Hitzeabstrahlung und -speicherung der unterschiedlichen Flächenbefestigungen einschätzen. Von den 33 befragten Frauen antworteten ca. 97 %, dass der Schotterrasenkörper im Vergleich zur Asphaltfläche größere Vorteile in Bezug auf die Hitzeeffekte aufweist (Abbildung 40). Bei den Männern gaben ca. 89 % an, dass der Schotterrasen diesbezüglich mehr Vorteile als eine asphaltierte Fläche aufweist. Tatsächlich verändert die Versiegelung von Böden das Mikroklima und führt zum Anstieg von lokalen Temperaturen (vgl. Umweltbundesamt 2015a).

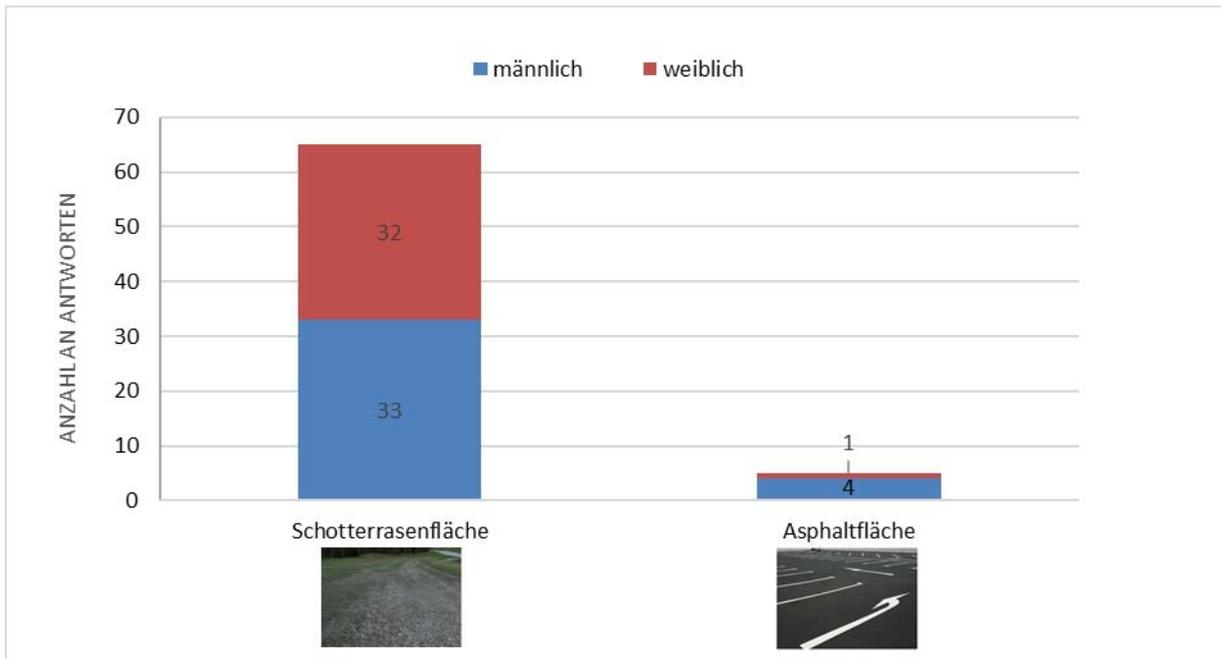


Abbildung 40: Welche Parkplatzausführung weist einen Vorteil hinsichtlich Reduktion von Hitzeeffekten durch Abstrahlung/Speicherung (Klima) auf?

Frage sechs untersuchte das Parkverhalten der WintersportlerInnen, wobei angenommen wurde, dass beide Parkflächen gleichermaßen zur Verfügung stünden und die gleichen gestellten Parkplatzanforderungen erfüllten. Als bevorzugte Parkplatzfläche gaben insgesamt ca. 32 % aller Befragten die asphaltierte Variante als Favorit an, zwei Drittel entschieden sich hingegen für die Schotterrasenfläche (Abbildung 41).

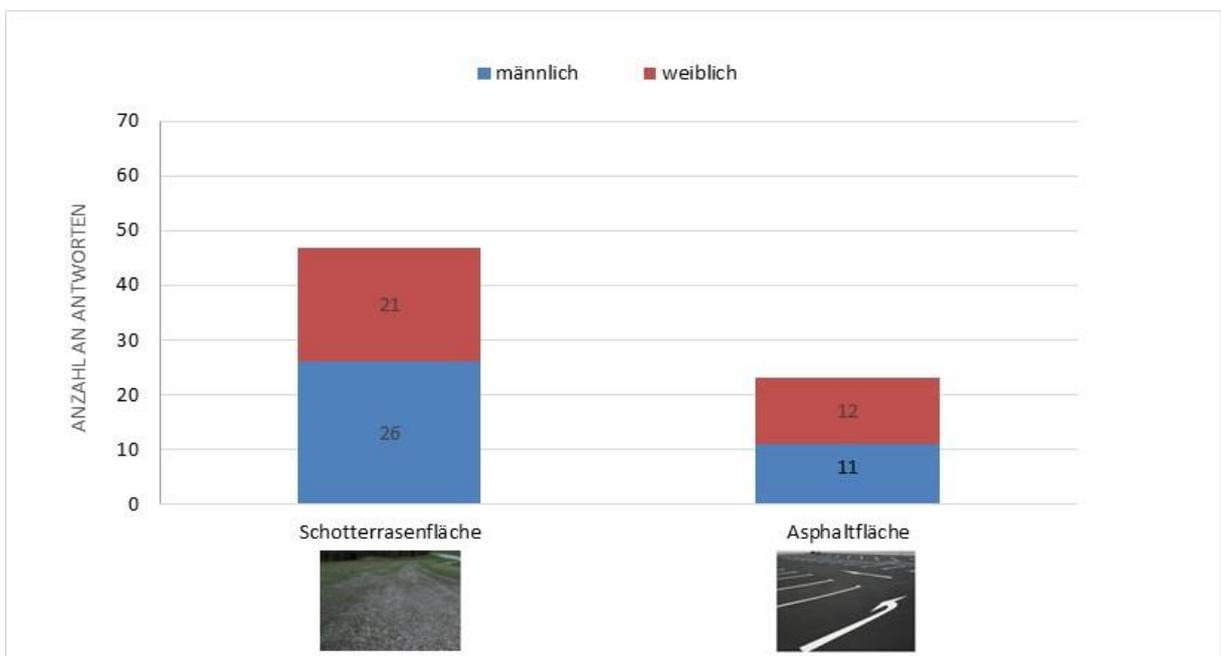


Abbildung 41: Wo würden Sie bevorzugt Ihr Auto parken?

Des Weiteren wurde gefragt, ob ein Schotterrasenparkplatz insgesamt eine Alternative zu Asphaltflächen darstellt, wobei dies von 80% der Befragten bejaht wurde (Abbildung 42). Knapp ein Drittel der befragten Männer sehen im Schotterrasenparkplatz allerdings keine Alternative zu Asphalt.

