

# **Entwicklung von Sportrasenflächen mit einer Weißkleezugabe**

## **Development of sports lawns adding the white clover**

Masterarbeit  
Institut für Landschaftsbau und Ingenieurbiologie  
Universität für Bodenkultur



Verfasser/in: Viorica Spreitzer und Yves Vennewald  
Betreuer: O. Univ. Prof. Dr. Florin Florineth

Jänner 2013

## Kurzfassung

Sportrasenflächen sind einer ständigen Belastung ausgesetzt und müssen enormen Ansprüchen in Bezug auf die Tragschicht und die Grasnarbe gerecht werden. Diese Ansprüche werden in Regelwerken genaustens beschrieben. Die Wirklichkeit sieht jedoch häufig anders aus.

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich daher mit der Frage, wie eine Optimierung dieser Sportrasenflächen für den täglichen Gebrauch erreicht werden kann. Aus der Landwirtschaft ist bekannt, dass Weißklee sehr strapazierfähig ist und sogar bei extremen Wetterbedingungen seine kräftige grüne Farbe beibehält. Außerdem bindet er den Luftsickstoff, der so auch den Gräsern zu Verfügung gestellt werden kann.

Die Aufgabe dieser Masterarbeit ist es, handelsübliche Sportrasenmischungen mit Weißklee aufzubessern. Dazu wurde die Weißkleesorte *Trifolium repens* 'Pipolina' mit 2% oder 5% der Saatgutmischung beigemischt.

Mit dieser Zugabe soll festgestellt werden, wie sich der Klee in der Sportrasenfläche integriert und welchen möglichen Einfluss er auf die Gräser ausübt.

Dazu wurden sechs Saatgutmischungen auf jeweils 2 m x 6 m großen Feldern ausgesät und unterschiedlich oft bewalzt. Hiermit soll erforscht werden, wie der Weißklee unter der Belastung der Bewalzung entwickelt.

Außerdem soll geprüft werden, ob und welchen Einfluss der Weißklee auf die Bodendichte, die Scherfestigkeit, den Deckungsgrad und das Wurzelwachstum ausübt.

Die Versuche wurden von Mai 2012 bis September 2012 durchgeführt, dabei wurden monatlich die Parameter Bodendichte, Scherfestigkeit und Deckungsgrad aufgenommen.

Nach der ersten Vegetationsperiode lässt sich feststellen, dass der Weißklee der Rasenfläche in den herbstlichen Monaten einen kräftigeren Grünton verleiht. Jedoch ist auf die Zugabemenge der Weißkleesamen in die Saatgutmischungen zu achten, da der Weißklee bei zu hohem Anteil sehr dominant wirkt und die Gräser verdrängt. Nach dem Versuch empfiehlt sich eine Zugabe von 2% Weißklee. Eine Auswirkung auf die Bodendichte und Scherfestigkeit konnte nicht festgestellt werden.

## Abstract

The sports turf surface is experiencing a constant pressure and has to meet high expectations in terms of its base course and its sward. These expectations can be found in detailed regulations. But the reality is different. The sports turf surface are in moderate conditions, which leads to the result, that an increasing number of sports clubs changes their surface to artificial turf.

The present master thesis deals with the question, how an optimization of the sports turf surface for a day-to-day use can be achieved.

It is known from agriculture that white clover is very sturdy and keeps its deep green color even in extreme weather conditions.

In addition this clover is air nitrogen binding and can be provided for the grass. The task of this master thesis is to improve commercial grass seed mixture with white clover and self-heal. For this purpose the white clover cultivar *Trifolium repens* 'Pipolina' and the *Prunella vulgaris* were added to the grass seed mixture by either 2% or 5%. By doing this, it should be detected in what way the weeds become integrated and what influence they have on the sports turf surface. For this purpose six seed mixtures were sown on six separate 2m x 6m fields and were rolled differently often.

This experiment is to study how the *Prunella vulgaris* and the *Trifolium repens* evolve under the load of this rolling.

Further more it shall be researched which influence the white clover exerts on the soil density, the shear strength, the coverage and the root growth.

The experiment is executed from May 2012 until September 2012 by studying the monthly soil density, shear strength and coverage.

The first vegetation period shows that the white clover is giving a strong green color to the turf surface during the autumnally months. However it is important to pay attention to the amount of white clover seeds in the seed mixture, because a high amount of white clover has a dominant effect and pushes the grass aside. After the research an addition of 2% of white clover is suggestable. An influence on the soil density and shear strength was not discovered.

## **Vorwort**

Viorica Spreitzer hat diese Versuche im Jahr 2011 begonnen und bis zum Frühsommer 2012 betreut.

Yves Vennewald führte dieses Forschungsvorhaben bis zum Ende der Vegetationsperiode 2012 fort.

Daher wurde zusammen sehr intensiv an dem Forschungsprogramm gearbeitet und anschließend festgestellt, dass diese Masterarbeit nicht in zwei Teile getrennt werden kann.

In Absprache mit Herrn Prof. Dr. Florineth wurde entschieden, das Forschungsvorhaben in einer gemeinsamen Arbeit zu publizieren.

Viorica Spreitzer hat sich intensiv mit dem Versuchsaufbau und der Keimfähigkeit auseinander gesetzt, Yves Vennewald hat sich mit der Entwicklung des Weißklees beschäftigt.

Im Inhaltsverzeichnis ist zu sehen, welche Kapitel gemeinsam und welche getrennt erarbeitet wurden.

## Danksagung

Unser Dank gilt

**O. Univ. Prof. Dr. Florin Florineth** für den interessanten Themenvorschlag und die Betreuung der Arbeit.

**Franz Doppler** für die Unterstützung im Bereich der Gerätehandhabung.

**Aczan Abraham** für die Pflege unserer Versuchsfläche im Versuchsgarten der Universität für Bodenkultur in Essling, Wien.

**Maximilian von Schönberg** und **Kathrin Steinweg** für die Hilfeleistungen bei den verschiedenen Messungen.

Unseren **Freunden** und **Verwandten** für die Ermutigung und Unterstützung.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Kurzfassung                                                   | 2  |
| Abstract (Yves Vennewald)                                     | 3  |
| Vorwort                                                       | 4  |
| Danksagung                                                    | 5  |
| 1 Einleitung und Problemstellung (Yves Vennewald)             | 8  |
| 2 Forschungsvorhaben                                          | 10 |
| 2.1 Anforderungen an die Sportrasenfläche (Yves Vennewald)    | 11 |
| 3. Untersuchungsgebiet (Yves Vennewald)                       | 14 |
| 3.1 Klima                                                     | 14 |
| 3.2 Temperatur                                                | 15 |
| 3.3 Niederschlag                                              | 15 |
| 3.4 Boden                                                     | 16 |
| 4 Versuchsaufbau                                              | 17 |
| 5 Saatgut (Viorica Spreitzer)                                 | 20 |
| 5.1 Saatgutmischungen (Viorica Spreitzer)                     | 20 |
| 5.2 Gräserarten und ihre Samen (Viorica Spreitzer)            | 21 |
| 5.3 Weißklee ( <i>Trifolium repens</i> ) (Yves Vennewald)     | 23 |
| 5.4 Brunelle ( <i>Prunella vulgaris</i> ) (Viorica Spreitzer) | 26 |
| 5.5 Keimfähigkeitsuntersuchung (Viorica Spreitzer)            | 26 |
| 5.5.1 Ergebnisse der Keimfähigkeitsuntersuchung               | 29 |
| 6 Untersuchungsmethoden im Gelände (Viorica Spreitzer)        | 32 |
| 6.1 Flügelsonde                                               | 32 |
| 6.2 Frequenzrahmen                                            | 32 |
| 6.3 Penetrologger                                             | 33 |
| 6.4 Bodenbohrer                                               | 35 |
| 6.5 Auswertung der Daten (Viorica Spreitzer)                  | 35 |
| 6.5.1 Bodendichte (Penetrologger)                             | 35 |
| 6.5.2 Scherfestigkeit (Flügelsonde)                           | 36 |
| 6.5.3 Deckungsgrad (Frequenzrahmen)                           | 36 |
| 6.5.4 Wurzelwachstum (Bodenbohrer)                            | 36 |
| 7 Ergebnisse                                                  | 37 |
| 7.1 Ergebnisse der Saatgutmischung 1                          | 38 |
| 7.2 Ergebnisse der Saatgutmischung 2                          | 48 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 7.3 Ergebnisse der Saatgutmischung 3                         | 58  |
| 7.4 Ergebnisse der Saatgutmischung 4                         | 68  |
| 7.5 Ergebnisse der Saatgutmischung 5                         | 78  |
| 7.6 Ergebnisse der Saatgutmischung 6                         | 88  |
| 7.7 Ergebnis Wurzelwachstum (Yves Vennewald)                 | 98  |
| 8 Diskussion und Vergleich der Ergebnisse                    | 99  |
| 8.1 Bodendichte (Eindringwiderstand) (Yves Vennewald)        | 99  |
| 8.2 Scherfestigkeit (Viorica Spreitzer)                      | 102 |
| 8.3 Deckungsgrad (Viorica Spreitzer)                         | 106 |
| 8.4 Entwicklung von <i>Trifolium repens</i> (Yves Vennewald) | 108 |
| 9 Ausblick und Vorschläge für die Praxis                     | 113 |
| 10 Zusammenfassung                                           | 115 |
| 11 Literaturverzeichnis                                      | 117 |
| 12 Abkürzungsverzeichnis                                     | 121 |
| 13 Abbildungsverzeichnis                                     | 122 |
| 14 Tabellenverzeichnis                                       | 124 |
| 15 Diagrammverzeichnis                                       | 125 |
| 16 Anhang                                                    |     |

# 1 Einleitung und Problemstellung

Sportarten, die auf dem grünen Rasen stattfinden, haben in unserer Gesellschaft einen hohen Stellenwert. Eine gut gepflegte Rasenfläche wird sowohl von den Sportlern als auch den Zuschauern geschätzt.

Um Sportarten wie Fußball oder Golf technisch einwandfrei auf der Sportrasenfläche ausführen zu können, bestehen hohe Ansprüche an die Grasnarbe und die Tragschicht des Spielfeldes. Diese Anforderungen werden in der DIN 18035-4 und in der ÖNORM 2606/1 beschrieben. Die Grasnarbe muss dicht und ohne Lücken sein, Wildkräuter sind grundsätzlich unerwünscht, die Fläche muss ebenerdig sein, eine gute Wasserdurchlässigkeit ist Voraussetzung. Diese hohen Anforderungen werden an lebende Organismen gestellt und sogar in der Zeit der Vegetationsruhe gefordert. Daher sind Grasarten und -sorten notwendig, die eine enorm hohe Strapazierfähigkeit besitzen.

Das Interesse an der wissenschaftlichen Rasenforschung ist groß, ständig wird weiter geforscht, um die optimale Sportrasenfläche zu entwickeln. Das zeigt auch die in den 60er Jahren gegründete Deutschen Rasengesellschaft e.V., die sich mit einem erheblichen Fragenkomplex wie Züchtung, Ansaat, Düngung, Schnitt, Beregnung auseinandersetzt, um nur einige zu nennen. Damit sind sie ein wichtiger Ratgeber für die Praxis. (vgl. MÜLLER-BECK 1977, S.1)

Neueste Untersuchungen beschäftigen sich auch mit der Zugabe von Weißklee (*Trifolium repens*) in der Sportrasenfläche, dies steht jedoch in großer Diskrepanz, da Weißklee als Leguminose zum Wildkraut zählt und auf Sportrasenflächen unerwünscht ist.

Andererseits besitzt der Weißklee aber Eigenschaften, die in der Sportrasenfläche von Vorteil sein können. Er gilt als trittresistent und kann durch seine kriechende Wuchsweise schnell Lücken in der Grasnarbe schließen, mit dem sogenannten „grünbleib-Effekt“ in Trocken-Stresssituationen verleiht der Weißklee der Rasenfläche einen kräftigeren Grünton. Außerdem besitzt er die Fähigkeit, Luftstickstoff zu binden und ihn für Gräserarten zur Verfügung zu stellen. Diese Attribute machen den Weißklee zu einem potenzielle hochwertigen Partner für Grasarten (vgl. CLAUPEIN et al. 2010, S. 3). Dabei sind es vor allem die kleinblättrigen Weißklee-Sorten mit einer hohen Narbendichte, die hier in Frage kommen.

Die Aufgabe dieser Masterarbeit soll es daher sein, zu prüfen, in welcher idealen

Menge der Weißklee in die Sportrasenfläche zu integrieren ist und zu beobachten, wie sich die unterschiedlichen Grasarten mit dem Weißklee in der Sportrasenfläche entwickeln. Anhand des Deckungsgrades, der Entwicklung des Weißklee, der Bodendichte, der Scherfestigkeit und des Wurzelwachstum soll diese Fragestellung beantwortet werden.

Im ersten Teil der Arbeit wird kurz erläutert, welche Anforderungen an die Sportrasenfläche gestellt werden. Danach wird das Versuchsprojekt vorgestellt, wie es aufgebaut und welche Untersuchungsmethoden angewendet wurden und im darauffolgenden Kapitel werden die Ergebnisse ausgewertet und besprochen.

## 2 Forschungsvorhaben

Für das Forschungsprojekt wurden sechs Saatgutmischungen mit Gräsern, die für die Sportrasenfläche geeignet sind, zusammengestellt. In vier der sechs Saatgutmischungen wurde ein Weißkleeanteil von 2 oder 5% hinzugefügt. Außerdem wurde versucht mit der Brunelle (*Prunella vulgaris*) die Saatgutmischung ebenfalls mit 2 oder 5% aufzubessern.

Ein Forschungsziel ist es, herauszufinden, inwieweit sich die Saatgutmischungen unter einer bestimmten Belastung entwickeln. Daher wird jede Saatgutmischung unterschiedlich oft in der Woche bewalzt. So gibt es Felder, die gar nicht bewalzt, die einmal und die zweimal in der Woche bewalzt wurden.

Eine weitere Frage ist, inwieweit sich die Bewalzung auf die Scherfestigkeit und die Bodendichte des Bodens auswirkt.

Das Forschungsvorhaben fand im Versuchsgarten Essling der Universität für Bodenkultur in dem Zeitraum von August 2011 bis September 2012 statt und wird im nächsten Jahr fortgeführt.

In folgendem Kapitel wird vorab erläutert, welche Anforderungen Sportrasenflächen in der Praxis zu erfüllen haben. Danach wird das Forschungsprojekt in seinem Aufbau vorgestellt.

## 2.1 Anforderungen an die Sportrasenfläche

Die Sportrasenfläche ist einer ständigen Belastung ausgesetzt und muss dabei höchste Anforderungen, die sogar in der Zeit der Vegetationsruhe eintreten, erfüllen.

Damit Sportarten wie Fußball oder Golf spieltechnisch einwandfrei durchgeführt werden können, bestehen hohe Ansprüche an die Grasnarbe und die Tragschicht. So sind vor allem die Scherfestigkeit, die Ebenflächigkeit, die Wasserdurchlässigkeit und die dichte Rasenausbildung wichtige Anforderungen, die erfüllt werden müssen.

### Scherfestigkeit:

Die Standfestigkeit des Sportlers auf dem Untergrund ist wichtig, um beim Fußballspiel einen kontrollierten Pass oder beim Golfspiel einen exakten Schlag ausführen zu können. (vgl. BISCHOFF 2009, S.1)

Hierfür ist die Scherfestigkeit des Bodens entscheidend. Unter der Scherfestigkeit versteht man die Reibung zwischen den einzelnen Bodenpartikeln und der Haftfestigkeit des Materials, welche als Kohäsion bezeichnet wird (vgl. BISCHOFF 2009, S.1).

Nach DIN 18035-4 (2012) ist die Scherfestigkeit, „die zusammenhaltende Kraft in der Rasentragschicht“ (DIN 18035-4 2012, S.19). Sie wird als Spannungskraft pro Fläche [ $\text{kN/m}^2$ ] angegeben und ist abhängig von der Lagerungsdichte, der Korngrößenverteilung und dem Wassergehalt. Die gewünschte Scherfestigkeit liegt bei  $>12 \text{ kN/m}^2$ .

Nach TOBIAS wird die Scherfestigkeit aber auch durch die Verbundwirkung von Boden und Wurzeln verstärkt und so lässt sich sagen, je höher der Wurzelanteil im Boden, umso höher ist die Scherfestigkeit. (vgl. TOBIAS 1991)

Daher hat die Bewurzelung (-dichte und -tiefe) der Sportrasenfläche auch einen wichtigen Einfluss auf die Scherfestigkeit der Sportrasenfläche.

„Eine „ausreichende“ Scherfestigkeit gilt demnach als Indiz für eine gute Strukturfestigkeit und hohe Belastungsfähigkeit bei Sportanlagen und wird für belastbare Rasenflächen mit Sportfunktion verstärkt gefordert“ (NONN in HOLZINGER, 1988; SKIRDE, 1970).

Ebenfalls besteht ein großer Zusammenhang zwischen der Scherfestigkeit und

der Bodendichte. Dichtere Bodenlagerungen, also ein höher Eindringwiderstand, steigert die Festigkeit des Bodens und ist somit für die Anforderungen an die Tragfähigkeit eines Sportplatzes vorteilhaft. Zu starke Bodenverdichtungen wirken sich allerdings negativ aus, da das Wurzelwachstum der Rasengräser beschränkt ist. (vgl. HOLZINGER 2011, S.16)

Wie HOLZINGER in ihrer Arbeit zur Scherfestigkeit von Sportrasenflächen 2011 recherchierte, kann der Eindringwiderstand auch als Maß für die Durchwuzelbarkeit des Bodens dienen. So können Gräser bei einem Eindringwiderstand von 1,4 MPa sehr gut wurzeln, ab einem Wert von 2,3 MPa ist jedoch das Wurzelwachstum nur noch bedingt möglich.

(vgl. HOLZINGER 2011, S.16)

**Ebenflächigkeit:**

Für die Ebenflächigkeit darf es zu keiner nennenswerten Setzung oder Verdichtung kommen. Die maximale Bodenveränderung darf beim Unterbau bei  $\pm 3$  cm Höhe und bei der Rasentragschicht bei  $\pm 1,5$  cm liegen.

(vgl. Ö-NORM B 2606/1)

**Wasserdurchlässigkeit:**

Die Wasserdurchlässigkeit muss in den verschiedenen Bodenschichten unbedingt gegeben sein.

Die Rasentragschicht muss eine Versickerungszeit von 3-8 Minuten für 10 mm Wasserabsenkung im Labor aufweisen. Im eingebauten Zustand muss die Wasserabsenkung von 40 mm weniger als 1 Stunde betragen, für 10 mm also unter 15 Minuten liegen.