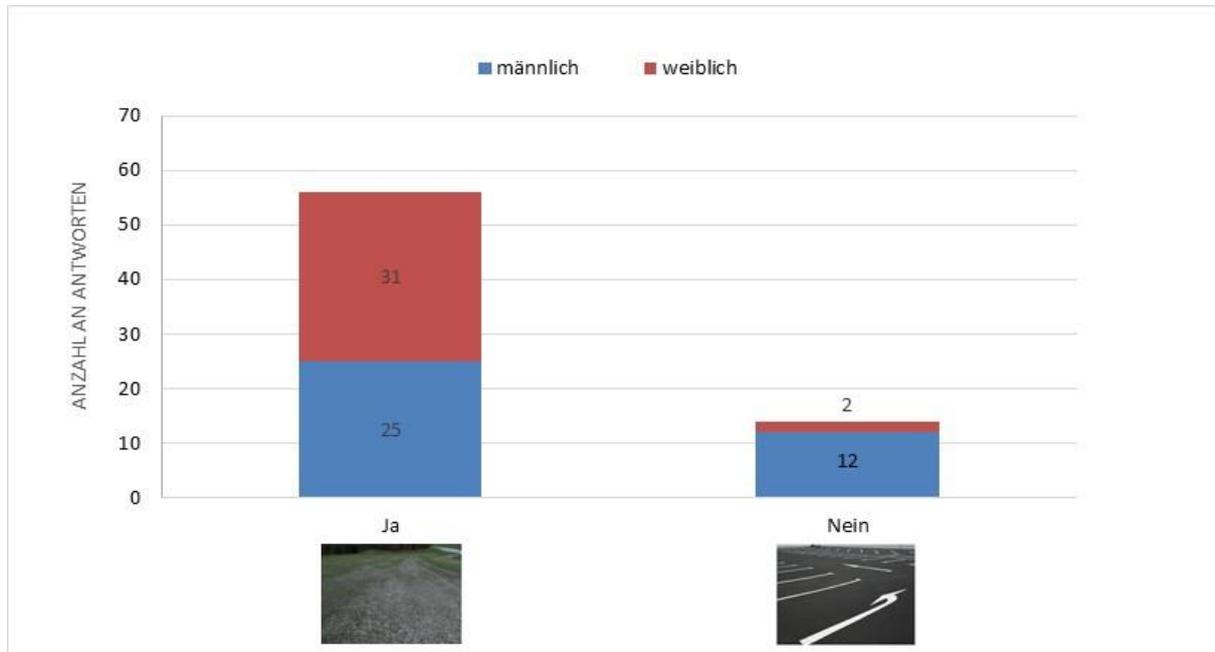


Abbildung 42: Wäre für Sie ein Schotterrasenparkplatz eine Alternative zum asphaltierten Parkplatz?

Abbildung 43 zeigt, welcher Parkplatz den befragten Personen besser gefällt und welchen sie bevorzugt nutzen würden. Dabei wurde klar, dass ca. 56 % der befragten Personen den Schotterrasen als optisch ansprechender empfinden und dort auch ihr Fahrzeug abstellen würden. Acht Männer gaben an, dass ihnen zwar der Asphaltparkplatz besser gefällt, sie allerdings zum Parken eine Schotterrasenfläche bevorzugen würden. Insgesamt 10 Personen gefällt zwar der Schotterrasen besser, sie würden allerdings bevorzugt am Asphalt parken. Insgesamt entschieden 74 % der Personen, ihr Auto auf jener Flächenbefestigung (Asphalt, Schotterrasen) zu parken, die ihnen optisch auch am besten gefällt.

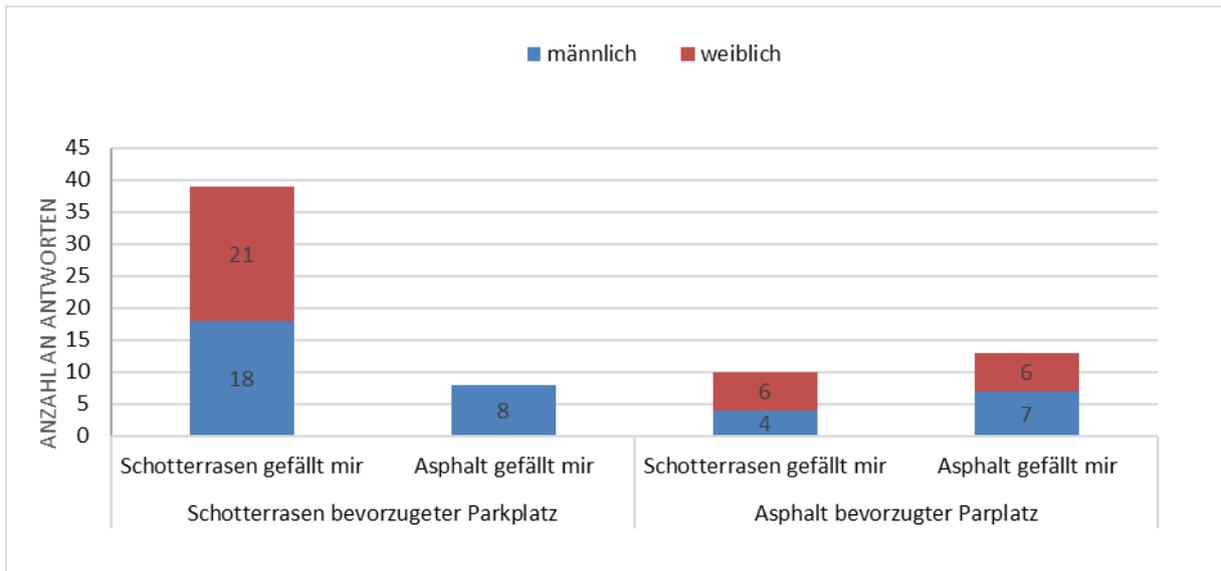


Abbildung 43: Vergleich: Parkplatzwahl und welche Parkfläche gefällt Ihnen besser?

Ob ein Schotterrasenparkplatz eine Alternative zu Asphaltparkplätzen sein kann, und wo die befragten Personen bevorzugt parken würden, wird in Abbildung 44 verdeutlicht. Dabei wurde von ca. 23 % der NutzerInnen des Parkplatzes geantwortet, dass Schotterrasen zwar eine Alternative zu Asphalt darstellen, sie ihre Fahrzeuge aber trotzdem bevorzugt auf asphaltierten Flächen abstellen würden. Jeweils 10 % der Befragten gaben an, dass Schotterrasen keine Alternative für sie ist und Sie zu gleichen Teilen auf Schotterrasen bzw. Asphaltflächen parken.

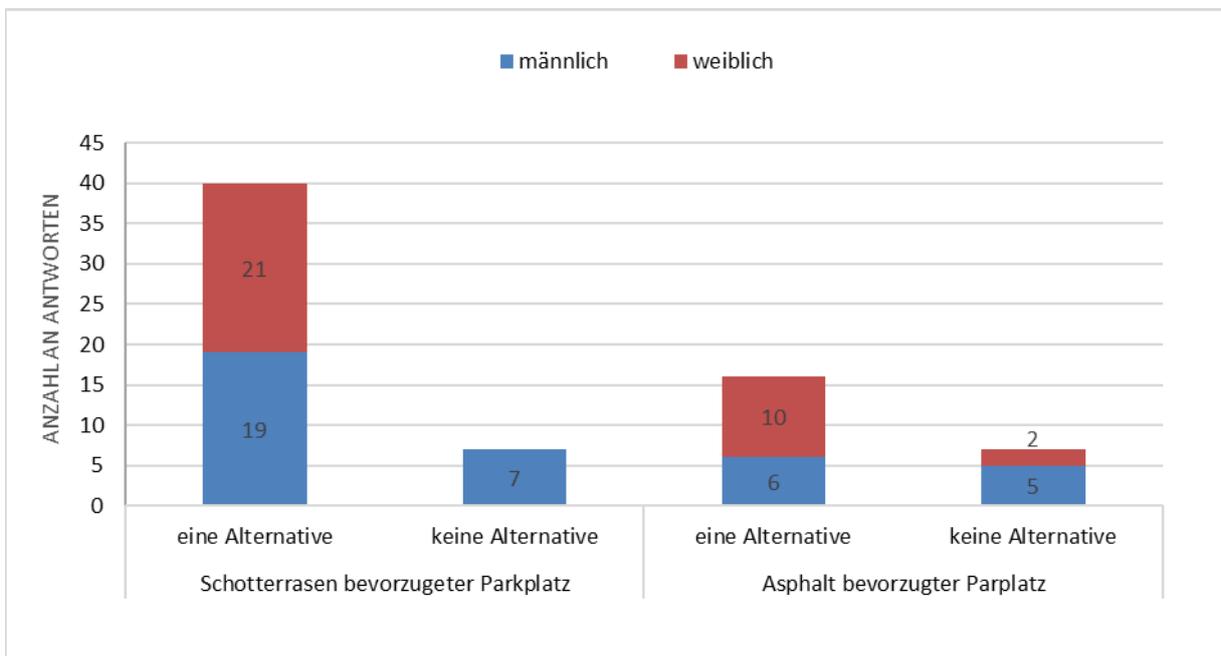


Abbildung 44: Ist Schotterrasen eine Alternative? Wo würden Sie bevorzugt Parken?

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In dieser Masterarbeit wurden Schotterrasenflächen in Bezug auf die Vegetationsentwicklung durch unterschiedliche Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen sowie Belastungsgrade an unterschiedlichen Standorten untersucht. Dazu wurden am Standort Gosau in Oberösterreich und an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in der Steiermark im Zeitraum von Mai 2014 bis September 2015 Versuche durchgeführt.

Ziel dieser Arbeit war es, eine Aussage hinsichtlich unterschiedlicher Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen von Schotterrasenflächen zu tätigen. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Entwicklung der Vegetation, die mittels Deckungsgradschätzung und Frequenzanalyse erfasst wurde. Zusätzlich wurden dynamische Lastplattenversuche durchgeführt, die Wasserdurchlässigkeit gemessen, sowie eine Befragung zum Thema Flächenverbrauch durchgeführt.

Die Erhebungen der Vegetationsdeckung in Gosau ergaben einen signifikanten Unterschied zwischen den unterschiedlichen Belastungsgraden (stark, mittel und schwach). Ersichtlich wurde aber auch, dass die projektive Deckung der Vegetation keine generelle Veränderung durch die verschiedenen Behandlungen (Ansaat, Nachsaat, Nachsaat & Düngung und Düngung) im Untersuchungszeitraum aufweist.

Am Versuchsstandort der HBLFA Raumberg-Gumpenstein stieg die durchschnittliche Vegetationsdeckung im ersten Jahr deutlich an. Die projektive Deckung der Düngungsvariante lag deutlich über der Deckung der ungedüngten Variante. Allerdings wird ersichtlich, dass sich die Deckung von Mai bis September 2015 verringerte und kaum ein Unterschied zwischen den beiden Varianten besteht.

Die differenzierten Pflegemaßnahmen in Gosau hatten keine anhaltende und generelle Auswirkung auf Einzelartendeckungsgrad oder auf die Artenzusammensetzung. So wurde zwar kurzfristig eine erhöhte Artenanzahl bei den Flächen der Nachsaat sowie Nachsaat & Düngung verzeichnet, diese verringerte sich allerdings im Folgejahr wieder auf die Ausgangssituation.

Am Standort der HBLFA wurde ersichtlich, dass der Deckungsgrad der Gräser und Kräuter mit dem Düngungsniveau zusammenhängt, aber keine Auswirkung auf die Artenanzahl hatte.

Einige Einzelarten erreichten zwar unter Laborbedingungen eine ausreichende Keimfähigkeit, wurden allerdings auf keinem der beiden Standorte vorgefunden. Daraus

kann geschlossen werden, dass für bestimmte Pflanzenarten die Nutzungs- sowie Belastungsintensität zu hoch bzw. die Standorteigenschaften für die Entwicklung dieser Pflanzen nicht ausreichend waren.

Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Vegetationsdeckung aus der Frequenzanalyse wurde kaum eine Differenz der unterschiedlichen Behandlungen in Gosau ersichtlich, wohl aber hinsichtlich der Belastungsgrade - je geringer die Belastung, desto höher die Frequenz der Deckung.

Am Standort Raumberg-Gumpenstein zeigte sich bei der Düngungsvariante eine erhöhte Frequenz der durchschnittlichen Deckung, allerdings verringerte sich dieser Wert im Folgejahr 2015.

Aus den vegetationskundlichen Erhebungen wird ersichtlich, dass mit steigender Belastungsintensität der Pflege- sowie der Erhaltungsaufwand steigen. Um einen gewünschten Deckungsgrad bzw. eine gewünschte Artenzusammensetzung zu gewährleisten muss die Art der Pflege sowie der Pflegeintensität und -häufigkeit auf die steigende Belastungsintensität abgestimmt werden. Das bedeutet, je höher die Belastung des Schotterrasens, desto regelmäßiger muss die Düngung und Nachsaat erfolgen.

Die erhobenen Verformungsmodulergenergebnisse verdeutlichen, dass die Tragfähigkeiten auf beiden Versuchsstandorten tendenziell höher lagen als in der FLL (2008) vorgesehen. Die Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen hatten jedoch keine Auswirkung auf die Tragfähigkeit der Schotterrasenkörper.

Die Wasserdurchlässigkeitswerte lagen Großteils im Bereich der von der FLL (2008) für Schotterrasenflächen vorgeschriebenen Werte. Mit steigender Belastung erhöhte sich der Verdichtungsgrad bei zugleich abnehmender Wasserdurchlässigkeit, die unterschiedlichen Erhaltungs- und Pflegemaßnahmen hatten allerdings keine direkte Auswirkung auf die Wasserdurchlässigkeitswerte.

Die Pflegemaßnahmen, welche im Frühjahr 2014 bei beiden Versuchsstandorten durchgeführt wurden, wiesen keine Wirkung auf den Ertrag der Biomasse im September 2015 auf. Es kann daraus geschlossen werden, dass eine einmalige Pflegemaßnahme keine lang anhaltende Auswirkung auf den Biomasseertrag hat.

Durch die Analyse des Bodennährstoffgehaltes wurde ersichtlich, dass eine Startdüngung für die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen von großer Bedeutung ist. Um eine andauernde

Nährstoffversorgung zu gewährleisten, müssen allerdings regelmäßige Düngergaben erfolgen.

Es wird ersichtlich, dass ein Schotterrasen aus Kalkschottermaterial einen erhöhten Pflegebedarf aufweist und daher mehrere aufeinander abgestimmte Düngergaben notwendig sind.

An beiden Standorten wurde ersichtlich, dass eine einmalige Pflege- und Erhaltungsmaßnahme nur eine temporäre Auswirkung auf die Deckung der Vegetation und die Einzelartenentwicklung hat. Um hier eine anhaltende Verbesserung zu gewährleisten, müssten regelmäßiger und aufeinander abgestimmte Pflege und Erhaltungsmaßnahme gesetzt werden. Diese abgestimmten Maßnahmen müssten jedoch in einer weiterführenden Arbeit näher betrachtet werden.

Von den befragten Personen in Gosau waren 66 % mit dem Begriff Flächenversiegelung durchaus vertraut. Schotterrasen erfüllen für viele Personen nicht nur eine ökologische Aufgabe, sondern werden auch als alltagstauglich und eine Alternative zu versiegelten Flächen gesehen.

6 Literaturverzeichnis

ALPENKONVENTION (1991): Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention von 1991 im Bereich Bodenschutz, Protokoll „Bodenschutz“, Online unter: http://www.alpconv.org/de/convention/smallbites/Documents/20120312_protokoll_d_bodenschutz.pdf, Stand: 21.01.2016, 4 S.

BAES (2013): Bundesamt für Ernährungssicherheit. Sorten- und Saatgut, Sondernummer 43. Republik Österreich. Methoden für Saatgut gemäß § 5 Saatgutgesetz 1997 BGBl. I Nr. 72/1997 i.d.g.F. – Anforderung an die Beschaffenheit und Methode zur Bestimmung der Beschaffenheit von Saatgut, 2 S.