(vgl. Ö-NORM B 2606/1)

**Rasenausbildung:**

Ein voller Deckungsgrad der Rasenfläche hat sowohl für das Auge des Sportlers als auch des Zuschauers eine ansprechende Wirkung, da eine kräftige grüne Rasenfläche gerade zur sportlichen Aktivität einlädt und zum anderen ist es die Voraussetzung, die Sportarten auf technisch hohem Niveau durchführen zu können. Daher ist ein hoher Deckungsgrad anzustreben. Nach DIN 18035-4 muss beim Sportrasen mindestens 70% der Fläche 90% projektive Bodendeckung aufweisen. (vgl. DIN 18035-4, 2012, S.10).

Um solche Vorgaben zu erfüllen, sind Rasengräser nötig, die eine hohe Strapazierfähigkeit besitzen. Nach SKIRDE müssen die Rasengräser folgende Eigenschaften aufweisen:

1. Dichte Narbenbildung und intensive Bewurzelung
2. Trittfestigkeit
3. Gesundheit
4. Trockenheitsresistenz
5. Regeneration nach erlittenen Schäden
6. Zeitiges Ergrünen im Frühjahr

(SKIRDE 1970, S. 32)

Da diese Eigenschaften von einer Grasart nur bedingt zu erfüllen sind, ist es sinnvoll, Grasarten und Sorten zu kombinieren. Außerdem wird so das Risiko eines großflächigen Ausfalles im Zuge einer Monokultur durch Krankheitsbefall minimiert.

(vgl. HOLZINGER 2011, S.18)

### 3 Untersuchungsgebiet

Die Versuchsfläche, auf der die vorliegenden Untersuchungen durchgeführt wurden, befindet sich im Versuchsgarten des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Universität für Bodenkultur. Der Versuchsgarten liegt im 22. Wiener Gemeindebezirk in Essling auf einer Seehöhe von ca. 157m und gehört landschaftsräumlich zu dem Gebiet der Donauaue, jedoch ist seit der Donau-regulierung im letzten Jahrhundert die Auendynamik nicht mehr gegeben (vgl. REICHENAUER 2000, S. 10).

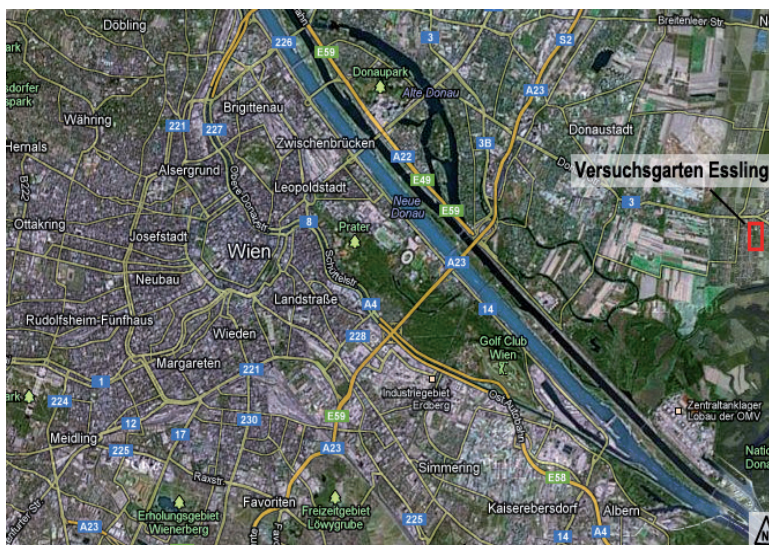


Abb. 1: Versuchsgarten Essling, Übersicht Wien



Abb. 2: Versuchsgarten Essling in Wien

#### 3.1 Klima

Großräumig betrachtet, befindet sich die Versuchsfläche im Übergansbereich vom Hügellandklima des Weinviertels zum pannonisch geprägten Klima des Marchfeldes und gehört pflanzengeographisch und –klimatographisch zu dem Gebiet Pannikum, welches für sein trockenes-warmes Klima charakteristisch ist. (vgl. FAULER 1997, S. 5)

Die Klimadaten vom Versuchszeitraum 2011/12 stammen von der naheliegenden meteorologischen Station in Großenzersdorf, die gegenübergestellten Klimadaten sind die langjährigen Mittelwerte (1971-2000) der Wetterstation Innere Stadt (Wien) und stammen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

## 3.2 Temperatur

Die Temperatur ist für das Pflanzenwachstum wichtig, da Pflanzen einem Wechsel zwischen Vegetations- und Ruheperiode unterliegen.

Als grobe Grundregel wird gesagt, dass das Ende der Vegetationsperiode eintritt, wenn fünf aufeinanderfolgende Tage eine Tagesmitteltemperatur von 5 °C unterschreiten und die Vegetationsperiode wieder beginnt, wenn fünf aufeinanderfolgende Tage eine Tagesmitteltemperatur von 5 °C überschreiten. Jedoch sind dies nur grobe Richtwerte, da die Vegetationsperiode von Pflanze zu Pflanze unterschiedlich ist. (vgl. FAULER 1997, S. 6)

Bei den Monatsmittelwerten zeigt sich, dass 2011 schon im Oktober die 10 °C Marke unterschritten wurde und dass der November im Gegensatz zum langjährigen Mittelwert viel kühler war. Das Ende der Vegetationsperiode traf ca. am 11.11.2011 ein. Der März 2012 wiederum war im Durchschnitt wärmer und die Vegetationsperiode begann am 11.03. 2012.

Die Temperaturen der Sommermonate 2012 waren ziemlich identisch mit den Temperaturen der langjährigen Mittelwerte.

|                  | IV   | V     | VI    | VII   | VIII | IX   | X    | XI  | XII | Durchschnitt |
|------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|-----|--------------|
| <b>2011</b>      | 12,7 | 14,59 | 19,34 | 19,24 | 20,9 | 17,3 | 9,7  | 2,9 | 2,8 | 13,3         |
| <b>1971-2000</b> | 11,5 | 16,5  | 19,1  | 21,7  | 21,6 | 16,8 | 11,6 | 5,5 | 2,4 | 14,1         |

|                  | I   | II  | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | Durchschnitt |
|------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|--------------|
| <b>2012</b>      | 2,2 | 2,6 | 8,1 | 10,6 | 16,4 | 19,5 | 21,4 | 21,6 | 16,2 | 13,2         |
| <b>1971-2000</b> | 1,2 | 2,9 | 6,4 | 11,5 | 16,5 | 19,1 | 21,7 | 21,6 | 16,8 | 13,1         |

Tab. 1: Vergleich der monatlichen Durchschnittstemperatur 2011/12 (meteorologischen Station in Großenzersdorf) mit 30-jährigen Monatsmittelwerten (meteorologischen Station: Wien innere Stadt)

## 3.3 Niederschlag

Im Versuchszeitraum fiel deutlich weniger Niederschlag als im langjährigen Vergleich. Vor allem der November 2011 sticht mit seinen nur 0,8 mm Niederschlag hervor. Er gilt als trockenster Monat seit 1881 (vgl. PRESSESTELLE: DEUTSCHER WETTERDIENST 2011).

Geringe Niederschlagsmengen können jedoch ausgeglichen werden. Die Versuchsfläche wurde bei andauernder Trockenheit regelmäßig bewässert, sodass es hier keine großen Schwankungen bei der Bodenfeuchte gab.

|                  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Gesamt |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| <b>2011</b>      | 32,8 | 46,2 | 67   | 79,4 | 29,2 | 17,4 | 33,0 | 0,8  | 14,8 | 320,6  |
| <b>1971-2000</b> | 39,2 | 60,9 | 63,3 | 66,6 | 66,5 | 50,4 | 32,8 | 43,9 | 34,6 | 458,2  |

|                  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | Gesamt |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| <b>2012</b>      | 36,2 | 8,6  | 12,8 | 26,2 | 27,6 | 49,2 | 87,8 | 29,2 | 39,4 | 317,0  |
| <b>1971-2000</b> | 21,3 | 29,3 | 39,1 | 39,2 | 60,9 | 63,3 | 66,6 | 66,5 | 50,4 | 436,6  |

Tab. 2: Niederschlagssumme 2011/12 (meteorologischen Station in Großenzersdorf) im Vergleich mit 30-jährigen Monatsmittelwerten (meteorologischen Station: Wien innere Stadt)

### 3.4 Boden

Der Boden im Versuchsgarten ist ein trockengefallener Auenboden. Durch die Donauregulierung ist der Kontakt zum Grundwasser verloren gegangen, dadurch kommt es zu einer allmählichen Verbraunung des Bodens, welcher sich nun langsam zur Schwarzerde weiter entwickelt. Diese Entwicklung ist im Versuchsgarten jedoch nur kaum festzustellen.

(vgl. REICHENAUER 2000, S. 13)

Bei der Bodenanalyse wird auf die Diplomarbeiten von REICHENAUER und FAULER zurückgegriffen. Diese haben im Jahre 1997 und 2000 auf der selben Versuchsfläche vegetationstechnische Untersuchungen für einen Blumeneasen durchgeführt und den Boden vorab analysiert.

Nach FAULER handelt es sich bei der Bodenart um einen lehmigen bis sandigen Schluff (leicht bis mittelschwer) (vgl. FAULER 1997, S. 7).

Der Oberboden besteht aus 14 % Ton, 52 % Schluff und 34 % Sand, der Unterboden ist etwas tonreicher. Die Wasserverhältnisse reichen von mäßig trocken bis gut versorgt (vgl. REICHENAUER 2000, S. 14).

Der pH-Wert liegt im alkalischen Bereich. Der Grund hierfür ist der sehr hohe Kalkgehalt (ca. 24%) (vgl. FAULER 1997, S. 7).

Nach REICHENAUER ist der Humusanteil als mittel einzustufen, das C/N-Verhältnis liegt zwischen 16,7 und 19,4 und ist als ausreichend zu bezeichnen“ (REICHENAUER 2000, S. 13).

## 4 Versuchsaufbau

Für die Untersuchung wurden sechs verschiedene Saatgutmischungen mit unterschiedlichem Weißkleeanteil und Brunelleanteil ausgewählt, welche im Kapitel 5 vorgestellt werden.

Die Saatgutmischungen wurde auf eine 72 m<sup>2</sup> große Fläche, in 18 Parzellen je 2 x 6 m aufgeteilt, aufgebracht. Jede Saatgutmischung wurde drei Mal ausgesät und besitzt somit drei Parzellen.

Vorab wurden die ersten fünf Zenti-

meter des Oberbodens abgetragen und mit einem Humus-Sand Gemisch wieder aufgefüllt.

Des Weiteren wird die Fläche unterschiedlich oft bewalzt, sodass jede Saatgutmischung in der Parzelle drei Felder je 2 x 2 m mit keiner Bewalzung, einmal bewalzt und zweimal wöchtentlich bewalzt, besitzt. Die Bewalzung erfolgt mit einer Scherstollenwalze. Das Saatgut wurde im August 2011 nach dem Plan der Versuchsfläche (Abbildung 4) ausgesät.

Zur besseren Verständlichkeit und Übersichtlichkeit der Arbeit besitzen die Parzellen Abkürzungen. Aus ihnen geht hervor, um welche Saatgutmischung es sich handelt, um welche Parzelle und wie oft sie bewalzt wurde.

Bsp.: Sm1/Pz1/0x = Saatgutmischung 1/Parzelle 1/ keinmal bewalzt.

Nach diesem Schema wurde im August 2011 das Saatgut ausgesät.

Nach der Aussaat wurden die Samen mit einer Walze in den Boden gedrückt, damit die Samen besseren Bodenkontakt haben und nicht so schnell durch einen Windstoß davon fliegen.

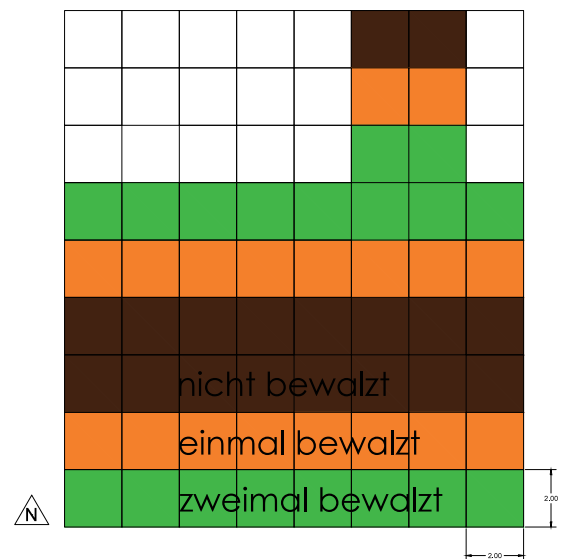


Abb. 3: Bewalzungsplan, Versuchsfläche Wien-Essling, 2011



Abb. 4: Versuchsfläche Wien-Essling, August 2011

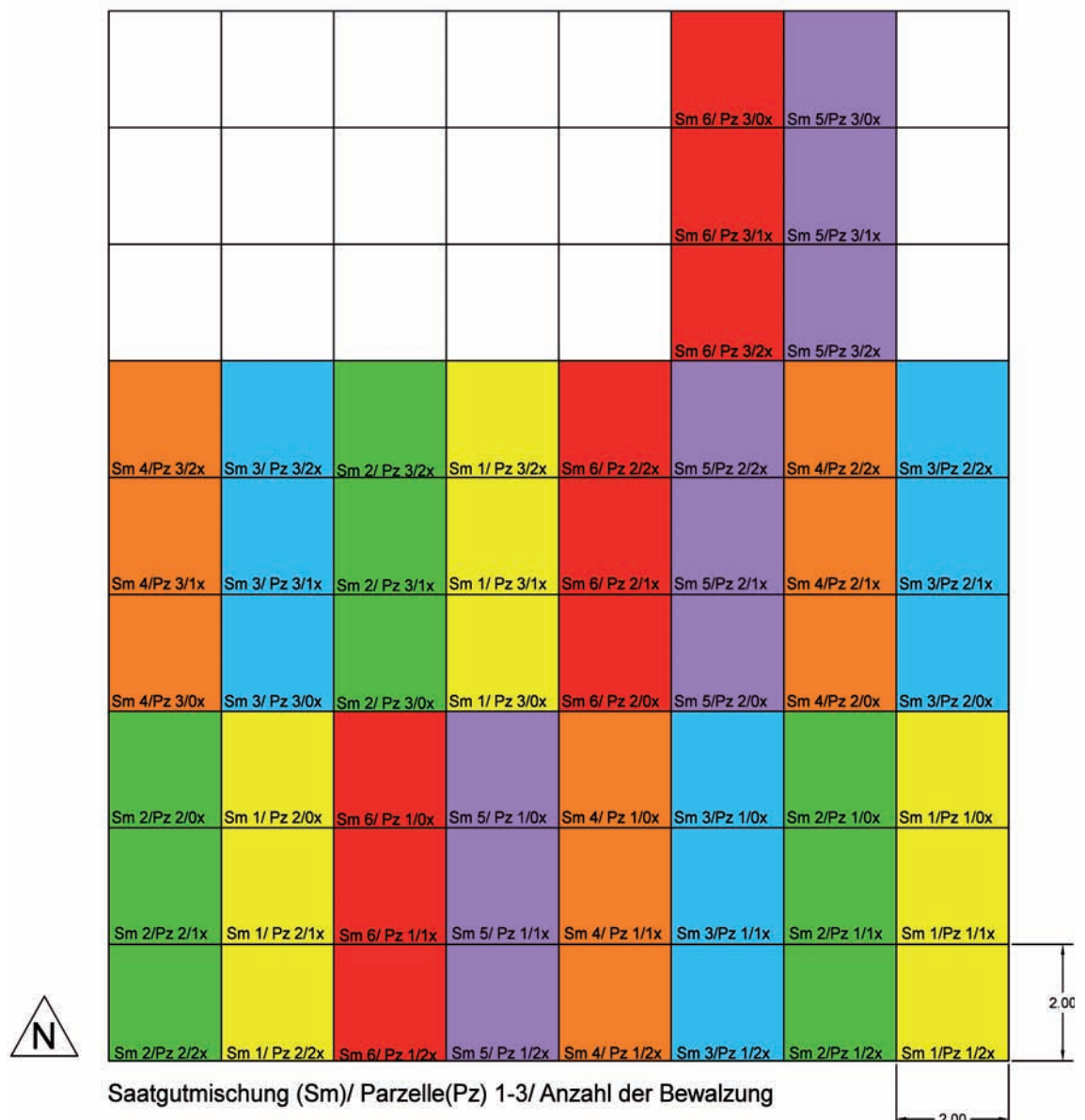


Abb. 5: Aufbau der Versuchsfläche Wien-Essling 2011

Von diesem Zeitpunkt an wurde die Fläche zweimal in der Woche bewässert. Des Weiteren wurden Fremdgräser und Wildkräuter regelmäßig entfernt. Sechs Wochen nach der Aussaat wurde die Versuchsfläche das erste Mal mit einem Rasenmäher, welcher das Schnittgut aufammelt, gemäht. Im selben Jahr wurde dieser Vorgang noch vier Mal wiederholt. Im März 2012 wurde ab der Wachstumsphase wöchentlich einmal gemäht und nach Bedarf bewässert.

Die erste Bewalzung begann Anfang April 2012 und wurde dann wöchentlich je nach Feld einmal oder zweimal fortgesetzt. Ab Anfang Mai 2012 begannen die Untersuchungen zur Bodendichte, zur Scherfestigkeit, zum Deckungsgrad und zum Anteil vom Weißklee. Jeweils in der ersten Woche des Monats wurden die

Werte aufgenommen. Die letzten Werte wurden im September aufgenommen. Die Untersuchung zum Wurzelwachstum wurde am Ende der Vegetationsperiode im November 2012 aufgenommen.



Abb. 6: Versuchsfläche Wien-Essling, August 2012



Abb. 7: Versuchsfläche Wien-Essling, Oktober 2011

## 5 Saatgut

Für die Versuche wurden Sportrasenmischungen angekauft. Im Labor wurden diese Mischungen mit *Trifolium repens* 'Pipolina' und mit *Prunella vulgaris* ergänzt.