BAM (2016): Bayerische Asphalt-Mischwerke. Asphalt, Anwendungsbereiche, Parkplatz- und Stellflächen. Online unter: <http://www.bam-net.de/asphalt/anwendungsbereiche/parkplatz-und-stellflaechen.html>, Stand: 01.03.2016

BÄTZING, W. (2015): Die Alpen. Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft. München, 25-27 S.

BEV, Bundesamt für Eich und Vermessungswesen (2015): Amap, Online unter: <http://www.austrianmap.at/amap/index.php?SKN=1&XPX=637&YPX=492>, Stand: 27.10.2015

BLUME, H.-P.; STAHR, K.; LEINWEBER, P. (2010): Bodenkundliches Praktikum. Eine Einführung in pedologische Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte, und für Geowissenschaft. Rostock, 77 S.

BMLFUW (2006): Richtlinien für die Sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6.Auflage, Wien, 6-42 S.

BUCHGRABER, K. (1995): Standortgemäße und bestandsorientierte Düngung des österreichischen Dauergrünlands. Alpenländische Expertenforum, „Düngung im Alpenländischen Grünland“, BAL Gumpenstein. Irdning, 23-26 S.

BUCHGRABER, K. (2004): Energetisch und stofflich nutzbare Biomasse aus dem österreichischen Grünland. Biogasproduktion – alternative Biomassenutzung und Energiegewinnung in der Landwirtschaft. 10. Alpenländisches Expertenforum. Irdning, 1 S.

FISCHER, M., A.; Oswald, K.; ADLER W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Lichtenstein und Südtirol. – 3. Aufl. – Linz: Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterr. Landesmuseen – 1392 pp., ca. 800 Abb., 337-1187 S.

FLL, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (1998): Empfehlungen zur Begrünung von Problemflächen, Bonn, 1-91 S.

FLL, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (2008): Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen, Bonn, 8-40 S.

FLORINETH, F. (2012): Pflanze statt Beton. Sichern und Gestalten mit Pflanzen, Berlin-Hannover, 50-226 S.

FLORINETH, F.; EPPEL, J.; BISCHOFF, G. (2016): Schotterrasen. Parken im Grünen. Kostengünstig, ökologisch, ästhetisch. Online unter: <http://www.schotterrasen.at/service/informationmaterial/GREEN%20CONCRETE%20Broschuere.pdf>, Stand: 25.02.2016, 6-8 S.

FLORINETH, F.; KRENNWALLNER, B.; PALUSALU, M. (2013): Saatgutbestimmung, Studienblätter zum Saatgutbestimmungspraktikum, Wien, 8-31 S.

FRANK, R. (2014): Aktuell, Begrünung, Kärntner Saatbau, Information der Kärntner Saatbau für ihre Mitglieder und Freunde, Klagenfurt, 32 S.

GBA (2016): Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich. Online unter: <https://www.geologie.ac.at/forschung-entwicklung/kartierung-landesaufnahme/geologie/geologische-karte-12000000/>, Stand: 18.02.2016

GERDES, G. (1952): Der Züchter, Untersuchungen über das absolute Gewicht (Tausendkorngewicht) der wichtigsten Futtergräserarten und ihre Sorten im Hinblick auf die Leistung der Gräserzüchtung. Leipzig, 23 S.

GOSAU (2016): Gemeindeamt Gosau. Zahlen und Fakten. Online unter: <http://www.gosau.ooe.gv.at/system/web/fakten.aspx?menuonr=219803213>, Stand: 18.02.2016

GÖSTA H. - L.; CEHAK K. (1994): Allgemeine Meteorologie. 3.Auflage. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 363 S.

GRAISS, W. (2000): Erosionsschutz über der Waldgrenze – Vergleich verschiedener Ansaatmethoden mit Heu und Deckfrucht. Universität für Bodenkultur, Wien, 47 S.

GRAISS, W. (2004): Rekultivierung nach Waldweidetrennung unter Berücksichtigung produktionstechnischer, vegetationsökologischer und landschaftsplanerischer Aspekte. Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein, 20-47 S.

GRAISS, W. (2013): Fotos von der Errichtung des Schotterrasenparkplatzes am Standort der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

GRAISS, W.; KRAUTZER, B. (2013): Extensive Begrünung von Parkplatz mittels Schotterrasen. In: Tagung zur Hochlagenbegrünung in Österreich. Irdning, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 11-17 S.

HBLFA RAUMBERG-GUMPENSTEIN (2016): Wir sind.... Online unter: <http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/service/ueber-uns/wir-sind.html>, Stand: 24.01.2016

HASLGRÜBLER, P. (2008): Vegetationsverhalten auf Schotterrasen aus Baustoffrecyclingmaterial, EU-Forschungsprojekt GREEN CONCRETE, Diplomarbeit, 6 S.

HOLT, B. (2001): Besteuerung und unternehmerische Entscheidungsprozesse. Integration, Organisation und situative Faktoren. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 85 S.

IRDNING-DONNERSBACHTAL (2016): Gemeindedaten und Statistik. Informatives, Interessantes, Wissenswertes aus Irdning-Donnersbachtal. Online unter: <http://www.irdning-donnarsbachtal.at/gemeinde.html>, Stand: 24.01.2016

ISTA (2011): International Seed Testing Association, Internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung, Glattburg, 3- 1 – 18- 3 S.

KIRMER, A., KRAUTZER, B., SCOTTON, M., TISCHE, S. (2012): Praxishandbuch zu Samengewinnung und Renaturierung von artenreichen Grünland. Irdning, S. 115

KOPF, F.; ADAM, D.; PAULMICHL, I. (2004): Untersuchung des dynamischen Lastplattenversuches mit dem leichten Fallgewichtsgerät unter Verwendung der Randelementmethode, 23 S.

KÖNINGER, A (2005): ALVA – Jahrestagung 2005, „Jubiläum – 60. Jahrestagung“. Landwirtschaftskammer Oberösterreich. Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-Veterinär- und Agrarwesen, 219 S.

KÖNINGER, A. (2003): Schotterrasen Schönbrunn eine dauerhafte und stabile Bauweise, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Schönbrunn, Wien, 4 S.

KRAUTZER, B.; PERATONER, G.; BOZZO, F. (2004): Standortgerechte Gräser und Kräuter. Saatgutproduktion und Verwendung für Begrünung in Hochlagen. BAL Gumpenstein, 10 S.

KRAUTZER, B.; WITTMANN, H.; FLORINETH, F. (2000): Richtlinie für standortgerechte Begrünung, Ein Regelwerk im Interesse der Natur, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG), Irdning, 9 S.

KÄRNTNER SAATBAU (2014): Renatura® provideVerde® – der organische Dünger. Online unter:
http://www.saatbau.at/fileadmin/user_upload/PDF/ReNatura_ProvideVerde.pdf,
Stand: 13.02.2016

LAND OBERÖSTERREICH (2016): Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Umwelt- und Wasserwirtschaft, Abteilung Oberösterreichische Gewässerwirtschaft / Hydrografie. E-Mail-Korrespondenz: Ing. Klaus Kaiser, 01.03.2016

LAND STEIERMARK (2016): Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Information Steiermark, Klima, Klimaregion der Steiermark. Online unter: <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/10023700/25206/>, Stand: 22.02.2016

LÄNGERT, S., FLORINETH, F. (2012): SCHOTTERRASEN – Eine Grüne Alternative zu asphaltierten Parkplätzen. Universität für Bodenkultur, Wien S. 8

LÄNGERT, S.; MARGELIK, E. (2005): Anlage und Monitoring von Schotterrassen – Versuchsflächen im Raum Wien. Empfehlung für die Errichtung und Erhaltung von Schotterrassen. Magistratsabteilung 45 der Stadt Wien (Wasserbau). Boku, 122 S.