### 5.1 Saatgutmischungen

Bei der Saatgutauswahl war es wichtig, dass die Gräserarten und -sorten für den Sportrasen geeignet sind. Sie wurden nach den Kriterien aus Kapitel 2.1 ausgewählt. Folgende sechs Saatgutmischungen wurden dafür zusammengestellt:

#### Saatgutmischung 1:

10% *Poa pratensis* 'Limousine'  
35% *Lolium perenne* 'Lorettanova'  
30% *Lolium perenne* 'Loretta'  
10% *Festuca rubra trich* 'Samanta'  
15% *Festuca rubra com* 'Trophy'

#### Saatgutmischung 2:

9,6% *Poa pratensis* 'Limousine'  
34,6% *Lolium perenne* 'Lorettanova'  
29,4% *Lolium perenne* 'Loretta'  
9,4% *Festuca rubra trich* 'Samanta'  
14,4% *Festuca rubra com* 'Trophy'  
2% *Trifolium repens* 'Pipolina'

#### Saatgutmischung 3:

9% *Poa pratensis* 'Limousine'  
34% *Lolium perenne* 'Lorettanova'  
29% *Lolium perenne* 'Loretta'  
9% *Festuca rubra trich* 'Samanta'  
14% *Festuca rubra com* 'Trophy'  
5% *Trifolium repens* 'Pipolina'

**Saatgutmischung 4:**

9,2% *Poa pratensis* 'Limousine'  
34,2% *Lolium perenne* 'Lorettanova'  
29,2% *Lolium perenne* 'Loretta'  
9,2% *Festuca rubra trich* 'Samanta'  
14,2% *Festuca rubra com* 'Trophy'  
2% *Trifolium repens* 'Pipolina'  
2% *Prunella vulgaris*

**Saatgutmischung 5:**

8% *Poa pratensis* 'Limousine'  
33% *Lolium perenne* 'Lorettanova'  
28% *Lolium perenne* 'Loretta'  
8% *Festuca rubra trich* 'Samanta'  
13% *Festuca rubra com* 'Trophy'  
5% *Trifolium repens* 'Pipolina'  
5% *Prunella vulgaris*

**Saatgutmischung 6:**

10% *Poa pratensis* 'Miracle'  
35 % *Lolium perenne* 'Lorettanova'  
30% *Lolium perenne* 'Loretta'  
10% *Festuca rubra* 'Samanta'  
15% *Festuca rubra* 'Trophy'

## 5.2 Gräserarten und ihre Samen

### Wiesenrispe (*Poa pratensis*)

Die Wiesenrispe ist ein feines Untergras für Wiesen und ist die wichtigste Komponente von Gebrauchsrasenflächen, da sie sehr tritt- und schnittfest ist.

Auch für den Rollrasen ist diese Art sehr gut geeignet.

Die Wiesenrispe besitzt die typische Rispenform und hat ein 1mm langes gestutztes Blatthäutchen. Die Samen sind zwischen 2 und 2,5 mm klein, abgerundet, 3-kantig und immer gerade. Sie haben auch keinen Grannenansatz. Die Samen

keimen und wachsen sehr langsam.  
(vgl. FLORINETH et al. 2012, S.15)

#### Englisches Raygras (*Lolium perenne*)

Das Englische Raygras ist das trittresistenteste, welches hervorragend auch an Hängen oder an steileren Böschungen als Untergras wächst. Diese Grasart braucht fette Böden und bevorzugt einen pH-Wert von 5 bis 7. Als gutes Erkennungsmerkmal gelten die Ährchen, die in Längsrichtung am Stiel angeordnet sind. Das Stielchen des Samens ist immer abgeplattet. Die Samen sind 5 bis 8 mm lang und haben keine Grannen. Sie haben eine ausgebreitete Schiffchenform, das heißt, dass sie oben eher breit auslaufend sind. Das Englische Raygras wächst ziemlich schnell und wirkt stark verdrängend.  
(vgl. FLORINETH et al. 2012, S.13)



Abb. 8: Samen *Poa pratensis*



Abb. 9: Samen *Lolium perenne*

#### Rotschwingel (*Festuca rubra*)

Der Rotschwingel ist das beste Pioniergras, jedoch ist sie es weniger trittresistent. Der Rotschwingel kommt in allen Saatgutmischungen vor und hat eingerollte Blätter am Blütenstiel. Die Samen sind 8 bis 10 mm lang, mit einer schlanken Schiffchenform. Die Deckspelze des Rotschwingels ist meist begrannt, beige, das Stielchen ist wie bei allen Schwingel-Arten rund.  
(vgl. FLORINETH et al. 2012, S.12)



Abb. 10: Samen *Festuca rubra*

### 5.3 Weißklee (*Trifolium repens*)

Der Weißklee ist eine von 250 Arten aus der Gattung *Trifolium* (vgl. TAYLOR 1996, S. 1) und gehört der Familie der *Fabaceae* und der *Leguminosae* (Hülsenfrüchtler) an (vgl. BECKER, GOLTE-BECHTLE 2005, S. 59). Die Art ist weltweit verbreitet, wobei sein Ursprungsgebiet unbekannt ist (vgl. STOFFEL 1997, S. 3).



Abb. 11: *Trifolium repens*

Der Lebensraum von Weißklee ist das Grünland wie Weiden, Wiesen, Parkrasen usw. Dabei besiedelt er Räume in Höhe von über 2200 Metern und erträgt im mediterranen Raum sogar salzhaltige Böden (vgl. BECKER, GOLTE-BECHTLE 2005, S. 59).

In der Landwirtschaft und in gut besiedelten Grünlandbeständen besitzt der Weißklee eine wichtige Funktion, denn Eigenschaften wie hohe Futterqualität, Weidetauglichkeit und gute Nutzungselastizität machen den Weißklee neben den Gräsern zu einem wichtigen Grünlandbestand. (vgl. STOFFEL 1997, S. 3)

Dazu kommt, dass er als natürlicher Stickstoffsammler einen hohen Beitrag zur N<sub>2</sub>-Versorgung von Wiesen leistet. (vgl. STOFFEL 1997, S. 3)

Morphologie und Funktion der Pflanzorgane:

Der Weißklee ist eine niedrig wachsende Pflanze mit oberirdischen Ausläufern (Stolonen) (vgl. BUNDESSORTENAMT 2009, S. 97).

Die Stolonen dienen der vegetativen Verbreitung und befähigen ihn zu einer raschen horizontalen Ausbreitung, deshalb kann der Weißklee vor allem Lücken in der Grasnarbe schnell besiedeln. Dabei hat die vegetative Verbreitung eine größere Bedeutung als die Verbreitung der Population über Samen (vgl. STOFFEL 1997, S. 4).



Abb. 12: Morphologie *Trifolium repens*

Die Blätter entspringen den Stolonen, sind dreiteilig und bis zu vier Zentimeter

lang. Sie sind verkehrt eiförmig. Die Blüten sind lang gestielt und bilden durch 7-12 mm lange Einzelblüten einen Blütenkopf mit einem Durchmesser von 1,5-2,5 cm. Die Blütezeit beginnt im Juni und dauert bis September.

(vgl. BECKER, GOLTE-BECHTLE 2005, S. 59)

Der Weißklee bildet anfänglich eine Pfahlwurzel aus, später entwickeln sich an den Stolonen Adventivwurzeln, die sich in der oberen Bodenschicht ausbreiten und dort ein verzweigtes Wurzelsystem bilden (vgl. NÖSBERGER, VON BOBERFELD 1986, S. 47).

Die Fähigkeit Luftstickstoff zu fixieren, verdankt der Weißklee einem Bakterium (*Rhizobium trifolii*), mit dem die Pflanze eine Symbiose eingeht. Dabei dringt das Bakterium in das Wurzelsystem ein und löst durch die Infektion eine Zellteilung aus, wodurch es zu den sichtbaren Wurzelknöllchen kommt. Hierbei wird die Fähigkeit erlangt, Luftstickstoff der Pflanze zur Verfügung zu stellen.

(vgl. DYCKMANS 1986, S. 4 ff.)

#### Samen:

Die Samen sind 1 mm lang, glatt, etwas glänzend und haben eine typische Herzform. Die Farbpalette der Samen geht von gelb-rot bis orange. Bei den grünen, schwarzen oder violetten Samen der selben Form und Größe handelt es sich um den Schwedenklee (vgl. FLORINETH et al. 2012, S. 33).



Abb. 13: Samen *Trifolium repens*

#### Standortansprüche:

Da der Weißklee zum größten Teil in der oberen Bodenschicht Wurzeln bildet, ist er auf eine gute Wasserversorgung oder ein luftfeuchtes Klima angewiesen. Daher bevorzugt er frische bis feuchte, eher schwere Böden. Auf sehr trockenem Boden versagt er (vgl. NÖSBERGER, VON BOBERFELD 1986, S. 51).

Die Entwicklung von Weißklee ist im Frühjahr langsam, steigt erst ab Mai bedeutend an und erreicht seinen Ertrag an Hauptmasse im Juli (vgl. NÖSBERGER, VON BOBERFELD 1986, S. 51) (vgl. STOFFEL 1997, S. 109).

Die Lichtansprüche von Weißklee sind hoch. Durch seine eher niedrige Morphologie und späte Wachstumsentwicklung kann es zu einer Beschattung des Grasge-

mengepartners kommen, dass die Entwicklung von Weißklee einschränkt.

(vgl. NÖSBERGER, VON BOBERFELD 1986, S. 51) (vgl. STOFFEL 1997, S. 11)

An die Temperatur stellt der Weißklee keine großen Ansprüche, außerdem wird ihm genügend Winterhärte zugesagt (vgl. BUNDESSORTENAMT 2009, S. 97). Auch die Tatsache, dass der Weißklee kontinental weit vorkommt, zeigt, dass er ein weites Standortspektrum besitzt.

#### Sorten:

Neben dem natürlichen „Weißklee Wildtypus“ gibt es anthropogen gezüchtete Sorten. Diese sind für einen bestimmten Verwendungszweck oder einen bestimmten Standort angepasst, um so einen ökologischen und ökonomischen größeren Nutzen zu haben.

Das BUNDESSORTENAMT beschreibt die für die Landwirtschaft zugelassenen Sorten von Futtergräsern, Espaesette, Klee und Luzerne. Diese Sortenliste soll einen Überblick für die Praxis geben und somit die Sortenauswahl erleichtern (vgl. BUNDESSORTENAMT 2009, S. 3, 6).

Bei den Weißkleesorten unterscheidet man grob zwischen zwei Wuchsformen.

Mittel- bis kleinblättrige Sorten (*Hollandicum*-Typ): Diese Sorten bleiben klein, jedoch nicht so klein wie der Wildtypus. Sie haben eine bessere Resistenz gegen Kleekrebs als grossblättrige Sorten.

Grossblättrige Sorten (*Giganteum*-Typ): Diese Sorten sind hoch wachsend und ertragsreich, jedoch sind sie anfälliger für Kleekrebs. Die Blühneigung ist weniger ausgeprägt.

(vgl. SUTER 2006, S.249)

Auch in dem hier untersuchten Forschungsvorhaben wurde eine Weißklee Sorte verwendet: *Trifolium repens* 'Pipolina' ist eine kleinblättrige Sorte mit einer anfangs geringen Wachstumsrate, die jedoch zum Sommer hin stark ansteigt. Sie besitzt eine sehr starke Narbendichte und eine mittlere Blühfreude. Die Anfälligkeit für „Kleekrebs“ ist eher gering.

#### Kleekrebs (*Sclerotinia trifoliorum*):

Eine häufige Krankheit, die bei Weißklee auftreten kann, wird an dieser Stelle noch erwähnt. Der „Kleekrebs“ ist ein Pilz, der im Herbst mit braunen Flecken und weißem Pilzmycel an den Blättern und Stängeln erscheint. Die Folge ist, dass es

von Winter bis zum Frühjahr zu Bestandslücken kommen kann und einen negativen Einfluss auf die Ausdauer des Weißklees hat.

(vgl. POMMER 2012) (vgl. SUTER 2006, S.249)

## 5.4 Brunelle (*Prunella vulgaris*)

Die Brunelle gehört zu der Familie der Lippenblütler (*Lamiaceae*), sie ist schattenverträglich und ihre Blüten sind bläulich, sie ist trittresistent und eignet sich deshalb bestens für Blumenrasenmischungen.

Die Samen sind 1 bis 1,5 mm groß, eiförmig mit 2 leichten Kanten und haselnussförmig braun.

(vgl. FLORINETH et al. 2012, S. 30)



Abb. 14: Samen *Prunella vulgaris*

## 5.5 Keimfähigkeitsuntersuchung

Der Keimversuch ist ein Bestandteil der Saatgutprüfung. Die Saatgutprüfung erfolgt nach den ISTA-Vorschriften (international Seed Testing Association = internationale Vereinigung für Saatgutprüfung) und dient der Qualitätskontrolle des Saatgutes. Die Prüfung besteht aus mehreren Schritten wie zum Beispiel der Probenentnahme, Reinheits-Untersuchung, Arten- und Sortenprüfung, Lebensfähigkeits-Untersuchung, Gesundheits-Prüfung und der Keimfähigkeits-Untersuchung. (vgl. FLORINETH et al. 2012, S. 38)

Man kann die Keimfähigkeits-Untersuchung im Keimbecher, im Jacobsen-Keimapparat oder auch in der Erde durchführen. Der Keimversuch in dieser Masterarbeit fand in einem Jacobsen-Keimapparat statt.

Im ersten Schritt wurden aus den Saatgutmischungen die einzelnen Arten herausgesucht und dann jeweils 200 Samen mittels einer Pinzette auf ein Filterpapier gelegt. Dabei ist wichtig, dass die Samen einander nicht berühren. Aufgrund der unterschiedlichen Größe der Samenarten bedeutet das, dass man bei manchen

Arten 50 Samen auf einem Filterpapier legt und bei anderen Arten nur 20 Samen. Das Filterpapier mit den Samen liegt auf einer Keimspirale, die mit einem weiteren Filterpapierstreifen verbunden ist, der durch seine Berührung mit dem Wasser durch die Kapillarwirkung minimale Mengen an H<sub>2</sub>O den Samen zuführt.

Nach diesem Schritt werden die Keimspiralen mit dem Filterpapier mittels Keimglocken zugedeckt. Hierbei gibt es dunkle Keimglocken für Dunkelkeimer und helle Keimglocken für Lichtkeimer. In dem durchgeführten Versuch war nur ein

| Art                       | 1. Auszählung | 2. Auszählung |
|---------------------------|---------------|---------------|
| <i>Poa pratensis</i>      | nach 10 Tagen | nach 28 Tagen |
| <i>Lolium perenne</i>     | nach 5 Tagen  | nach 14 Tagen |
| <i>Festuca rubra</i>      | nach 7 Tagen  | nach 21 Tagen |
| <i>Trifolium pipolina</i> | nach 4 Tagen  | nach 10 Tagen |
| <i>Prunella vulgaris</i>  | nach 7 Tagen  | nach 14 Tagen |

Tab. 3: Auszählungszeitpunkt der einzelnen Samenarten im Labor der Universität für Bodenkultur Wien, Mai 2011

Dunkelkeimer dabei und das ist der Weißklee *Trifolium repens* 'Pipolina'.

Um Verwechslungen bei den Samen vorzubeugen, ist es von Vorteil, wenn die Keimglocken mit Nummern versehen und diese im Protokoll gemeinsam mit der Pflanzenart notiert werden (vgl. FLORINETH et al. 2012, S. 39).

#### Keimbedingungen im Keimapparat

##### Lichtkeimer:

12 Stunden bei 30°C Wassertemperatur, 12 Stunden Licht mit 750 – 1250 Lux

12 Stunden bei 20°C Wassertemperatur, 12 Stunden Dunkelheit

##### Dunkelkeimer:

Konstante 20°C Wassertemperatur

Kein Lichteinfluss Tag und Nacht. (vgl. FLORINETH et al. 2012, S. 40)

##### Keimdauer:

Die Keimdauer ist je nach Art unterschiedlich. Die Erstauszählung wird nach vier bis sieben Tagen und die Endauszählung nach zehn, zwölf, vierzehn, einundzwanzig oder achtundzwanzig Tagen vorgenommen.

Beurteilung der Keimlinge:

Die Beurteilung teilt sich in normale Keimlinge, anomale Keimlinge, mehrsamige Fruchtgebilde und ungekeimte Samen.

Zu den normalen Keimlingen zählen intakte Keimlinge, Keimlinge mit leichten Schäden und Keimlinge mit Sekundär-Infektionen. Anomale Keimlinge teilen sich in beschädigte, angefaulte, fehlende oder verfärbte Samen. Mehrsamige Fruchtgebilde sind Samen-Einheiten, die mehr als einen Keimling hervorbringen. Ungekeimte Samen sind harte Samen, diese können sich gerade in einer Form der Keimruhe befinden oder der Samen ist nicht fähig Wasser aufzunehmen. Tote Samen sind weich, faulig und oder schimmelig.