LEXER, W.; LINSER, S. (2005): Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderung durch Flächenverbrauch. Umweltbundesamt GmbH, 7-9 S.

MAIR, P. (2005): Der dynamische Plattendruckversuch mit einem leichten Fallgewichtsgesetz. Staatl. Fachschule für Agrarwirtschaft Landshut-Schönbrunn. Fachrichtung Garten- Und Landschaftsbau, 1-2 S.

MAPS (2015): Google Maps, Lage der Standorte Gosau und HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Online unter: <https://www.google.at/maps/place/4824+Gosau/@47.5543204,13.3155429,144407m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x4776cab7e3e7f65d:0x54769293511d4140!6m1!1e1?hl=de>, Stand: 11.10.2015

METZ, K. (1980): Erläuterung zu Blatt 129 Donnersbach. Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Wien, 4-15 S.

NIESEL, A. (2002): Bauen mit Grün. Die Bau- und Vegetationstechnik des Landschafts- und Sportplatzbaus. 3., neubearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, 117-501 S.

ÖNORM L1111 (2007): Gartengestaltung und Landschaftsbau. Technische Ausführungen. Ausgabe: 2007-11-01, 13 S.

ÖNORM L1120 (2004): Gartengestaltung und Landschaftsbau. Pflegearbeiten. Ausgabe: 2004-12-01, 4-5 S.

ÖNORM 1210 (2007): Anforderungen für die Herstellung von Vegetationstragschichten. Ausgabe: 2007-03-01, S. 6-10

ÖROK (2015): ÖROK-Atlas, Raumb Beobachtung, Bodenversiegelung in Österreich. Online unter: <http://www.oerok-atlas.at/#indicator/61>, Stand: 26.02.2016

PERATONER, G.; PÖTSCH, E. (2015): Erhebungsmethoden des Pflanzenbestandes im Grünland. 20. Alpenländisches Expertenforum 2015, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 16-20 S.

PFIFFNER, A. (2015): Geologie der Alpen. 3. Auflage, Haupt Verlag, Bern, 14 S.

PLOCHINGER, B. (1982): Erläuterung zu Blatt 95 Sankt Wolfgang im Salzkammergut. Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Wien, 30-55 S.

PORST, R. (2009): Fragebogen, ein Arbeitshandbuch. Studienskripten zur Soziologie 2. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden, 18 S.

RESCH, R., PÖTSCH, E., M.; BUCHGRABER, K.; SCHAUMBERGER, A.; BOHNER, A. (2012): Abschlussbericht NEFA, Stoffflüsse, Futtererträge und Biodiversität bei differenzierter Grünlandbewirtschaftung in Österreich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Irdning, S. 9

REINGRUBER, K. (2016): Langfristige Temperaturentwicklung und Gletscher in Oberösterreich. Die langfristige Temperaturentwicklung in Oberösterreich. Land Oberösterreich. Online unter: https://doris.ooe.gv.at/themen/umwelt/pdf/clairisa/clairisa_gletscher_end.pdf, Stand: 23.02.2016, 4 S.

RVS 08.03.04 (2008): Verdichtungsnachweis mittels dynamischen Lastplattenversuches. Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV). AG: Untergrund, AA Verdichtungsnachweis mittels dynamischer Lastplatte, 9 S.

RVS 08.15.01 (2010): Ungebundene Tragschicht. Technische Vertragsbedingungen, Unterbauplanum und ungebundene Tragschicht. AG: Steinstraßen und Steinmaterial, AA: Bedingungen und Richtlinien, 5 S.

RVS 11.062 (1999): Grundlagen, Prüfverfahren, Steinmaterial. Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV). AG „Steinstraßen und Steinmaterial“, AA „Prüfung“ und Arbeitsgruppe „Untergrund“, 29 S.

RVS 12.05.11 (2006): Anlage, Bepflanzung und Pflege von Grünflächen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schien und Verkehr (FSV). AG: Verkehr und Umwelt, AA Landschaftsbau, 2 S.

SAATGUTGESETZ 1997 – BGBl 72/1997 idgF 04/2016

SCHAUMBERGER, A.; FORMAYER H. (2008): Räumliche Modellierung der thermischen Vegetationsperiode für Österreich. Österreichischer Klimatag. Wien, P 14 S.

SLAWITSCH, V. (2014): Bodenphysikalische Untersuchung und Bodenwasserhaushalt von Schotterrasenflächen an einem inneralpinen Standort. Karl-Franzens-Universität Graz, Masterarbeit, III – 121 S.

SLAWITSCH, V.; BIRK, S.; PÖTSCH E.-M. (2016): Untersuchung der Nährstoffauswaschung unter Schotterrasenflächen an einem inneralpinen Standort. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016 S. 3

TRAXLER, A. (1997): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings. Methoden, Praxis, angewandte Projekte. Teil A: Methoden. Monographien Band 89A, 96 – 129 S.

UMWELTBUNDESAMT (2015a): Flächeninanspruchnahme, online unter: http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme/, Stand: 24.08.2015

UMWELTBUNDESAMT (2015b): Flächenversiegelung in Fußballfeldern. Arbeitsblatt 8. online unter: http://www.umweltbildung.at/cms/praxisdb/dateien/935_phdat_2.pdf, Stand: 17.03.20

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen an den Untergrund.....	14
Tabelle 2: Schotterrasenmischung zur Erstanlage der Versuchsfläche in Gosau	26
Tabelle 3: Rezeptur der Saatgutmischung „ReNatura® S7 Gumpensteiner Schotter- und Parkplatzrasen“	32
Tabelle 4: Mischungszusammensetzung der entnommenen 10g Probe und Anzahl der untersuchten Samen je Art	45
Tabelle 5: Keimfähigkeitsbedingungen	47
Tabelle 6: Erklärung zu den Bodenkenndaten	58
Tabelle 7: Artenanteil in der Saatgutmischung	64
Tabelle 8: Relative Veränderung der Gesamtdeckung 2014 & 2015.....	65
Tabelle 9: Varianzanalytische Auswertung für die abhängige Variable „Vegetationsdeckung“ am Standort Gosau	70
Tabelle 10: Varianzanalytische Auswertung für die abhängige Variable „Vegetationsdeckung“ am Standort Gumpenstein.....	72
Tabelle 11: Einzelartenerhebung der Ansaatvariante am Standort Gosau.....	74
Tabelle 12: Einzelartenerhebung der Nachsaatvariante am Standort Gosau.....	76
Tabelle 13: Einzelartenerhebung der Nachsaat- + Düngevariante am Standort Gosau	78
Tabelle 14: Einzelartenerhebung der Düngevariante am Standort Gosau	80
Tabelle 15: Einzelartenerhebung der Pflegemaßnahmen am Standort der Gumpenstein.....	89
Tabelle 16: Varianzanalyse für die abhängige Variable „Frequenz der Vegetationsdeckung“ am Standort Gosau	95
Tabelle 17: Varianzanalyse für die abhängige Variable „Frequenz der Vegetationsdeckung“, am Standort Gumpenstein.....	98
Tabelle 18: Durchschnittliche Belastungsgrade über alle Behandlungsvarianten in den Jahren 2014 und 2015 in Gosau (unterschiedliche Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Zeitpunkt).....	99
Tabelle 19: Varianzanalyse für die Variable Evd in Gosau	101
Tabelle 20: Durchschnittliche Verformungsmodul beider Düngevarianten in den Jahren 2014 und 2015 am Standort Gumpenstein	101
Tabelle 21: Varianzanalyse für die Variable Dynamischer Plattendruckversuch - Evd am Standort Gumpenstein.....	102
Tabelle 22: Varianzanalyse für die Variable „Wasserdurchlässigkeit“, am Standort Gosau	104
Tabelle 23: Varianzanalyse für die Variable Wasserdurchlässigkeit am Standort Gumpenstein.....	106
Tabelle 24: Varianzanalyse für die Variable „Trockenmasseertrag“ in Gosau.....	108

Tabelle 25: Varianzanalyse für die Variable „Trockenmasseertrag“ am Standort Gumpenstein.....	110
Tabelle 26: Bodennährstoffgehalte am Standort Gosau	112
Tabelle 27: Bodennährstoffe am Standort Gumpenstein	113
Tabelle 28: Probenumfang und Resultate der Keimfähigkeitsuntersuchung	141
Tabelle 29: Bodenanalysen des Versuchsstandorts Gosau	142
Tabelle 30: zweiter Teil der Bodenanalysen des Versuchsstandorts Gosau	143
Tabelle 31: Bodenanalysen des Versuchsstandorts Gumpenstein	143

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächeninanspruchnahme in ha/Tag.....	9
Abbildung 2: einschichtiger Schotterrasenaufbau (links) und zweischichtiger Schotterrasenaufbau (rechts).....	14
Abbildung 3: Sieblinie der Materialzusammensetzung für Schotterrasen.....	16
Abbildung 4: Lage der Versuchsstandorte.....	21
Abbildung 5: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich.....	22
Abbildung 6: Klimadiagramme 2014 (links) & 2015 (rechts) für Gosau.....	24
Abbildung 7: Klimadiagramme 2014 (links) & 2015 (rechts) für Gumpenstein.....	25
Abbildung 8: Versuchsdesign am Standort Gosau.....	29
Abbildung 9: Versuchsflächen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein.....	30
Abbildung 10: Ermittlung des Tausendkorngewichts der Saatgutmischung.....	50
Abbildung 11: Keimlingsbeurteilung für die untersuchten Arten.....	62
Abbildung 12: Projektive Deckung der Variante Ansaat bei unterschiedlichen Belastungsgraden am Standort Gosau (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin).....	66
Abbildung 13: Projektive Deckung der Variante Nachsaat bei unterschiedlichen Belastungsgraden am Standort Gosau (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin).....	67
Abbildung 14: Projektive Deckung der Variante Nachsaat & Düngung bei unterschiedlichen Belastungsgraden am Standort Gosau (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin).....	68
Abbildung 15: Projektive Deckung der Variante Düngung bei unterschiedlichen Belastungsgraden am Standort Gosau (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin).....	69
Abbildung 16: Projektive Deckung der Versuchsvarianten am Standort Gumpenstein (unterschiedliche Indices stehen für einen signifikanten Unterschied zwischen den Belastungsvarianten zum jeweiligen Erhebungstermin).....	71
Abbildung 17: Einzelartenerhebung der stark belasteten Varianten am Standort Gosau.....	82
Abbildung 18: Einzelartenerhebung der mittel belasteten Varianten am Standort Gosau.....	83
Abbildung 19: Einzelartenerhebung der schwach belasteten Varianten am Standort Gosau.....	84
Abbildung 20: Einzelartenerhebung der ungedüngten Variante am Standort Gumpenstein.....	86

Abbildung 21: Einzelartenerhebung der gedüngten Variante am Standort Gumpenstein.....	88
Abbildung 22: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse in Gosau.....	91
Abbildung 23: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse bei der Ansaatvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden in Gosau.....	92
Abbildung 24: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse bei der Nachsaatvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden in Gosau	93
Abbildung 25: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse bei der Nachsaat- und Düngungsvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden in Gosau.....	94
Abbildung 26: Relative Gesamtdeckung mittels Frequenzanalyse bei der Düngungsvariante bei unterschiedlichen Belastungsgraden in Gosau	95
Abbildung 27: Gesamtdeckung der Versuchsvarianten bei unterschiedlichem Düngungsniveau in Gumpenstein.....	97
Abbildung 28: Dynamischer Lastplattenversuche bei unterschiedlichen Behandlungen und Belastungen am Versuchsstandort Gosau.....	100
Abbildung 29: Ergebnisse des Ausschüttversuchs nach Pregl am Versuchsstandort Gosau	104
Abbildung 30: Ausschüttversuch nach Pregl am Versuchsstandort Gumpenstein	106
Abbildung 31: Trockenmasse der unterschiedlichen Behandlungen und Belastungen am Versuchsstandort Gosau	107
Abbildung 32: Trockenmasseertrag am Versuchsstandort Gumpenstein.....	109
Abbildung 33: Sagt Ihnen der Begriff „Flächenversiegelung“ im Zusammenhang mit dem Begriff „Flächenverbrauch“ etwas?.....	114
Abbildung 34: Wie viel Fläche wird in Österreich ungefähr pro Tag versiegelt?	115
Abbildung 35: Zusammenhang zwischen Frage 1 und Frage 2	116
Abbildung 36: Welche Parkfläche gefällt Ihnen besser?	117
Abbildung 37: Welche der beiden Parkflächen ist Ihrer Meinung nach ökologisch wertvoller?	118
Abbildung 38: Welche Parkplatzausführung weist einen Vorteil hinsichtlich einer Hochwasserverringerung auf?.....	118
Abbildung 39: Welche Parkplatzausführung weist einen Vorteil hinsichtlich einer bequemen und sicheren Verwendung im Alltag (Kinderwagen, Schuhe mit hohen Absätzen) auf?.....	119
Abbildung 40: Welche Parkplatzausführung weist einen Vorteil hinsichtlich Reduktion von Hitzeeffekten durch Abstrahlung/Speicherung (Klima) auf?	120
Abbildung 41: Wo würden Sie bevorzugt Ihr Auto parken?.....	120
Abbildung 42: Wäre für Sie ein Schotterrasenparkplatz eine Alternative zum asphaltierten Parkplatz?	121
Abbildung 43: Vergleich: Parkplatzwahl und welche Parkfläche gefällt Ihnen besser?	122

Abbildung 44: Ist Schotterrasen eine Alternative? Wo würden Sie bevorzugter Parken?122

9 Bilderverzeichnis

Bild 1: Aufbringen des Komposts	27
Bild 2: Walzen der eingesäten Fläche	27
Bild 3: Zustandsbild des Parkplatzes in Gosau zwei Jahre nach der Anlage des Schotterrasens mit der stark befahrenen Fläche im Vordergrund	27
Bild 4: Aufbringen des Schotterkörpers (links) und fertiggestellten des Schotterrasens (rechts)	30
Bild 5: <i>Agrostis capillaris</i>	33
Bild 6: <i>Anthoxanthum odoratum</i>	33
Bild 7: <i>Cynosurus cristatus</i>	33
Bild 8: <i>Festuca nigrescens</i>	34
Bild 9: <i>Festuca ovina</i>	34
Bild 10: <i>Festuca rupicola</i>	34
Bild 11: <i>Festuca trichophylla</i>	35
Bild 12: <i>Lolium perenne</i>	35
Bild 13: <i>Poa angustifolia</i>	35
Bild 14: <i>Poa annua</i>	36
Bild 15: <i>Poa compressa</i>	36
Bild 16: <i>Puccinellia distans</i>	36
Bild 17: <i>Anthyllis vulneraria</i>	37
Bild 18: <i>Lotus corniculatus</i>	37
Bild 19: <i>Medicago lupulina</i>	37
Bild 20: <i>Achillea millefolium</i>	38
Bild 21: <i>Dianthus deltoides</i>	38
Bild 22: <i>Galium album</i>	38
Bild 23: <i>Galium verum</i>	39
Bild 24: <i>Hieracium pilosella</i>	39
Bild 25: <i>Leontodon autumnalis</i>	39
Bild 26: <i>Leontodon hispidus</i>	40
Bild 27: <i>Leucanthemum vulgare</i>	40
Bild 28: <i>Plantago media</i>	40
Bild 29: <i>Prunella vulgaris</i>	41
Bild 30: <i>Rumex acetosa</i>	41
Bild 31: <i>Salvia pratensis</i>	41
Bild 32: <i>Sanguisorba minor</i>	42
Bild 33: <i>Silene vulgaris</i>	42