(vgl. FLORINETH et al. 2012, S. 41)

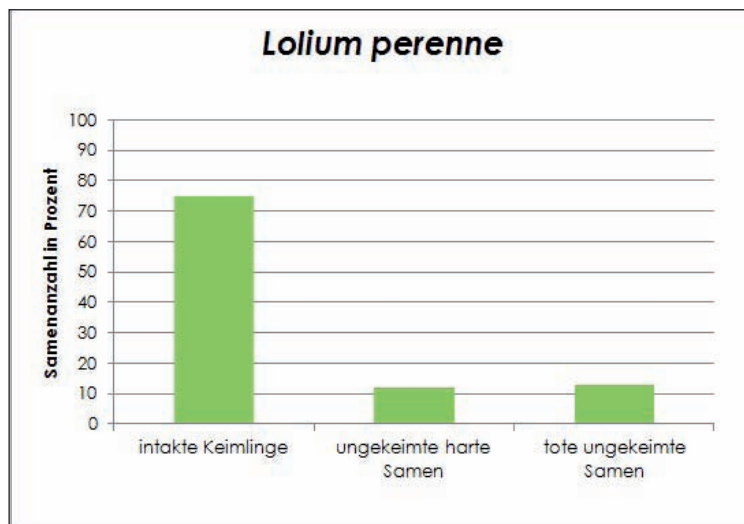
Die bei diesem Versuch verwendeten Gräser und Kräuter wurden am 14. Mai 2011 im Labor des Institutes Landschaftsbau und Ingenieurbiologie eingekeimt. Pro Art sind 200 Samen (20 pro Saatscheibe) eingekeimt worden. Da die ausgewählten Gräser alle unterschiedliche Keimdauern haben, wurde dies auf einem Keimfähigkeitsuntersuchungszettel (siehe Abbildung 15) notiert und an den jeweils vorgeschriebenen Tagen kontrolliert.

| Keimfähigkeitsuntersuchung |  |                              |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
|----------------------------|--|------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|-------|--------|------|
| <b>Einkemmung</b>          |  |                              |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
| Datum                      |  | Art                          |                 |                    | Methode                  |                      |                         |       |        |      |
| Uhrzeit                    |  | Anzahl                       |                 |                    | Bearbeiterin             |                      |                         |       |        |      |
|                            |  | Behälter                     |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
|                            |  | <b>Gekeimte Samen</b>        |                 |                    |                          |                      | <b>Ungekeimte Samen</b> |       |        |      |
|                            |  | <i>Normale Keimlinge</i>     |                 |                    | <i>Anomale Keimlinge</i> |                      |                         |       |        |      |
|                            |  | Intakte                      | Leichte Schäden | Sekundär infektion | beschädigt               | deformiert           | angefault               | Harte | Frisch | Tote |
| <b>Erstauszählung</b>      |  |                              |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
| Datum                      |  |                              |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
| Uhrzeit                    |  |                              |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
| <b>Endauszählung</b>       |  |                              |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
| Datum                      |  |                              |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
| Uhrzeit                    |  |                              |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
|                            |  | Summe gekeimte normale Samen |                 |                    |                          | <b>Keimfähigkeit</b> |                         |       |        |      |
|                            |  | Summe gekeimte anomale Samen |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |
|                            |  | Summe ungekeimte Samen       |                 |                    |                          |                      |                         |       |        |      |

Abb. 15: Verwendeter Keimfähigkeitszettel für die Auszählung im Labor der Universität für Bodenkultur Wien, Mai 2011

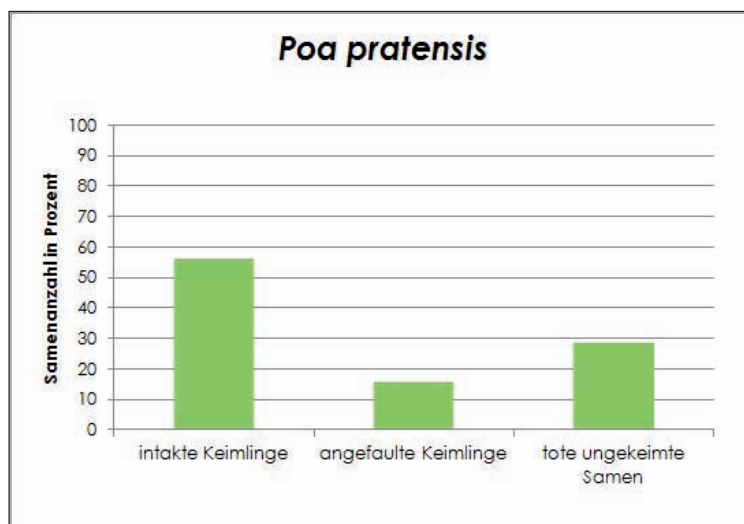
### 5.5.1 Ergebnisse der Keinfähigkeitsuntersuchung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Keinfähigkeitsuntersuchung vorgestellt.



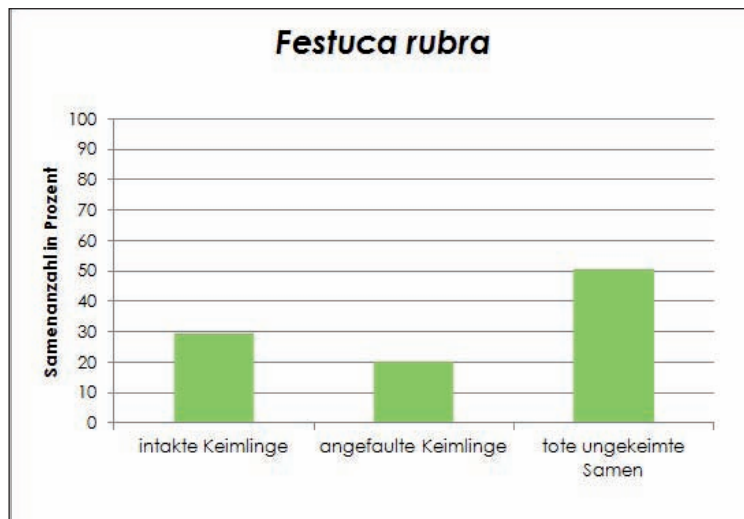
Diagr. 1: Auszählung der Keimlinge *Lolium perenne* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011

Dieses Diagramm zeigt ganz deutlich, dass bei *Lolium perenne* drei Viertel bzw. 75% intakte Keimlinge aufgegangen sind. Weiteres gab es 12% ungekeimte harte Samen und 13% tote ungekeimte Samen. Die erste Auszählung fand nach 10 Tagen und die Endauszählung nach 14 Tagen statt.



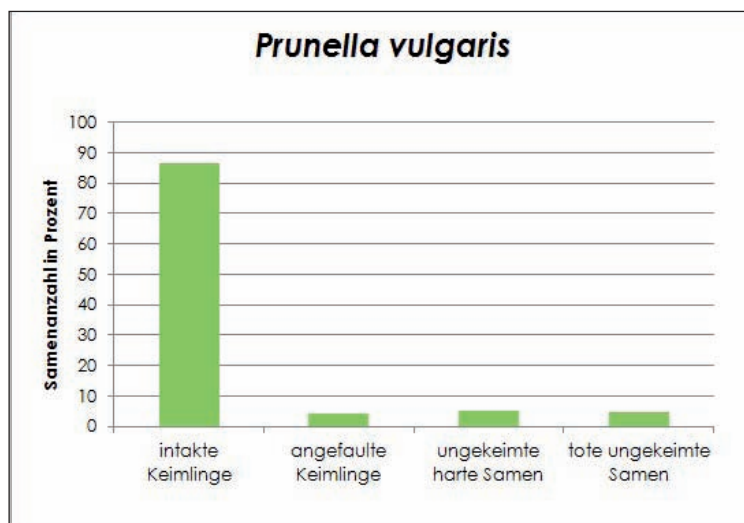
Diagr. 2: Auszählung der Keimlinge *Poa pratensis* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011

Bei *Poa pratensis* haben 56% der Samen gekeimt, 15,5% waren angefault und somit nicht mehr keimfähig. Die übrigen 28,5% der Samen sind als tot ausgezählt worden. Die erste Auszählung fand nach 10 Tagen statt. Die Endauszählung weitere 18 Tage später.



Diagr. 3: Auszählung der Keimlinge *Festuca rubra* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011

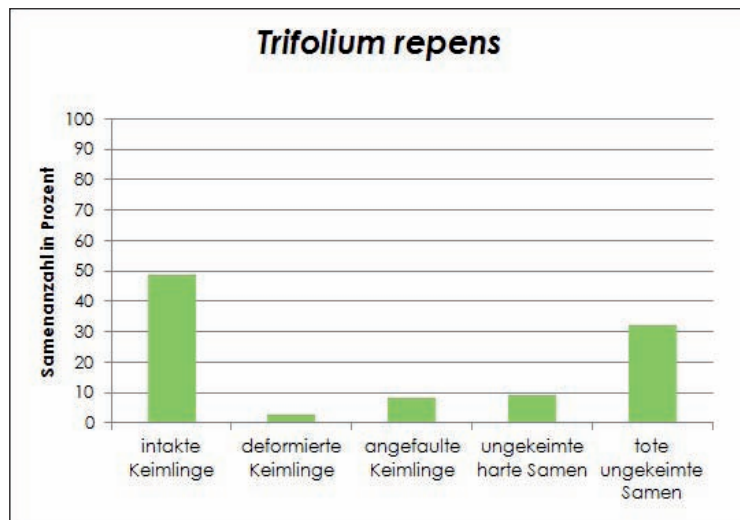
Bei *Festuca rubra* war der Keimversuch nicht erfolgreich. Das Diagramm zeigt auf, dass 50,5% tote ungekeimte Samen waren, dies ist mehr als die Hälfte. 20% der Keimlinge waren angefault. Nur 28,5% der Samen haben intakt gekeimt, das ist grade mal grob ein Fünftel der Gesamtaussaatmenge. Die erste Auszählung fand nach 7 Tagen und die Endauszählung nach weiteren 14 Tagen.



Diagr. 4: Auszählung der Keimlinge *Prunella vulgaris* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011

*Prunella vulgaris* hat bei diesem Keimversuch die höchste Keimfähigkeit von 86,5% intakten Keimlingen. 9% der aufgelegten Samen sind angefault oder ungekeimt hart. Tote ungekeimte Samen waren nur 4,5%. Die erste Auszählung fand 7 Tage nach der Einkeimung statt, die Endauszählung 7 Tage danach.

Im Gegensatz dazu gibt es in Essling auf der Versuchsfläche bis Anfang September eine absolute Nullkeimung.



Diagr. 5: Auszählung der Keimlinge *Trifolium repens* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011

*Trifolium repens* 'Pipolina' hat mit 48,5% intakten Samen gekeimt und damit fast die 50% erreicht. 10,5% Samen waren deformierten bzw. angefaulten, 9% hart und ungekeimten sowie 32% tot und ungekeimt. Die Erstauszählung fand nach 4 Tagen statt. Die Endauszählung nach weiteren 6 Tagen.

| Arten                    | 1.Auszählung | Endauszählung |
|--------------------------|--------------|---------------|
| <i>Lolium perenne</i>    | 49,5%        | 75%           |
| <i>Poa pratensis</i>     | 44%          | 56%           |
| <i>Festuca rubra</i>     | 24%          | 29,5%         |
| <i>Trifolium repens</i>  | 47%          | 48,5%         |
| <i>Prunella vulgaris</i> | 80%          | 86,5%         |

Tab. 4: Keimfähigkeit der einzelnen Arten bei der Erstauszählung und bei der Endauszählung im Labor der Universität für Bodenkultur Wien, Mai 2011

In dieser Tabelle ist zu sehen, welche Keimfähigkeit (in Prozent) die einzelnen Arten bei der Erstauszählung und bei der Endauszählung aufweisen. Die *Prunella vulgaris* hat mit 80 bzw. 86,5% den höchsten Wert. *Poa pratensis* und *Trifolium repens* befinden sich bei der ersten Auszählung bei ca. 45% jedoch ändert sich dies stark in der Endauszählung. *Poa pratensis* weißt hier eine Keimfähigkeit von 56% auf, währenddessen *Trifolium repens* nur 48,5% keimfähig ist. Die Art *Festuca rubra* ist mit 24% in der Erstauszählung am letzten Platz einzureihen, dieses Ergebnis ändert sich in der Endauszählung bei 29,5% auch nicht.

## 6 Untersuchungsmethoden im Gelände

Folgende Geräte wurden für die Untersuchungen im Gelände verwendet:

### 6.1 Flügelsonde

Die Flügelsonde dient zur Ermittlung der Scherfestigkeit des Rasens. Anhand der Scherfestigkeit kann die wirksame Druck- und Schubspannung, die durch einen Bewegungsablauf auf die Rasendecke und Tragschicht auftreten, ermittelt werden (vgl. SCHMIDT 1979, S.7).

Die Flügelsonde besteht aus einer Sondierstange und einem Flügelkreuz am unteren Teil mit je 10 mm breiten und 40 mm langen Flügeln. Das Flügelkreuz wird bis zur Oberkante der Rasentragschicht vertikal, mit langsamer, gleichbleibender Geschwindigkeit in den Boden gesteckt und um die senkrechte Achse gedreht. Die erforderliche Kraft am Brechpunkt des Bodens wird auf der Skala gemessen.

Die Druck- bzw. Scherspannung wird in  $t/m^2$  am Schiebering mit Skaleneinteilung von 0 bis 13 am Gerät angezeigt. Durch das Multiplizieren mit dem Faktor 10 errechnen sich daraus  $kN/m^2$ . Nach jeder Messung wurde dieser Wert gleich notiert.

(vgl. HOLZINGER 2011, S. 40)



Abb. 16: Flügelsonde



Abb. 17: Flügelkreuz der Sonde, 40 x 10 mm

### 6.2 Frequenzrahmen

Der Frequenzrahmen dient der Untersuchung des oberirdischen Zustandes der

Rasennarbe.

Mit ihm lässt sich der Deckungsgrad oder auch die Häufigkeit bestimmter Pflanzenarten bestimmen.

Der Frequenzrahmen ist 1 x 1 m großer Rahmen, der nochmals mittels Schnüren in 10 x 10 cm große Teilstücke unterteilt ist. Damit ist die Aufnahme von unbedecktem Boden, der Anteil an Gräsern oder das Klee-vorkommen leichter zu bestimmen.

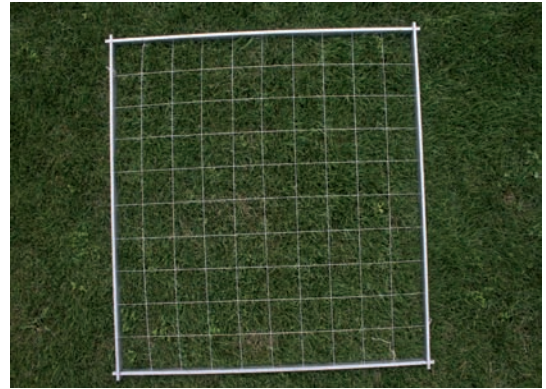


Abb. 18: Frequenzrahmen, 1x 1 m

Um dieses anhand eines Beispiels anschaulicher erklären zu können, gehen wir wie folgt vor: Bei einer Versuchsmessung wurden in 78 der 100 Unterteilungen des Frequenzrahmens gut entwickelte Kleepflanzen vorgefunden, was wiederum bedeutet, dass ein Klee-vorkommen von 78% vorliegt. Um die Häufigkeit bzw. das Vorkommen der wachsenden Pflanze zu bestimmen, geht pro Stück ( $\text{dm}^2$ ) des Frequenzrahmens nur eine Pflanze in die Datenverarbeitung ein. Das bedeutet, auch wenn sich mehrere Pflanzen in diesem Teilstück befinden, zählt es nur als 1% Vorkommen in der Gesamtmenge.

(vgl. Holzinger 2011, S. 48)

### 6.3 Penetrologger

Der Penetrologger ist ein Spezialgerät für die Messung des Eindringwiderstandes in den Boden. Durch seine kompakte Bauweise ist er leicht von einer Person zu bedienen. Messungen bis zu einer Tiefe von 80 cm sind hierdurch möglich. Neben den Daten des Eindringwiderstandes, der Tiefe sowie der Bodenfeuchte, verfügt das Gerät über ein eigenständiges GPS-System zur punktgenauen Bestimmung des Messpunktes. Der Eindringwiderstand wird in Kraft pro Oberfläche gemessen und in MPa ausgedrückt. Er beschreibt die Bodendichte, die allerdings von vielen Faktoren wie Korngrößenverteilung, Feuchtigkeitsgehalt, Bodenstruktur und den organischen Inhaltsstoffen abhängig ist.

Durch die hohe Speicherkapazität der Daten wird der Penetrologger vor allem

im Ingenieurbau, in der Bodenkunde, in der Landwirtschaft und für Grünanlagen eingesetzt.

Der Eindringwiderstand ist ein Maß für die Verdichtung und Tragfähigkeit des Bodens. Je nach Einsatzgebiet kann ein hoher Eindringwiderstand von Vorteil oder von Nachteil sein. Geht es im Ingenieurbau darum, einen passenden Untergrund für Gebäudefundamente zu finden,

ist ein hoher Eindringwiderstand unumgänglich. Für die Qualität von Park- und Grünanlagen bringt ein hoher Eindringwiderstand Probleme mit sich. Die hohe Verdichtung des Bodens beeinträchtigt die Bewurzelung des Bodens sowie die Sauerstoffversorgung der Pflanzen. Im Gegensatz hierzu wird die Tragfähigkeit durch einen zu geringen Eindringwiderstand negativ beeinflusst.

In der Planung von Sportplätzen ist eine hinreichend hohe Tragfähigkeit wichtig um die Benutzung auch bei schlechten Wetterbedingungen sicher zu stellen. Die hohe Tragfähigkeit verlängert hierbei die Nutzungsperioden deutlich. Zur Einstufung der Tragfähigkeit wurden zum Beispiel in dem Anwendungsbereich „Sport-

felder“ kritische Grenzen definiert. Übersteigt der Eindringwiderstand die gültige kritische Grenze, gilt die Tragfähigkeit des Bodens als gut, unterschreitet der Eindringwiderstand den Wert, so gilt die Tragfähigkeit als nicht ausreichend. Genau so gibt es Grenzwerte für die Bewurzelbarkeit der Böden, die mit der Eindringtiefe zusammen hängt. Ein positives Wurzelwachstum ist bei einem Eindringwiderstand von unter 1,5 MPa gegeben. Der obere Grenzwert wurde mit 2,5 MPa festgelegt. (vgl. LIEBHARD et al. 2007)



Abb. 19: Penetrollogger der Firma EIJKELKAMP AG-RESEARCH EQUIPMENT



Abb. 20: Penetrollogger in Gebrauch

## 6.4 Bodenbohrer

Mit dem Bodenbohrer lassen sich in erster Linie Bodenhorizonte bestimmen, jedoch kann hiermit auch die Tiefe der Wurzel überprüft werden.

Der Bodenbohrer ist ein 1 Meter langes Stahlrohr, das von einer Seite offen ist.

Der Bohrer wird so benutzt, dass er senkrecht in den Boden gedrückt oder mit Hilfe eines Hammers geschlagen wird. Bei



Abb. 21: Bodenbohrer

der gewünschten Tiefe wird der Bodenbohrer gedreht und wieder herausgezogen. Anhand des Bodenprofils in dem Rohr lässt sich nun erkennen, wie tief die Wurzeln in den Boden reichen.

## 6.5 Auswertung der Daten

### 6.5.1 Bodendichte (Penetrologger)

Die Ergebnisse des Penetrologgers erhält man direkt in digitaler Form. Damit das Ergebnis aussagekräftiger ist, wurden in jeder Parzelle von den drei unterschiedlich häufig bewalzten Flächen, jeweils drei Werte aufgenommen.

Die Ergebnisse lassen sich mit dem Softwareprogramm „Pen Viewer“ weiter bearbeiten. Auch hier wurden wieder die Mittelwerte der einzelnen Parzellen mit den unterschiedlich häufig bewalzten Feldern berechnet. Desweiteren wurden die Ergebnisse in das Statistikprogramm „Excel“ kopiert und mit Hilfe des Punktdiagrammes wurde der Verlauf des Eindringwiderstands in einem Kurvendigramm dargestellt.

### **6.5.2 Scherfestigkeit (Flügelsonde)**

Mit der Flügelsonde wurde die Oberbodenscherfestigkeit in einer Tiefe von 4 cm und die Bodenscherfestigkeit in einer Tiefe von 4-8 cm aufgenommen. In allen drei Feldern der Parzellen wurden jeweils drei Werte auf der Versuchsfläche gleich in einen Aufnahmebogen notiert und später mit dem Statistikprogramm „Excel“ ausgewertet. Hierfür wurde wieder der Mittelwert der einzelnen Felder der Parzellen ausgerechnet. Um die Auswertung besser darzustellen, wurden die Daten in Balkendiagramme eingearbeitet.

### **6.5.3 Deckungsgrad (Frequenzrahmen)**

Von jeder Saatgutmischung wurden die drei Parzellen mit den jeweiligen Feldern nicht, einmal und zweimal bewalzt aufgenommen und in das Statistikprogramm Excel übertragen. Um die monatliche Entwicklung bzw. den Vergleich zwischen den unterschiedlich häufig bewalzten Flächen darstellen zu können, wurde für jede Saatgutmischung aus allen drei Parzelle jeweils der Mittelwert der unterschiedlich häufig bewalzten Flächen errechnet und schließlich als Diagramm dargestellt.

Der Versuch die Brunelle in die Sportrasenfläche einzubringen hat nicht funktioniert, da sie bis Ende September fast gar nicht aufgegangen ist.

### **6.5.4 Wurzelwachstum (Bodenbohrer)**

Das Wurzelwachstum wurde am 21.11.2012 am Ende der Vegetationsperiode aufgenommen, hierfür wurde der Erdböhrer verwendet.

Auch bei dieser Aufnahme wurden von jedem Feld der Parzelle drei Werte gemessen und ein Mittelwert errechnet. Für diese Darstellung wurde das Balkendiagramm gewählt.

## 7 Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse zeigen die monatliche Entwicklung der Bodendichte, der Scherfestigkeit, des Deckungsgrades und des Weißklee-vorkommens aller sechs Saatgutmischungen. Dazu wurden von jeder Saatgutmischung der Mittelwert aller drei Parzellen und deren unterschiedlich häufig bewalzten Felder berechnet. Zuerst wird die monatliche Entwicklung der nicht und unterschiedlich oft bewalzten Felder besprochen. Im Anschluss wird der Vergleich zwischen der nicht, einmal und zweimal bewalzten Fläche besprochen.

Bei der Bodendichte wird bei dem Vergleich der Bewalzungshäufigkeiten der Monat Juni vorgestellt, da die monatliche Entwicklung aller Monate aus Übersichtlichkeit nicht in einem Diagramm darstellbar ist. Im Anhang befinden sich die Diagramme der restlichen Monate.

Im Monat Mai gab es mit dem Penetrollogger ein technisches Problem, sodass die Aufnahmedaten verloren gegangen sind. Daher gibt es für diesen Monat leider keine Werte.

## 7.1 Ergebnisse der Saatgutmischung 1

### Saatgutmischung 1:

10% *Poa pratensis* 'Limousine'

35% *Lolium perenne* 'Lorettanova'

30% *Lolium perenne* 'Loretta'

10% *Festuca rubra trich* 'Samanta'

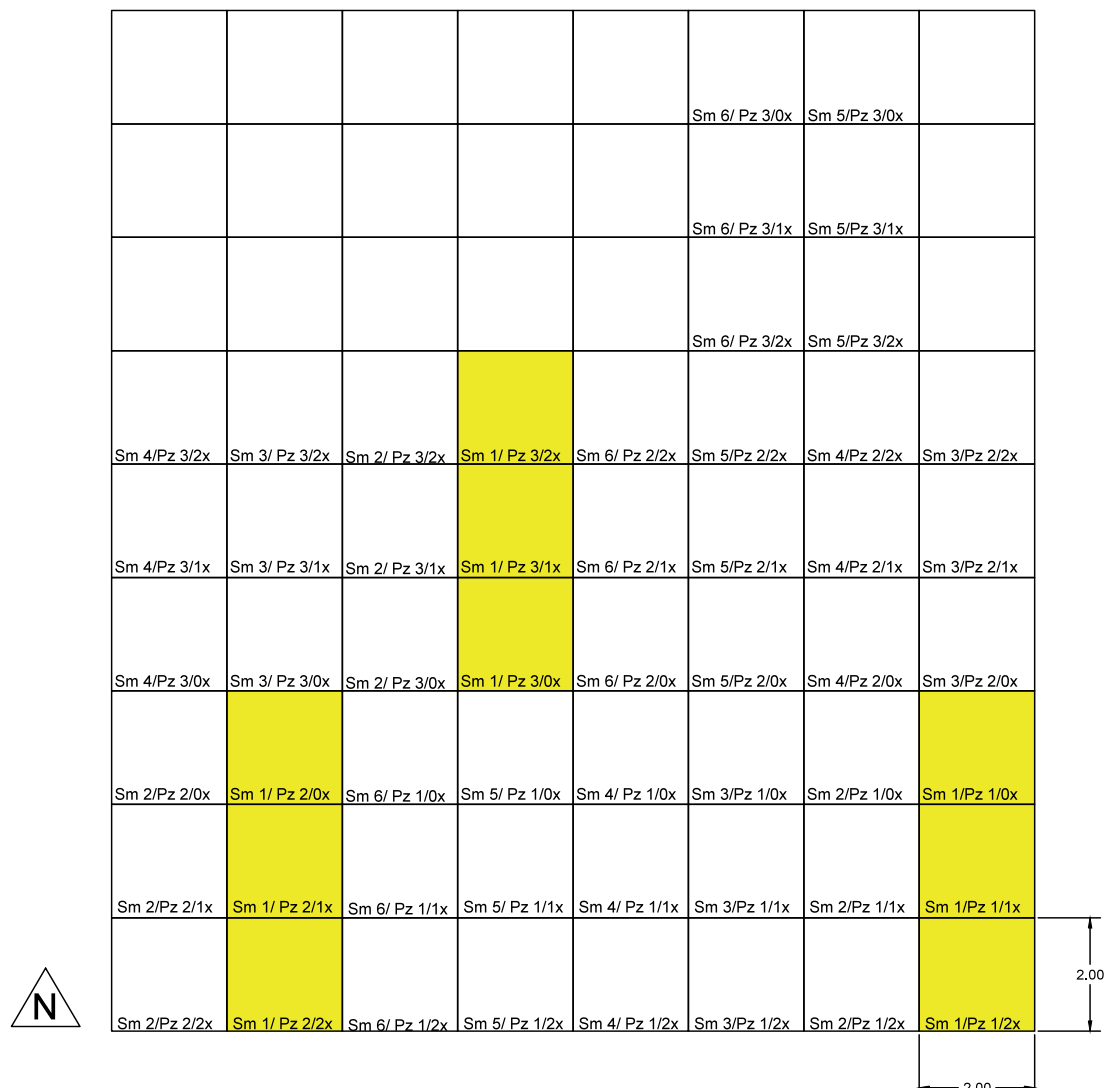
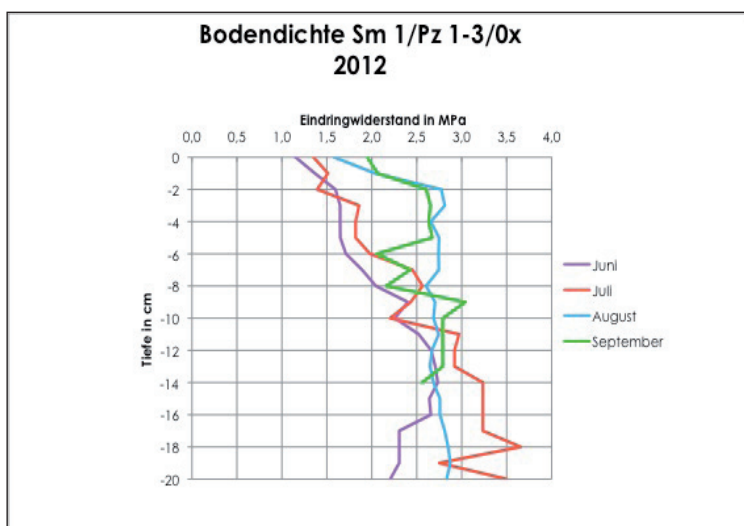


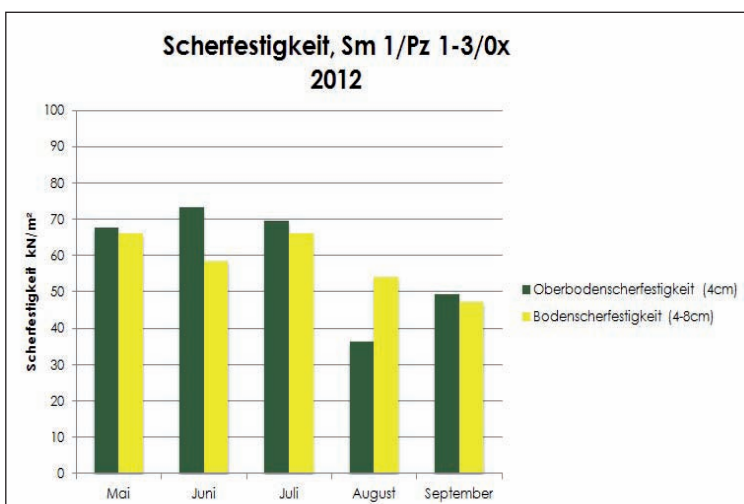
Abb. 22: Übersichtsplan; Saatgutmischung 1, Versuchsfeldfläche Wien-Essling, 2012



Diagr. 6: Eindringwiderstand  
Saatgutmischung 1, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 1, keine Bewalzung

In den Parzellen, die nicht bewalzt wurden, lässt sich erkennen, dass in den oberen Horizont (0 - (-5) cm) der Eindringwiderstand von Monat zu Monat konstant zunimmt. Im Juni ist der Eindringwiderstand in 1 cm Tiefe noch bei 1,15 MPa und steigt bis September auf 1,95 MPa an. Ab -5 cm steigt die Bodendichte in allen Monaten weiterhin an, wird jedoch sehr sprunghaft, was vor allem im Monat September zu erkennen ist. In den tieferen Zentimetern erkennt man keine konstante monatliche Entwicklung mehr, aber es lässt sich feststellen, dass der Eindringwiderstand sich ab -8 cm zwischen 2,0 und 3,5 MPa bewegt.

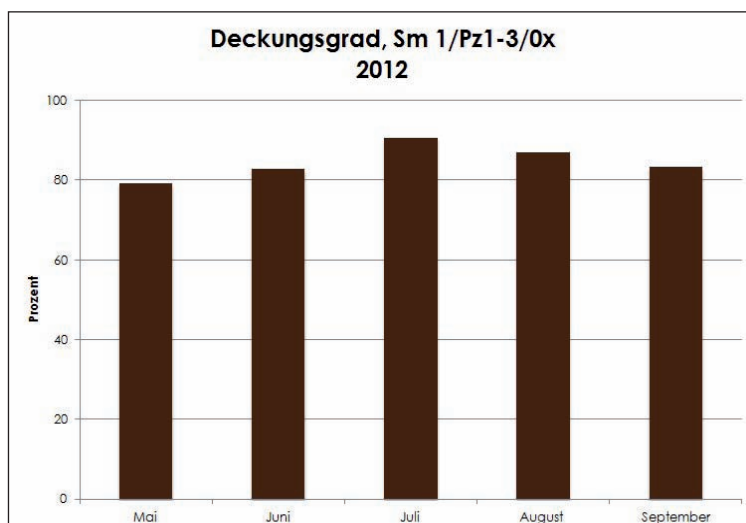


Diagr. 7: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 1, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 1, keine Bewalzung

Die Scherfestigkeit in der Saatgutmischung 1 nicht bewalzt zeigt in den Monaten Mai, Juli und September zwischen der Oberbodenscherfestigkeit und der Bodenscherfestigkeit keine großen Unterschiede. Im August jedoch gibt es einen deutlichen Unterschied. Im Mai und Juni liegt der kN/m² Wert zwischen 60 und 70. Die Oberbodenscherfestigkeit besitzt im Juni den höchsten und im August den niedrigsten Wert. Bei der Bodenscherfestigkeit teilen sich der Mai und Juli den

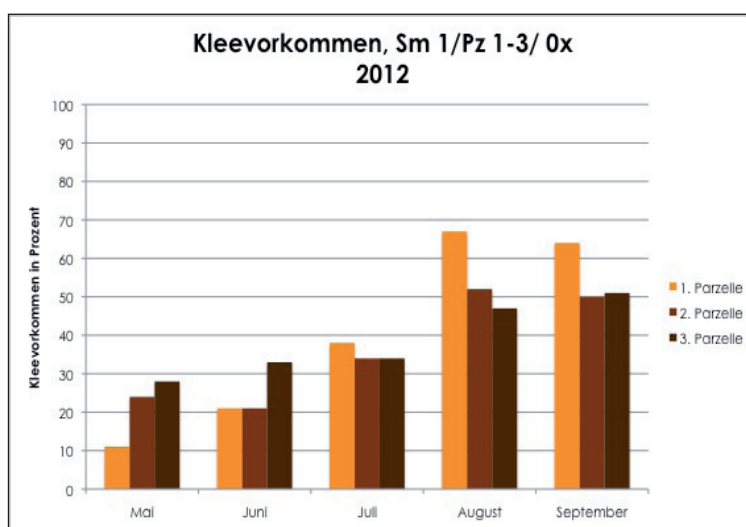
Höchstwert und der September ist mit 47 kN/m<sup>2</sup> der niedrigste Wert.



Diagr. 8: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 1, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad Saatgutmischung 1, keine Bewalzung

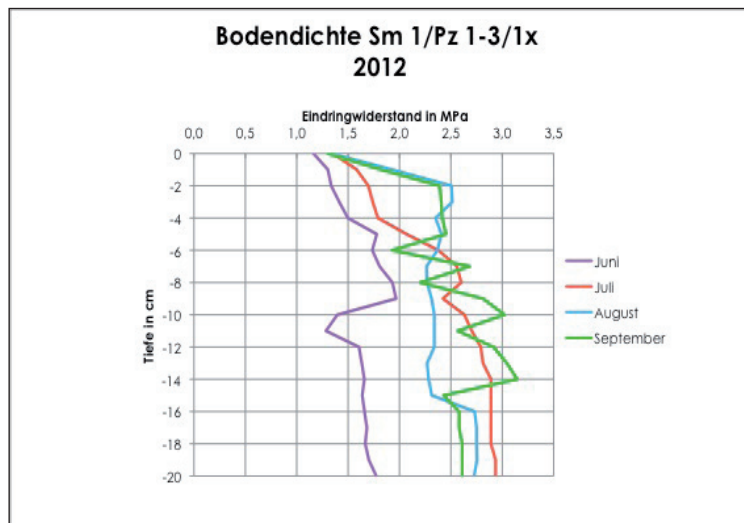
In diesem Diagramm ist zu sehen, dass bei der Saatgutmischung 1 auf der Fläche die nicht bewalzt wurde, der Höchstwert im Juli zu finden ist. Im Mai beginnt der Deckungsgrad bei 80%, im Juli liegt er bei 90% und fällt im September wieder auf 83% ab.



Diagr. 9: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 1, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 1, keine Weißkleezugabe, keine Bewalzung

Im Monat Mai wurde in den Feldern der drei Parzellen, die nicht bewalzt wurden ein Kleevorkommen zwischen 10 - 30% aufgenommen, hierbei weist die dritte Parzelle mit 28% den höchsten Wert auf. In den Monaten Juni und Juli nimmt der Kleeanteil in den Flächen bis knapp über 30% zu. Ab August steigt das Kleevorkommen dann kräftig an. Parzellen 2 und 3 erreichen ein Kleevorkommen um die 50 %, Parzelle eins sogar einen Anteil von 67%.

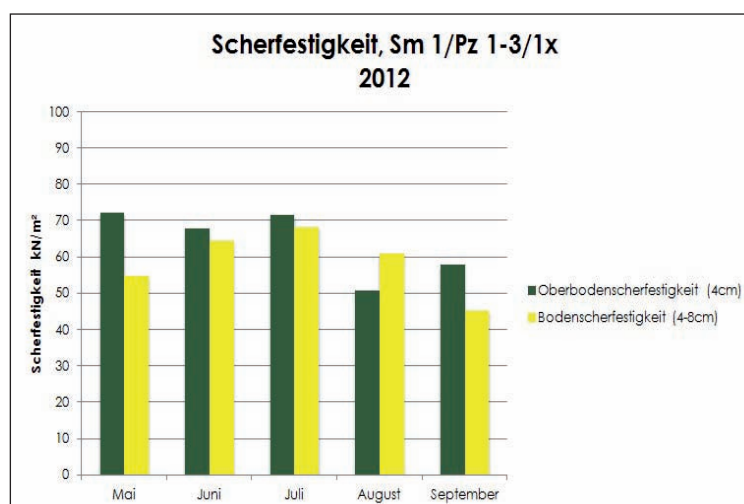


Diagr. 10: Bodendichte  
Saatgutmischung 1, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 1, einmal bewalzt

In den Parzellen, die einmal wöchentlich bewalzt wurden, erkennt man im oberen Horizont (0 bis -5 cm) eine konstante monatliche Zunahme des Eindringwiderstandes, jedoch bleibt der Eindringwiderstand im ersten Zentimeter in allen Monaten unter 1,5 MPa. Bei -4 cm ist die monatliche Entwicklung deutlich zu erkennen. Von Juni (1,5 MPa) bis August (2,5 MPa) ist eine Zunahme der Bodendichte von 1,0 MPa.

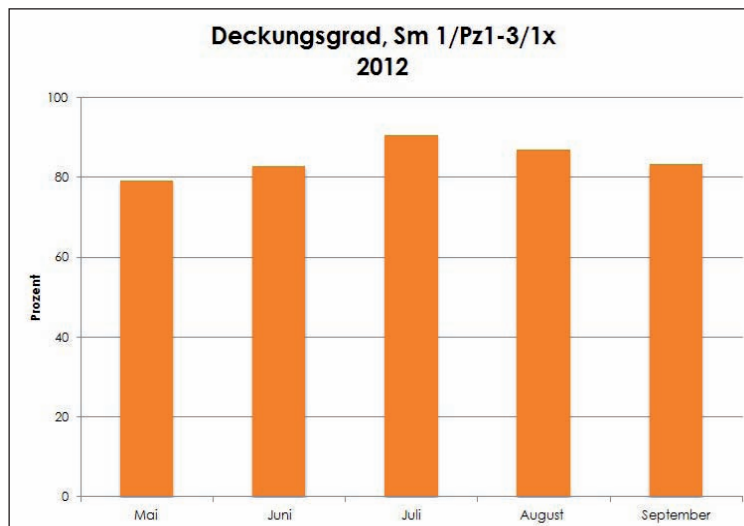
Ab -4 cm werden die Werte sprunghaft und bewegen sich zwischen 1,5 und 3,0 MPa.