Bild 34: <i>Thymus pulegoides</i>	42
Bild 35: Keimung	48
Bild 36: sechs Keimproben	48
Bild 37: Gekeimte Samen	48
Bild 38: Frequenzrahmen	53
Bild 39: Gerätschaft zur Durchführung eines dynamischen Lastplattenversuches	54
Bild 40: Ausschüttversuch nach Pregl	55
Bild 41: Ernterahmen für die gezielte Entnahme der Biomasse	56
Bild 42: Ernte der Biomasse (links) und Trocknungsschrank (rechts)	57
Bild 43: Sieben der Bodenproben	57
Bild 44: Bodenprobenentnahme	57
Bild 45: Schotterrasen	59
Bild 46: Asphalt	59
Bild 47: Ausmessen der Parzellen am Standort Gosau und Verwiegen des verwendeten Saatguts	140
Bild 48: Ausbringen des Saatguts	140
Bild 49: Aufnahme der vegetativen Deckung	140
Bild 50: Abschlusserhebungen im September 2015 am Standort Gosau	140
Bild 51: Schotterrasen – Frage 3	144
Bild 52: Asphalt – Frage 3	144
Bild 53: Asphalt – Frage 4	145
Bild 54: Schotterrasen – Frage 4	145
Bild 55: Schotterrasen – Frage 5a	145
Bild 56: Asphalt – Frage 5a	145
Bild 57: Asphalt – Frage 5b	146
Bild 58: Schotterrasen – Frage 5b	146
Bild 59: Schotterrasen – Frage 5c	146
Bild 60: Asphalt – Frage 5c	146
Bild 61: Asphalt – Frage 6	147
Bild 62: Schotterrasen – Frage 6	147

10 Anhang



Bild 47: Ausmessen der Parzellen am Standort Gosau und Verwiegen des verwendeten Saatguts



Bild 48: Ausbringen des Saatguts



Bild 49: Aufnahme der vegetativen Deckung



Bild 50: Abschlusserhebungen im September 2015 am Standort Gosau

10.1 Keimfähigkeitsuntersuchung

Tabelle 28: Probenumfang und Resultate der Keimfähigkeitsuntersuchung

Datum	Ausnahme	Art Name	Deutsche name	gekeimt	Mindestkeimung	Status
10.04.2015	3x100 Samen	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gew. Ruchgras	67	70	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	4 x 100 Samen	<i>Festuca sp.*</i>	Schwingel	85	80	in Ordnung
10.04.2015	4 x 100 Samen	<i>Puccinellia distans</i>	Gew. Salzschwaden	89	70	in Ordnung
10.04.2015	4 x 100 Samen	<i>Poa annua*</i>	Einjährige-Rispe	96	75	in Ordnung
10.04.2015	4 x 100 Samen	<i>Poa sp.*</i>	Rispe	92	75	in Ordnung
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Agrostis capillaris*</i>	Rot-Straußgras	93	75	in Ordnung
10.04.2015	1x100 Samen, ink	<i>Cynosurus cristatus</i>	Wiesen-Kammgras	71	70	in Ordnung
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Lolium perenne*</i>	Englisches Raygras	83	80	in Ordnung
10.04.2015	1x25 Samen	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Echter Wundklee	48	75	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Lotus corniculatus*</i>	Gew. Hornklee	80	75	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x50 Samen	<i>Medicago lupulina*</i>	Gelbklee	64	80	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Achillea millefolium</i>	Echte Schafgarbe	93	50	in Ordnung
10.04.2015	1x25 Samen	<i>Dianthus deltoides</i>	Heide-Nelke	60	60	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x25 Samen	<i>Galium album</i>	Großes Wiesen-Labkraut	64	70	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x50 Samen	<i>Hieracium pilosella</i>	Kleines Habichtskraut	30	50	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Leontodon autumnalis</i>	Herbst-Löwenzahn	82	50	in Ordnung
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Magerwiesen-Margerite	70	70	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x50 Samen	<i>Plantago media</i>	Mittlerer Wegerich	6	70	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x50 Samen	<i>Prunella vulgaris</i>	Gew. Brunelle	78	70	in Ordnung
10.04.2015	1x25 Samen	<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer	48	50	Keimfähigkeit zu gering
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Salvia pratensis</i>	Wiesen-Salbei	90	50	in Ordnung
10.04.2015	1x5 Samen	<i>Sanguisorba minor</i>	Kleiner Wiesenknopf	100	50	in Ordnung
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Silene vulgaris</i>	Aufgeblasenes Leimkraut	83	70	in Ordnung
10.04.2015	1x100 Samen	<i>Thymus pulegioides</i>	Arznei-Quendel	42	75	Keimfähigkeit zu gering

*Keimfähigkeitswerte des Sorten- und Saatgutblat

10.2 Bodennährstoffe

Tabelle 29: Bodenanalysen des Versuchsstandorts Gosau

Fläche	Varianten	pH	P ₂ O ₅ mg/kg	P ₂ O ₅ * mg/kg	K mg/kg	Mg mg/100g	TOC %	Humus %
1	D stark	7,3	13,0	1,1	38,0	4,43	1,4	2,4
2	D mittel	7,3	36,0	1,6	39,0	6,0	1,4	2,4
3	D schwach	7,2	38,0	5,0	49,0	6,9	2,5	4,4
4	o D schwach	7,2	45,0	3,7	52,0	8,48	2,5	4,4
5	o D mittel	7,3	26,0	1,2	39,0	6,24	1,4	2,4
6	o D stark	7,2	10,0	0,5	40,0	4,71	1,3	2,2
7	D stark	7,3	16,0	1,3	36,0	5,37	1,8	3,0
8	D mittel	7,3	66,0	3,2	48,0	8,53	1,9	3,3
9	D wenig	7,3	17,0	1,0	36,0	4,25	1,2	2,0
10	o D wenig	7,2	19,0	2,9	32,0	3,84	1,4	2,5
11	o D mittel	7,3	26,0	1,6	43,0	7,04	1,7	2,9
12	o D stark	7,4	18,0	0,8	35,0	5,83	1,7	2,8
13	D stark	7,4	41,0	3,1	38,0	7,53	1,8	3,1
14	D mittel	7,3	43,0	2,7	39,0	7,76	1,3	2,2
15	D wenig	7,4	15,7	1,3	36,5	4,73	0,7	1,2
16	o D wenig	7,2	23,6	3,5	44,8	6,9	1,6	2,7
17	o D mittel	7,3	35,8	1,5	39,0	7,57	1,4	2,5
18	o D stark	7,4	22,3	0,3	34,9	6,38	1,1	1,9

D = Düngung o D = ohne Düngung
 schwach = schwach belastet

stark= stark belastet

mittel = mittel belastet

Fläche	Varianten	N %	Leitfähigkeit µS/cm	Ca cmolc/kg	Mg* cmolc/kg	K* cmolc/kg
1	D stark	0,1	123,0	9,9	0,6	0,1
2	D mittel	0,1	118,0	9,1	0,9	0,1
3	D schwach	0,2	136,0	15,7	1,0	0,2
4	o D schwach	0,2	138,0	16,1	1,2	0,2
5	o D mittel	0,1	120,0	9,5	1,0	0,1
6	o D stark	0,1	125,0	9,9	0,7	0,1
7	D stark	0,2	126,0	11,4	0,8	0,1
8	D mittel	0,2	115,0	12,0	1,4	0,1
9	D wenig	0,1	127,0	9,6	0,6	0,1
10	o D wenig	0,1	131,0	10,4	0,5	0,1
11	o D mittel	0,1	159,0	10,9	1,1	0,1
12	o D stark	0,1	127,0	10,6	0,8	0,1
13	D stark	0,1	124,0	10,6	1,1	0,1
14	D mittel	0,1	117,0	8,8	1,3	0,1
15	D wenig	0,0	129,0	7,8	0,6	0,1
16	o D wenig	0,1	129,0	10,1	0,8	0,1
17	o D mittel	0,1	111,0	8,5	1,2	0,1
18	o D stark	0,1	115,0	7,8	1,0	0,1