Diagr. 11: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 1, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 1, einmal bewalzt

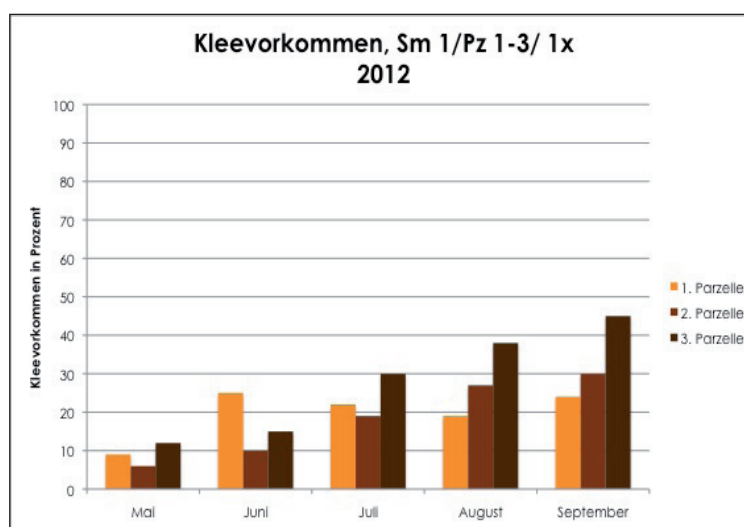
Bei diesem Diagramm ist zu sehen, dass bei der Oberbodenscherfestigkeit im Mai, Juni und Juli keine gravierenden Unterschiede festzustellen sind. Im August ist ein leichter Abfall zu verzeichnen, was im September jedoch durch steigende Werte wieder ausgeglichen wird. Bei der Bodenscherfestigkeit ist von Mai bis Juli eine stetige Steigung zu erkennen, die dann ihren Höhepunkt erreicht und ab August wieder sinkt.



Diagr. 12: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 1, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 1, einmal bewalzt

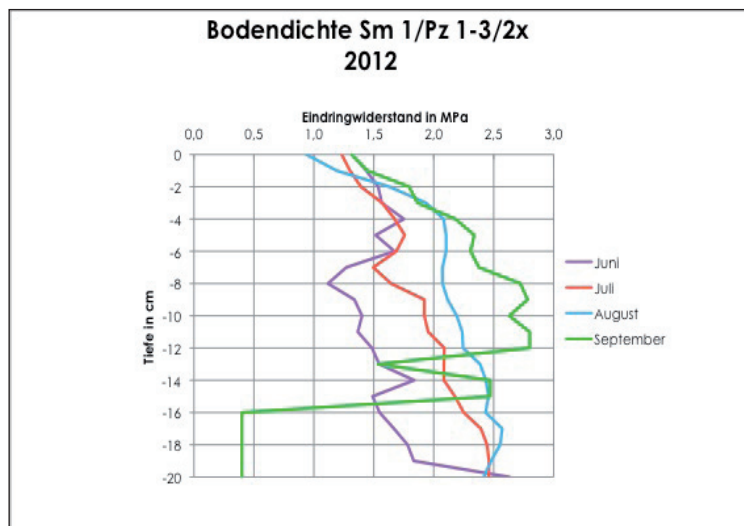
Hier ist zu sehen, dass die Kurve bei der einmal Bewalzung fast genau gleich verläuft wie bei der Fläche ohne Bewalzung. Der Deckungsgrad beginnt im Mai bei 79%, findet ihren Höhepunkt im Juli bei 90% und sinkt im September auf 83% ab.



Diagr. 13: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 1, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 1, keine Weißkleezugabe, einmal bewalzt

Im Mai war das Kleevorkommen sehr gering, nur um die 10%. In den Sommermonaten ist zwar ein Anstieg zu erkennen, jedoch nur sehr gering. In die Parzelle 3 ist die Weißklee Häufigkeit mit über 40% eingewandert. Parzelle 1 und 2 haben in den Monaten August und September ein Kleevorkommen zwischen 20 und 30%.

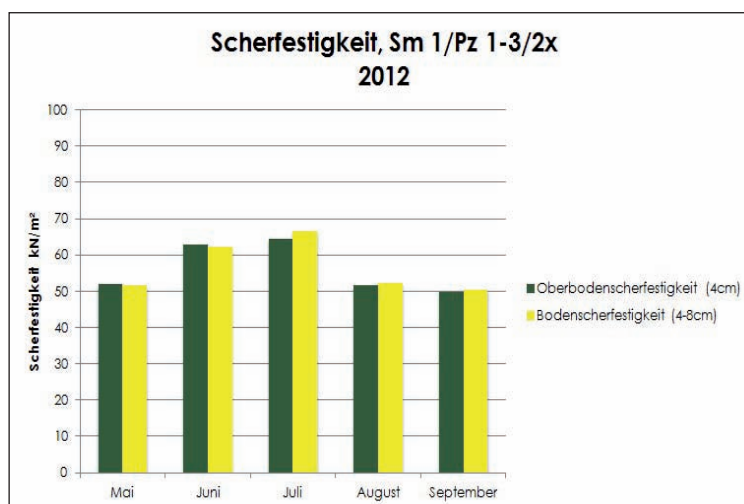


Diagr. 14: Bodendichte  
Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt

Der Eindringwiderstand ist im oberen Horizont sehr unregelmäßig. So bewegen sich die Werte von Juni, Juli und September alle zwischen 1,2 und 1,5 MPa. Der August weist im ersten Zentimeter einen Eindringwiderstand von nur 0,94 MPa auf, jedoch nimmt der Eindringwiderstand bis in eine Tiefe von -4 cm zu und hat an diesem Punkt einen Wert von 2,08 MPa erreicht.

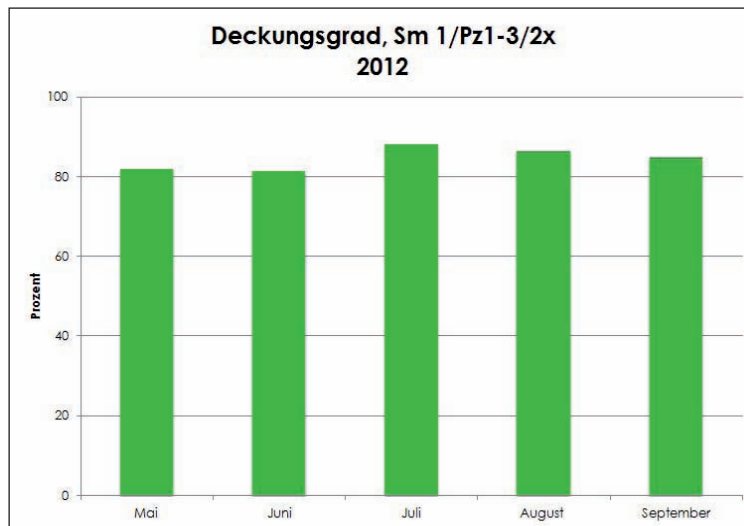
Wie in den anderen beiden Parzellen dieser Saatgutmischung nimmt der Eindringwiderstand bis auf -5 cm konstant zu. Danach bewegen sich die Werte zwischen 1,2 und 2,8 MPa.



Diagr. 15: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt

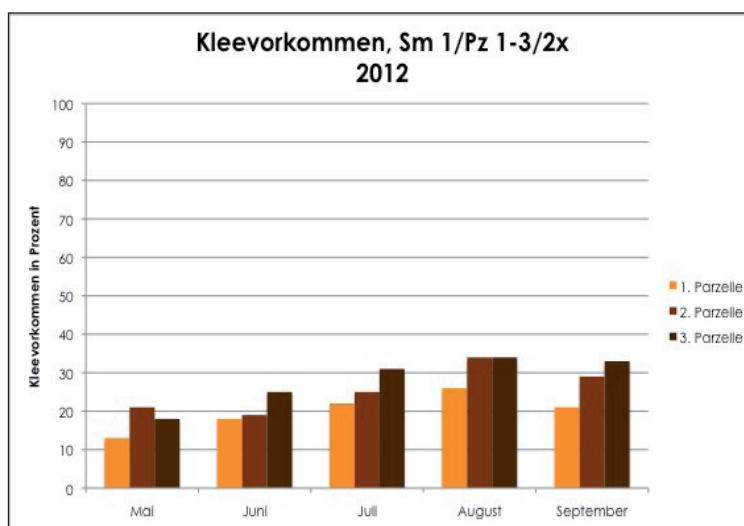
Dieses Diagramm zeigt nur geringe Unterschiede zwischen den Messungen bei der Oberbodenscherfestigkeit und der Bodenscherfestigkeit. Bis Juli ist eine weitere Steigung zu erkennen. Im August findet dann ein relativ großer Rückgang von ca. 65 kN/m² zu 51 kN/m² statt.



Diagr. 16: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt

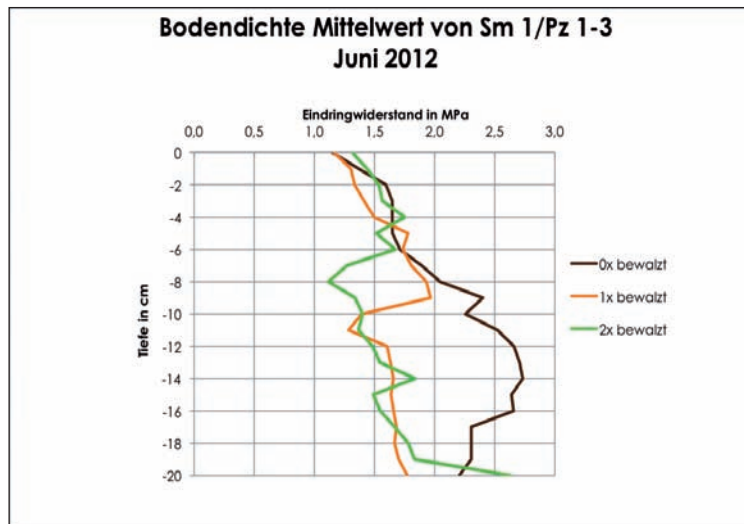
Bei der zweimal bewalzten Fläche zeigen der Mai und der Juni genau denselben Wert. Im Juli ist ein leichtes Hoch zu verzeichnen, welches aber ganz langsam bis zum September hin wieder absinkt.



Diagr. 17: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 1, keine Weißkleezugabe, zweimal bewalzt

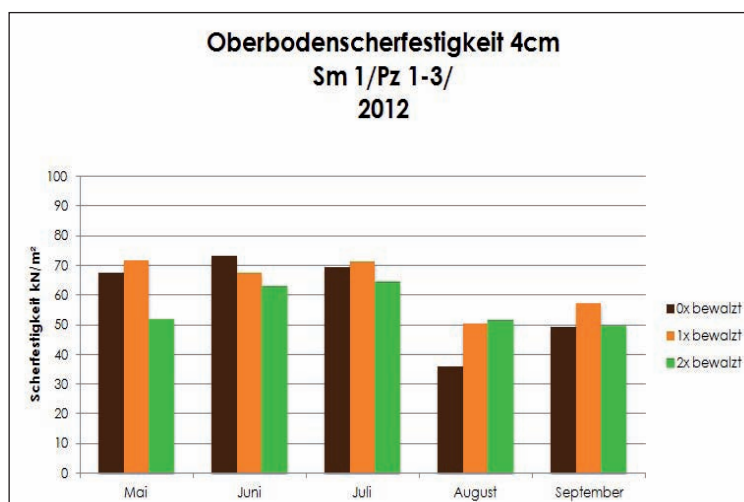
Auch in dieser Parzelle ist die Entwicklung der Kleeinwanderung linear. Im Mai liegt das Kleevorkommen zwischen 10 und 20%. Bis August steigt der Anteil in Parzellen zwei und drei auf 34% und in Parzelle eins auf 26% an.



Diagr. 18: Bodendichte  
Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x  
bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
Juni 2012

### Saatgutmischung 1, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Monat Juni

Im Juni hat die zweimal bewalzte Fläche mit 1,3 MPa den höchsten Eindringwiderstand im oberen Horizont. Die nicht und einmal bewalzten Flächen haben jeweils einen Wert von 1,2 MPa. Bis in eine Tiefe von -5 cm steigen alle Werte auf 1,7 MPa an, ab dann sind die Werte jedoch sehr sprunghaft. Bei der nicht bewalzten Fläche nimmt der Eindringwiderstand im unteren Horizont zu und erreicht Werte über 2,5 MPa. Die einmal bewalzte Fläche bleibt ziemlich konstant zwischen 1,5 und 2,0 MPa. Die zweimal bewalzte Fläche verliert sogar Widerstand und pendelt sich bei 1,5 MPa ein.

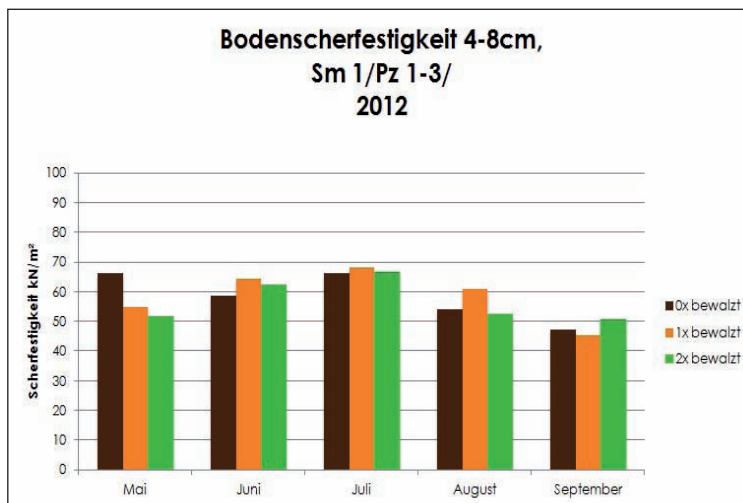


Diagr. 19: Oberbodenscherfestigkeit  
4 cm  
Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-  
2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-  
Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 1, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Oberbodenscherfestigkeit (4 cm)

In diesem Balkendiagramm ist zu erkennen, dass sich die Werte in keinem der fünf Monate einander annähern. Die Felder, die nicht bewalzt worden sind, beginnen im Mai bei 68 kN/m² und steigen im Juni auf 72 kN/m², im August ist ein starker Abfall zu erkennen, der sich jedoch im September wieder erholt. Bei den einmal Bewalzungen ähneln sich die ersten drei Monate Mai, Juni und Juli sehr,

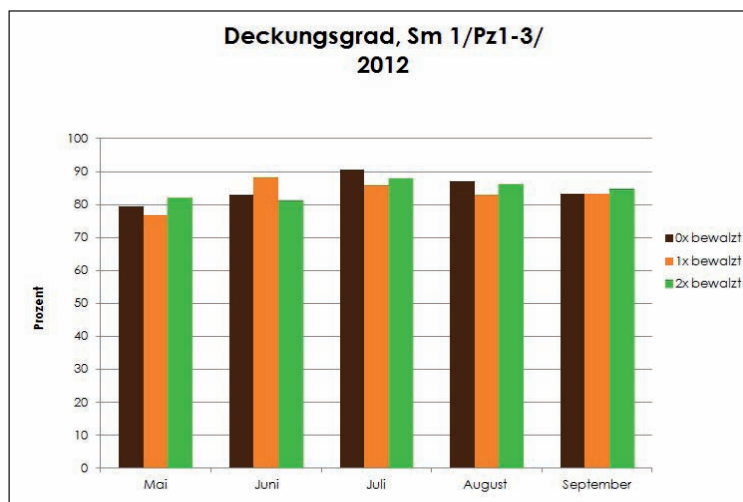
danach folgt ein Abfall auf 50 kN/m<sup>2</sup>, der sich dann auf 58 kN/m<sup>2</sup> im September erholt. Die zweimal bewalzten Felder beginnen im Mai bei 52 kN/m<sup>2</sup>, steigen dann bis zum Juli auf 63 kN/m<sup>2</sup> an. Danach sinken im August und September die Werte abermals.



Diagr. 20: Bodenscherfestigkeit 4-8 cm  
Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

#### **Scherfestigkeit, Saatgutmischung 1, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Bodenscherfestigkeit (4-8 cm)**

In diesem Balkendiagramm ist zu erkennen, dass sich die Werte in keinem der fünf Monate einander annähern. Die Felder, die nicht bewalzt worden sind, beginnen im Mai bei 68 kN/m<sup>2</sup> und steigen im Juni auf 72 kN/m<sup>2</sup>. Im August ist ein starker Abfall zu erkennen, der jedoch im September wieder aufsteigt. Bei den einmal Bewalzungen ähneln sich die ersten drei Monate Mai, Juni und Juli.



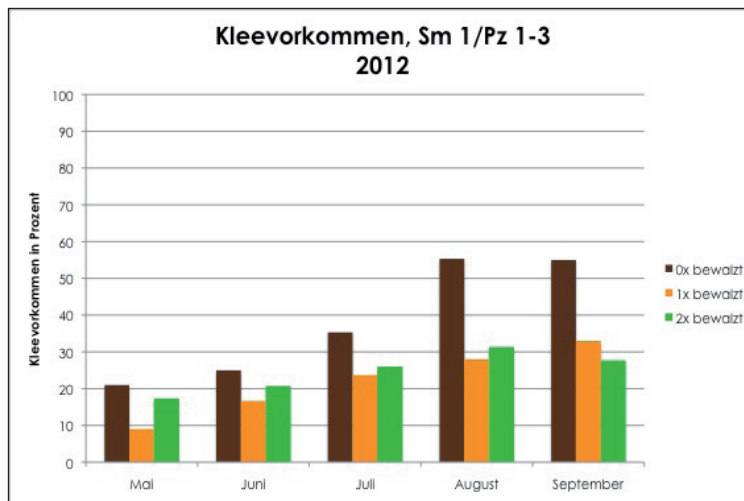
Diagr. 21: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

#### **Deckungsgrad, Saatgutmischung 1, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Bei der ersten Messung im Mai lag der Deckungsgrad bereits schon bei ca. 80%. Große Unterschiede bei den verschiedenen Walzungen gibt es in diesem Monat noch nicht. Der Juni zeigt, dass hier die einmal Bewalzung im Gegensatz zur nicht Bewalzung und zweimal Bewalzung einen Deckungsgrad von fast 90% aufweist. Der höchste Deckungsgrad im Monat Juli wurde ohne Bewalzung erreicht und

liegt bei 91%. Dieses ist auch im Monatsvergleich von Mai bis September der höchste erreichte Wert.