D = Düngung o D = ohne Düngung
 schwach = schwach belastet

stark= stark belastet

mittel = mittel belastet

Tabelle 30: zweiterteil der Bodenanalysen des Versuchsstandorts Gosau

Fläche	Varianten	Na cmolc/kg	Al cmolc/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg
1	D stark	0,02	0,01	49,76	23,2	1,2	3,7
2	D mittel	0,01	0,01	85,77	39,8	2,1	5,8
3	D schwach	0,02	0,01	95,68	36,8	1,8	8,6
4	o D schwach	0,03	0,01	113,3	44,1	2,8	8,5
5	o D mittel	0,02	0,01	98,81	45,7	3,3	6,2
6	o D stark	0,02	0,00	55,33	26,1	1,4	4,4
7	D stark	0,02	0,00	73,49	33,2	2,1	7,8
8	D mittel	0,01	0,00	143,9	58,6	2,2	7,6
9	D wenig	0,01	0,00	53,37	20,9	1,0	3,5
10	o D wenig	0,01	0,01	53,11	25,8	0,9	4,8
11	o D mittel	0,01	0,00	94,16	38,9	2,1	6,0
12	o D stark	0,01	0,00	71,04	33,5	2,1	7,8
13	D stark	0,02	0,00	89,89	42,6	2,7	10,2
14	D mittel	0,04	0,00	121,7	49,0	2,2	6,2
15	D wenig	0,01	0,00	44,98	19,3	1,6	4,0
16	o D wenig	0,01	0,00	82,38	29,3	2,1	7,0
17	o D mittel	0,02	0,00	123,9	48,6	2,1	6,2
18	o D stark	0,03	0,00	79,77	37,9	2,3	5,7

D = Düngung o D = ohne Düngung stark= stark belastet mittel = mittel belastet
 schwach = schwach belastet

Tabelle 31: Bodenanalysen des Versuchsstandorts Gumpenstein

Fläche	Varianten	pH	P ₂ O ₅ mg/kg	P ₂ O ₅ * mg/kg	K mg/kg	Mg mg/100g	TOC %	Humus %
1	o D	7,7	7,4	0,3	26,6	143,5	0,7	1,2
2	o D	7,8	3,1	-0,5	19,9	150,6	0,8	1,3
3	o D	7,7	4,4	-0,2	22,4	121,4	0,6	1,1

D = Düngung o D = ohne Düngung

Fläche	Varianten	N %	Leitfähigkeit µS/cm	Ca cmolc/kg	Mg* cmolc/kg	K* cmolc/kg	Na cmolc/kg
1	o D	0,0	131,0	5,2	1,8	0,1	0,0
2	o D	0,0	133,0	5,2	1,8	0,1	0,1
3	o D	0,0	133,0	5,6	1,4	0,1	0,1

D = Düngung o D = ohne Düngung

Fläche	Varianten	Al cmolc/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg
1	o D	0,00	52,48	35,9	1,9	1,8
2	o D	0,00	49,95	40,5	2,4	1,8
3	o D	0,00	54,67	42,3	2,4	1,7

D = Düngung o D = ohne Düngung

10.3 Fragebogen

Fragen: Männlich

Weiblich

1. Sagt Ihnen der Begriff „Flächenversiegelung“ im Zusammenhang mit dem Begriff „Flächenverbrauch“ etwas?

Antwortmöglichkeit: Ja/Nein

2. Wie viele Flächen werden in Österreich ungefähr pro Tag versiegelt?

Antwortmöglichkeiten: 0,7 ha/7 ha/17 ha/ 70 ha?

Beispiel: Fußballfeld ca. 0,7 ha

3. Welche Parkfläche gefällt Ihnen besser?

Antwortmöglichkeiten: A/B



Bild 51: Schotterrasen – Frage 3



Bild 52: Asphalt – Frage 3
(Quelle: bam, 2016)

4. Welche der beiden Parkflächen ist Ihrer Meinung nach ökologisch wertvoller?

Antwortmöglichkeiten: A/B



Bild 53: Asphalt – Frage 4
(Quelle: bam, 2016)



Bild 54: Schotterrasen – Frage 4

5. Welche Parkplatzausführung weist einen Vorteil auf hinsichtlich:

a.) Hochwasser Verringerung

Antwortmöglichkeit: A/B



Bild 55: Schotterrasen – Frage 5a



Bild 56: Asphalt – Frage 5a
(Quelle: bam, 2016)

- b.) Bequeme und sichere Verwendung im Alltag (Kinderwagen, Schuhe mit hohen Absätzen)

Antwortmöglichkeit: A/B

A



Bild 57: Asphalt – Frage 5b
(Quelle: bam, 2016)

B



Bild 58: Schotterrasen – Frage 5b

- c.) Reduktion von Hitzeeffekten durch Abstrahlung/Speicherung (Klima)

Antwortmöglichkeit: A/B

A



Bild 59: Schotterrasen – Frage 5c

B



Bild 60: Asphalt – Frage 5c
(Quelle: bam, 2016)

6. Wo würden Sie bevorzugt Ihr Auto parken?

Antwortmöglichkeit: A/B

A



Bild 61: Asphalt – Frage 6
(Quelle: bam, 2016)

B



Bild 62: Schotterrasen – Frage 6

7. Wäre für Sie ein Schotterrasenparkplatz eine alternative zum asphaltierten Parkplatz?

Antwortmöglichkeit: Ja/Nein

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AGES	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Al	Aluminium
bzw.	beziehungsweise
Ca	Calcium
ca.	zirka
cm	Zentimeter
Cu	Kupfer
dt	Dezitonne
E _{vd}	dynamisches Verformungsmodul
E _{v2}	Verformungsmodul
Fe	Eisen
FLL	Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau
FL.-%	Flächenprozent
g	Gramm
Gew.%	Gewichtsprozent
Gew.	Gewöhnliches/Gewöhnlicher
ha	Hektar
HBLFA	Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt
ink	inkrustiert
K	Kalium
k _f	Durchlässigkeitsbeiwert m/s
kg	Kilogramm
km	Kilometer
l	Liter
LKW	Lastkraftwagen
m	Meter
max.	Maximum
Mg	Magnesium
mg	Milligramm
Mio	Millionen
Mn	Mangan
MN	Meganewton
N	Stickstoff
Na	Natrium

ÖAG	Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau
o.J.	ohne Jahr
ÖNorm	Österreichische Norm
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz
pH-Wert	Bodenreaktion
PKW	Personenkraftwagen
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
P ₂ O ₅	Phosphor und K ₂ O
s	Sekunde
SPSS	Statistic Package of Sciences
u.a.	unter anderem
UV	Ultraviolett
vgl.	vergleiche
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Zn	Zink
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Bernd Schweiger
<u>Geburtstag</u>	06.02.1986
Geburtsort	Rottenmann
Land	Steiermark
Staatsbürgerschaft	Österreich
Familienstand	verheiratet
Universität	Universität für Bodenkultur

Ausbildung

Beruflicher Werdegang

	Verkehrssystemplaner bei ÖBB Infrastruktur AG
Wien	August, 2016