Im August sinkt der Deckungsgrad im Vergleich zum Vormonat deutlich ab. Auch der September folgt dem sinkenden Trend, wobei auffällt, dass sich die drei Bewalzungsarten sehr stark einander annähern. Dieses führt dazu, dass fast kein Unterschied mehr zu erkennen ist.



Diagr. 22: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x  
bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### **Kleevorkommen, Saatgutmischung 1, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Auf allen Feldern mit unterschiedlich häufiger Bewalzung ist ein Anstieg des Kleevorkommens zu vermerken. Auf der Fläche, die nicht bewalzt wurde, hat sich das Kleevorkommen jedoch am besten entwickelt. Im Gegensatz zu den Flächen mit einer und zwei Bewalzungen, die ähnliche Werte haben, ist das Kleevorkommen auf der Fläche mit keiner Bewalzung fast doppelt so hoch.

## 7.2 Ergebnisse der Saatgutmischung 2

### Saatgutmischung 2:

9,6% *Poa pratensis* 'Limousine'

34,6% *Lolium perenne* 'Lorettanova'

29,4% *Lolium perenne* 'Loretta'

9,4% *Festuca rubra trich* 'Samanta'

14,4% *Festuca rubra com* 'Trophy'

2% *Trifolium repens* 'Pipolina'

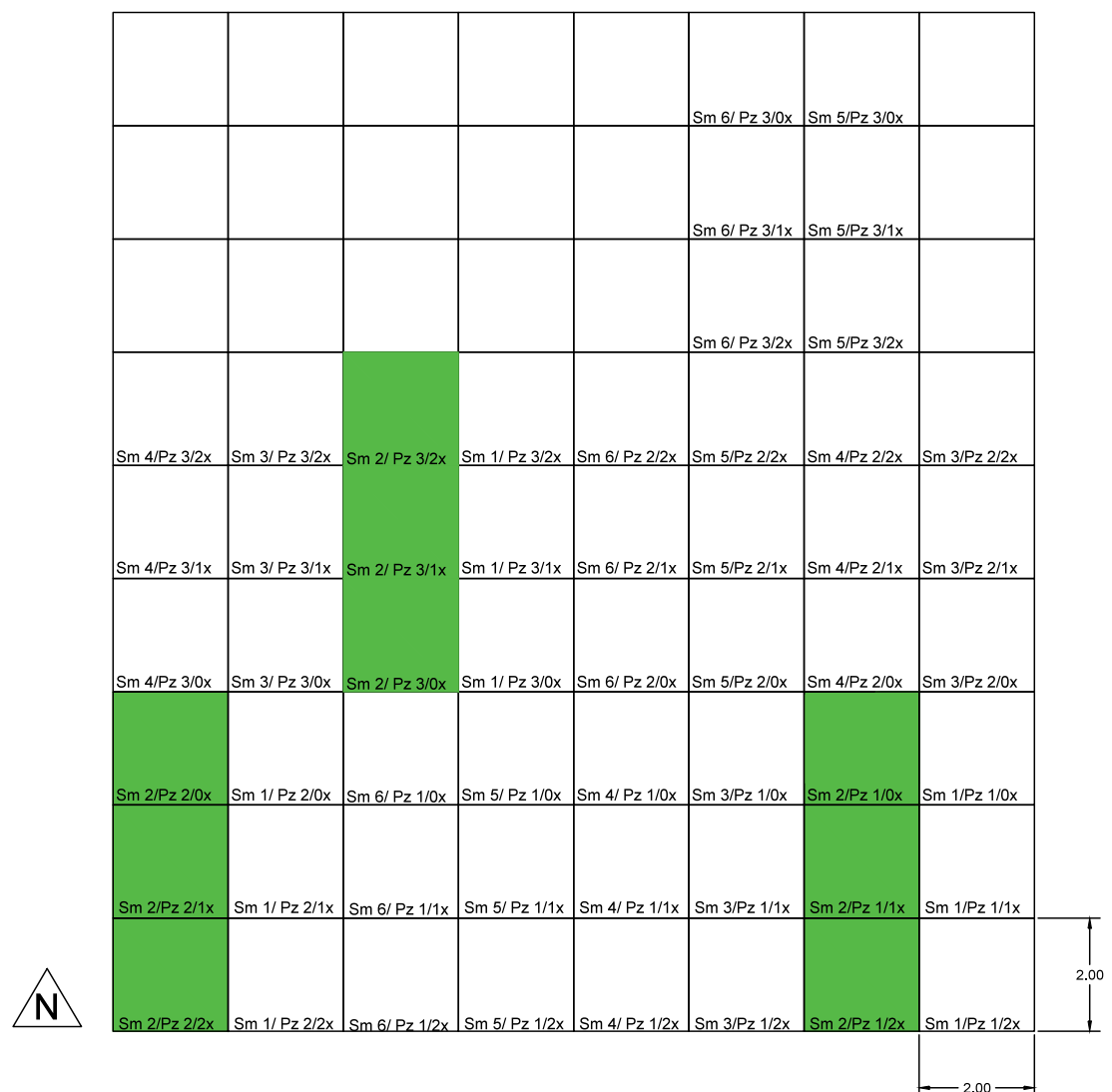
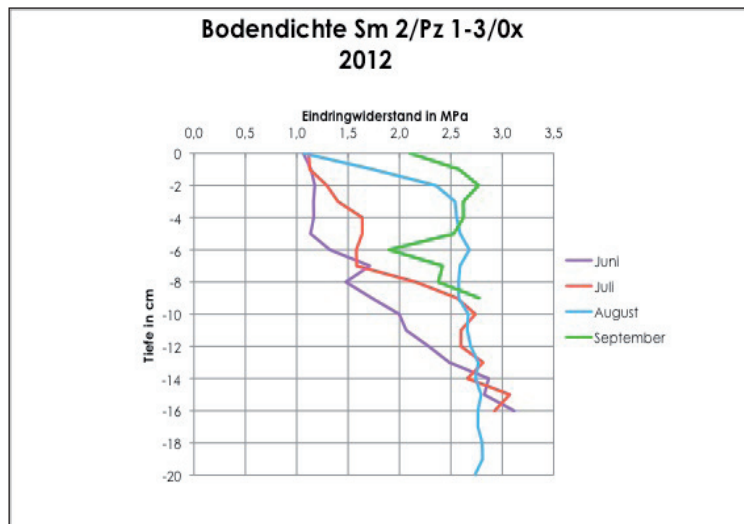


Abb. 23: Übersichtsplan; Saatgutmischung 2, Versuchsfeld Wien-Essling, 2012

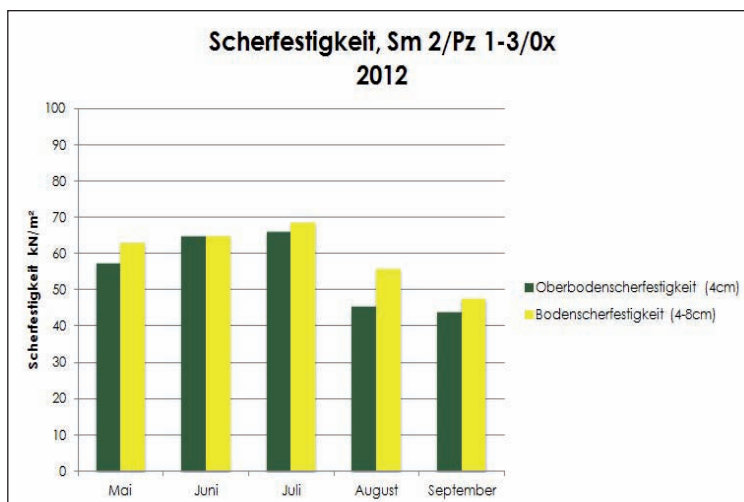


Diagr. 23: Bodendichte  
Saatgutmischung 2, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 2, keine Bewalzung

Der Eindringwiderstand im oberen Horizont liegt im Juni und Juli bei knapp über 1,0 MPa und steigt bis -7cm Tiefe auf 1,6 MPa an. Im August liegt der Wert im oberen Horizont auch bei 1,0 MPa, steigt jedoch bis -3 cm rasch auf 2,5 MPa an und pendelt sich in den unteren Horizont zwischen 2,5 und 3,0 MPa ein.

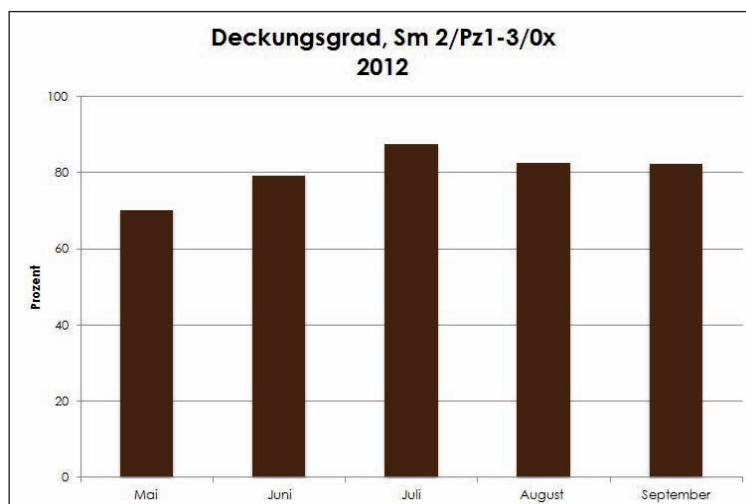
Im September ist der Eindringwiderstand im oberen Horizont mit 2,2 MPa am höchsten. Der Wert steigt bis -2 cm auch noch auf 2,75 MPa an und wird ab -5 cm sehr sprunghaft.



Diagr. 24: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 2, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 2, keine Bewalzung

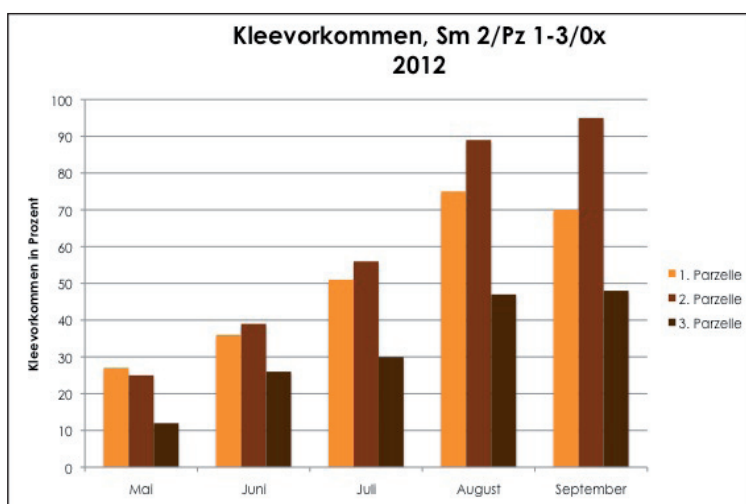
Das Diagramm zeigt, dass bei der Saatgutmischung 2 die Unterschiede in den ersten drei Monaten äußerst gering sind. Im August ist wie auch schon bei Saatgutmischung 1 ein rapider Abfall 67 kN/m² auf 45 kN/m² zu erkennen, erst recht bei der Oberbodenscherfestigkeit, wo die Scherfestigkeit auf 45 kN/m² abfällt.



Diagr. 25: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 2, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 2, keine Bewalzung

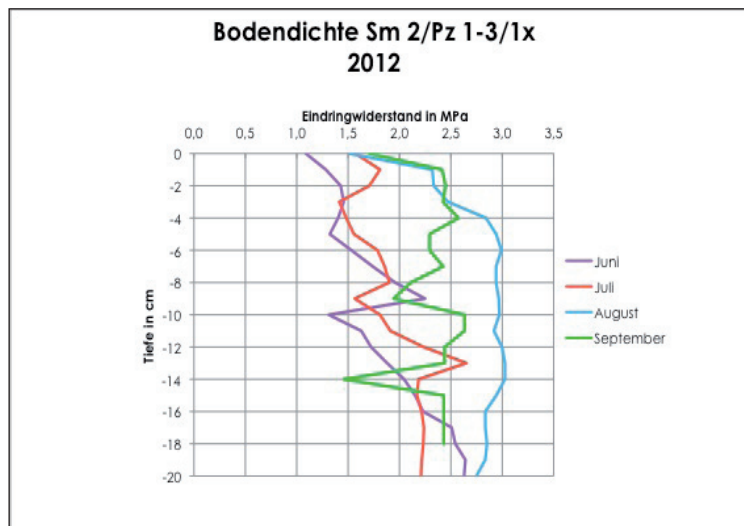
Bei der Saatgutmischung 2 fängt der Deckungsgrad im Mai bei 70% an und steigt dann rapide bis zum Juli auf 87% . Im August sinkt er auf 82% ab und kann diesen Wert auch im September halten.



Diagr. 26: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 2, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 2, 2% Weißklee im Saatgut, keine Bewalzung

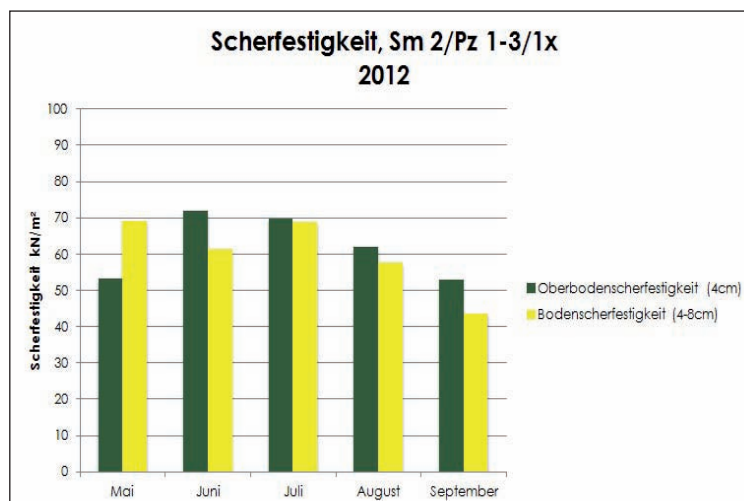
Das Kleevorkommen in dieser Saatgutmischung ist gut aufgegangen. Es ist eine deutlich steigende Entwicklung in den Monaten zu erkennen. Im Mai liegt der Anteil an Weißklee noch zwischen 10 - 30%. Vor allem die erste und zweite Parzelle haben eine rasche Entwicklung und bringen es im September auf 70 bzw. 95% Kleevorkommen. In der dritten Parzelle entwickelte sich der Weißklee im Gegensatz zu den beiden anderen Parzellen spärlicher und erreicht im September einen Höchstert von 48%.



Diagr. 27: Bodendichte  
Saatgutmischung 2, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 2, einmal bewalzt

Im oberen Horizont ist eine ansteigende monatliche Entwicklung zu erkennen. So liegt der Wert im Juni bei knapp über 1,0 MPa und steigt in den ersten Zentimeter auf 1,45 MPa an. Ab einer Tiefe von -5 cm wird er sehr sprunghaft. In den drei darauffolgenden Monaten liegt der Wert im oberen Horizont bei 1,5 MPa. Im Juli bleibt der Wert bis -5 cm konstant zwischen 1,5 und 1,8 MPa. Im August und im September nimmt der Eindringwiderstand in den ersten Zentimeter wieder stark zu. Bei der Tiefe -4 cm liegen die Werte zwischen 2,5 und 3 MPa. Im August liegt der Wert in dem tieferen Horizont konstant knapp unter 3 MPa. Im September ist der Wert ab -5 cm sehr sprunghaft.

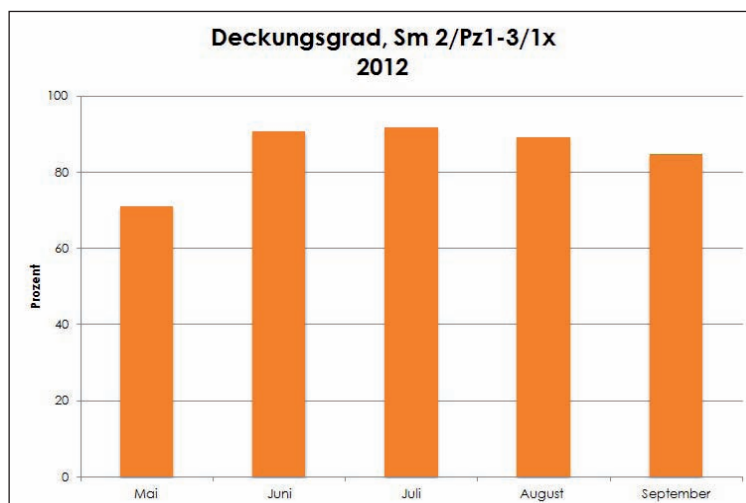


Diagr. 28: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 2, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 2, einmal bewalzt

Bei der einmal Bewalzung von der Saatgutmischung 2 beträgt der Anfangswert im Mai bei der Oberbodenscherfestigkeit 52 kN/m². Dieser erreicht im Juni seinen Höhepunkt von 71 kN/m² und fällt danach konstant ab. In den Monaten Mai und Juni ist deutlich zu erkennen, dass hierbei große Unterschiede zwischen den zwei durchgeführten Messungen bestehen. Bei der Oberbodenscherfestigkeit steigen

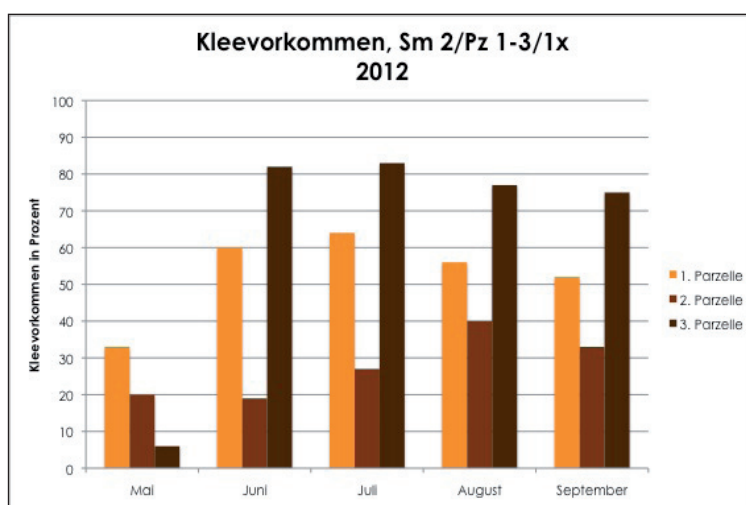
die Werte von Mai bis Juni auf die oben schon genannten 71 kN/m<sup>2</sup>, währenddessen sie bei der Bodenscherfestigkeit von Mai bis Juni auf 61 kN/m<sup>2</sup> fallen.



Diagr. 29: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 2, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 2, einmal bewalzt

Die einmal bewalzten Felder weisen in diesem Diagramm im Mai einen Deckungsgrad von 70% auf. Im Juni und Juli bleibt der Deckungsgrad beider Flächen identisch und wächst auf 90% an. Danach ist ein leichtes Absinken zu verzeichnen.

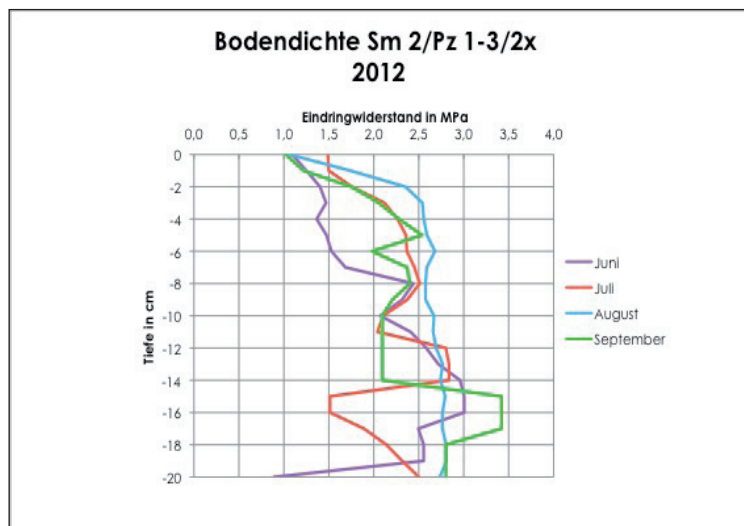


Diagr. 30: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 2, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 2, 2% Weißklee im Saatgut, einmal bewalzt

Bei der einmal bewalzten Fläche hat sich das Ergebnis zwischen den einzelnen Parzellen ziemlich unterschiedlich entwickelt. Die erste Parzelle hat im Gegensatz zu den anderen beiden Parzellen einen hohen Anteil im Mai und erreicht im Juli den Höchstwert mit 62%. In Parzelle zwei ist das Kleevorkommen gering und hat im August mit 40% seinen höchsten Wert.

Parzelle drei dagegen hat im Mai mit 6% fast überhaupt kein Kleevorkommen und im Juni plötzlich ein Häufigkeit von 82% und bleibt die restlichen Monate auch zwischen 70-80%.

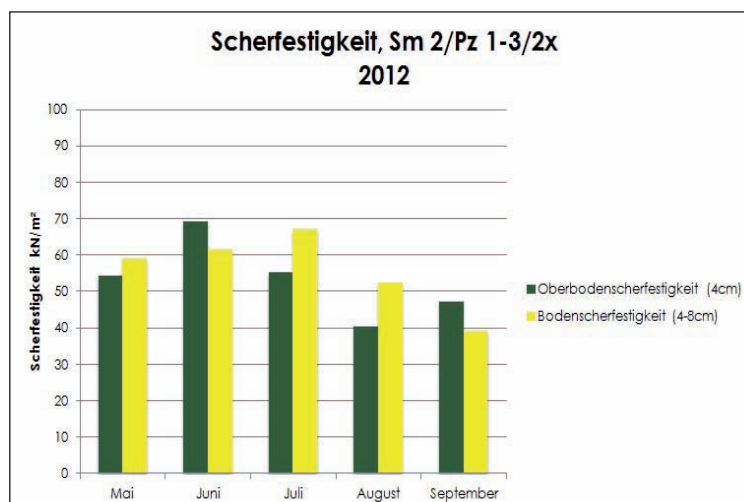


Diagr. 31: Bodendichte  
Saatgutmischung 2, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 2, zweimal bewalzt

Der Eindringwiderstand liegt in allen Monaten im oberen Horizont zwischen 1,0 und 1,5 MPa. Im Juni steigt der Wert bis -7 cm auf 1,6 MPa an und wird im tieferen Horizont sehr sprunghaft. Der Juli entwickelt sich ähnlich, erreicht bei -8 cm einen Wert von 2,5 MPa und wird anschließend sprunghaft.

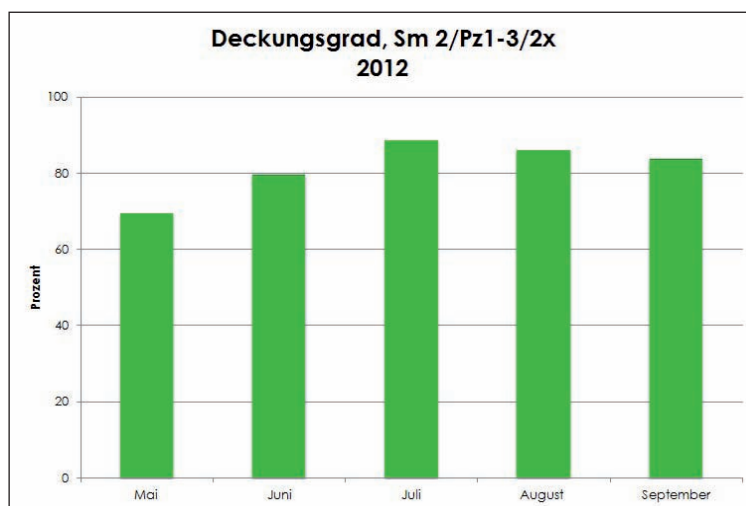
Der August und der September zeigen im oberen Horizont wieder einen stark ansteigenden Eindringwiderstand und haben bei -5 cm Werte von knapp über 2,5 MPa. Im August pendelt sich der Wert im tieferen Horizont zwischen 2,5 und 3,0 MPa ein. Im September ist der Wert wieder sehr sprunghaft.



Diagr. 32: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 2, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 2, zweimal bewalzt

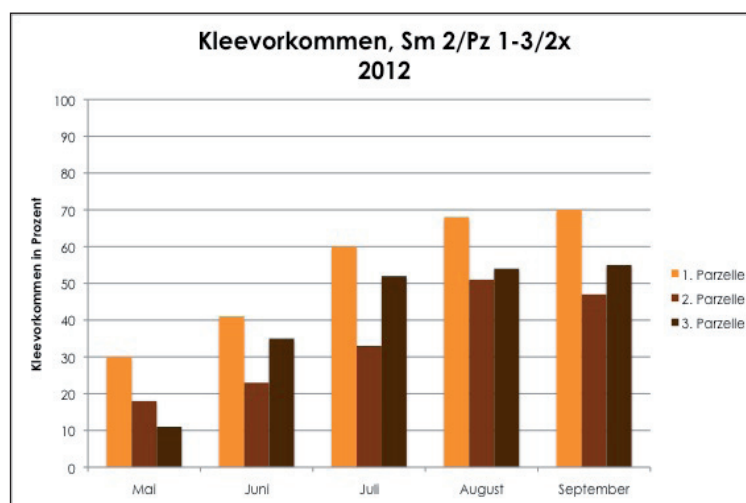
Die Oberbodenscherfestigkeit stellt in diesem Diagramm eine leichte S-Kurve da. Im Mai beginnt sie bei ca. 53 kN/m², findet ihren Höhenpunkt im Juni bei 69 kN/m², fällt danach ab und steigt im September auf 48 kN/m² wieder ersichtlich an. Bei der Bodenscherfestigkeit entsteht ein anderes Bild. Hier ist der höchste Wert im Juli bei 68 kN/m² abzulesen. Danach ist eine kontinuierliche Schrumpfung der Werte bis zum September auf 39 kN/m² zu erkennen.



Diagr. 33: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 2, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 2, zweimal bewalzt

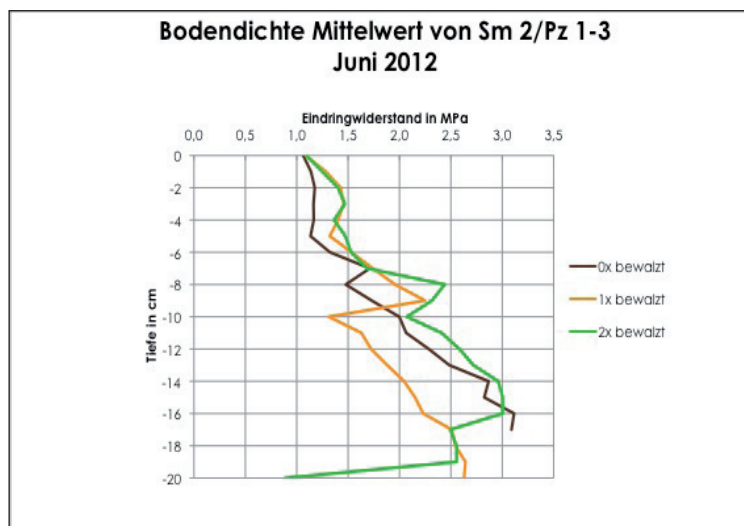
Bei der zweimal Bewalzung beginnt der Mai mit 68%. Der Deckungsgrad steigert bis zu 88% im Juli und fällt danach auf 83% im September ab.



Diagr. 34: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 2, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 2, 2% Weißklee im Saatgut, zweimal bewalzt

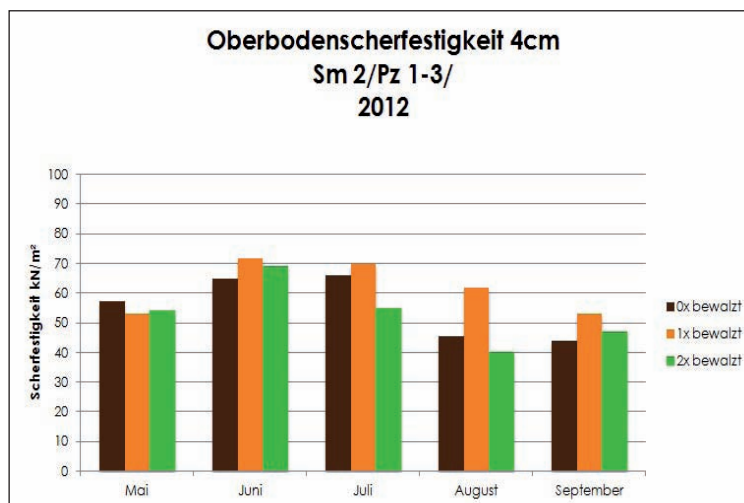
Bei der zweimal in der Woche bewalzten Flächen steigt das Kleevorkommen sehr linear. Zu erkennen ist die geringe Häufigkeit im Mai, welche aber im Laufe der Monate linear ansteigt. Die erste Parzelle besitzt im September einen Wert von 70%, die zweite Parzelle einen Wert von 47% und die dritte Parzelle einen Wert von 55%.



Diagr. 35: Bodendichte  
Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x  
bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
Juni 2012

### Saatgutmischung 2, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Monat Juni

Der Eindringwiderstand liegt am Anfang bei allen drei Kurven bei 1 MPa. In den einmal und zweimal bewalzten Flächen steigt die Bodendichte bis -7 cm auf 1,7 MPa an. Die Fläche ohne Bewalzung erreicht bei -7 cm ebenfalls die 1,7 MPa, jedoch ist der Anstieg bei dieser Kurve nicht ganz so linear. Ab -7 cm sind die Werte sehr sprunghaft und bewegen sich zwischen 1,0 und 3,0 MPa.

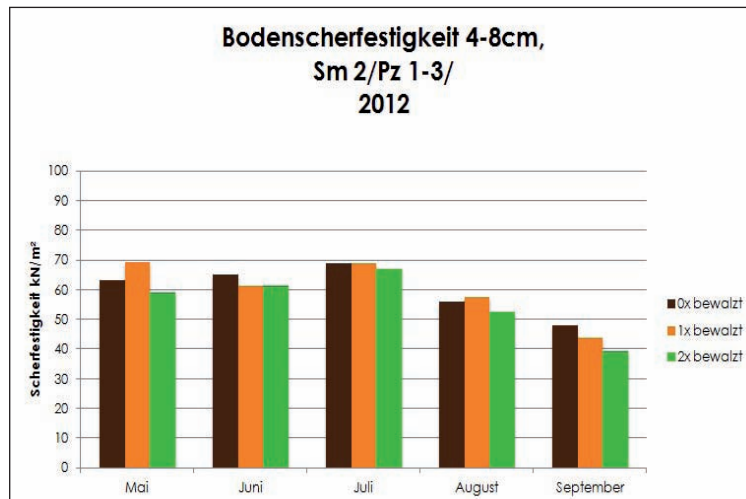


Diagr. 36: Oberbodenscherfestigkeit  
4 cm  
Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-  
2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-  
Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 2, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Oberbodenscherfestigkeit (4 cm)

In der Saatgutmischung 2 herrscht bei der Scherfestigkeit im Monat Mai kein großer Unterschied. Das Balkendiagramm zeigt, dass im Juni eine Zunahme aller drei Bewalzungsarten zu erkennen ist. Im Juli sinkt die zweimal bewalzte Fläche auf 54 kN/m² ab. Im August ist mit Ausnahme der einmal bewalzten Fläche ein starker Rückgang der Werte von der nicht und zweimal bewalzten Fläche zu erkennen. Diese Verringerung erholt sich im September wieder etwas und nur die einmal

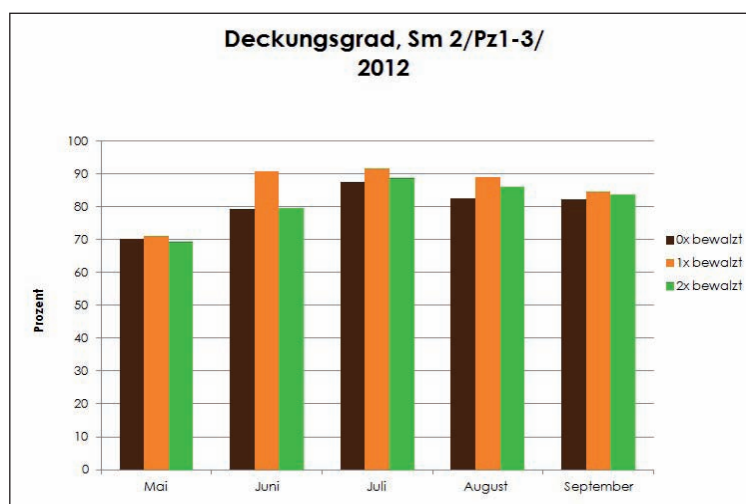
bewalzte Fläche fällt noch geringfügig auf 52 kN/m<sup>2</sup> ab.



Diagr. 37: Bodenscherfestigkeit 4-8 cm  
Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### **Scherfestigkeit, Saatgutmischung 2, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Bodenscherfestigkeit (4-8 cm)**

Dieses Balkendiagramm zeigt die Scherfestigkeit in 8 cm Bodentiefe der Saatgutmischung 2, im Mai führt die einmal Bewalzung mit 69 kN/m<sup>2</sup>. Im Juni und Juli ist eine leichte Steigerung der Werte zu erkennen, jedoch gleichen sich die Werte immer mehr aneinander an. Im August sinken die Werte rasch und befinden sich nur mehr bei ca. 55 kN/m<sup>2</sup>. Im September ist ein weiterer Abfall zu erkennen, wobei die zweimal bewalzte Fläche nur mehr eine Scherfestigkeit von 39 kN/m<sup>2</sup> aufweist.

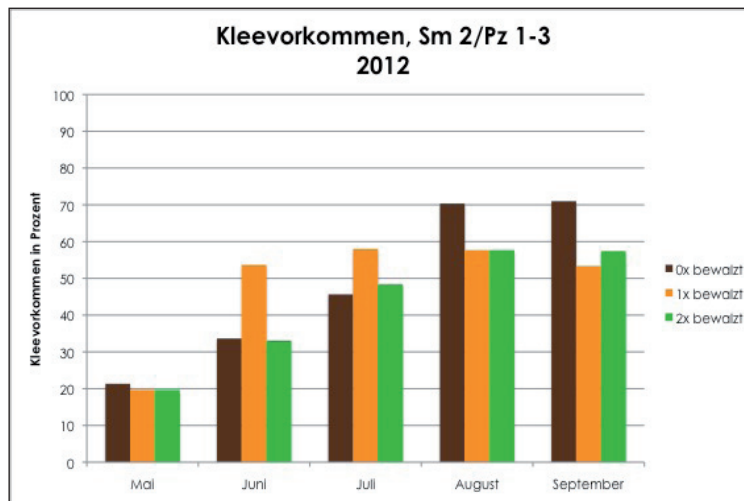


Diagr. 38: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, Juni 2012

### **Deckungsgrad, Saatgutmischung 2, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Bei der Saatgutmischung 2 liegt der Deckungsgrad im Mai im Vergleich zur Saatgutmischung 1 mit ungefähr 70% deutlich niedriger. Von Juni bis September ist zu erkennen, dass der höchste Deckungsgrad jeweils bei der einmal Bewalzung liegt. Im Juni zeigt sich der größte Unterschied von fast 10% zwischen der einmal Bewalzung und den beiden anderen Bewalzungshäufigkeiten. Der Juli zeigt

auch in diesem Monatsvergleich die höchsten Werte mit knapp über 90%. Ein etwas stärkerer Abfall ist im August bei der nicht bewalzten Fläche herauszulesen, dieser erholt sich aber im September wieder. Wie auch bei der Saatgutmischung 1 ist in der Saatgutmischung 2 die Annäherung bei den drei Bewalzungsarten im September sehr ausgeprägt.



Diagr. 39: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x  
bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
Juni 2012

#### **Kleevorkommen, Saatgutmischung 2, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Das Kleevorkommen hat sich auf allen Parzellen unterschiedlich stark entwickelt. Die Entwicklung steigt bei allen ziemlich linear an. Im August und September ist zu erkennen, dass die Fläche, die nicht bewalzt wurde, wie auch schon bei Saatgutmischung 1 mit an die 70% das höchste Kleevorkommen besitzt. In den einmal und zweimal bewalzten Felder bewegt sich der Anteil in diesen Monaten zwischen 50 und 60%.

### 7.3 Ergebnisse der Saatgutmischung 3

#### Saatgutmischung 3:

9% *Poa pratensis* 'Limousine'

34% *Lolium perenne* 'Lorettanova'

29% *Lolium perenne* 'Loretta'

9% *Festuca rubra trich* 'Samanta'

14% *Festuca rubra com* 'Trophy'

5% *Trifolium repens* 'Pipolina'

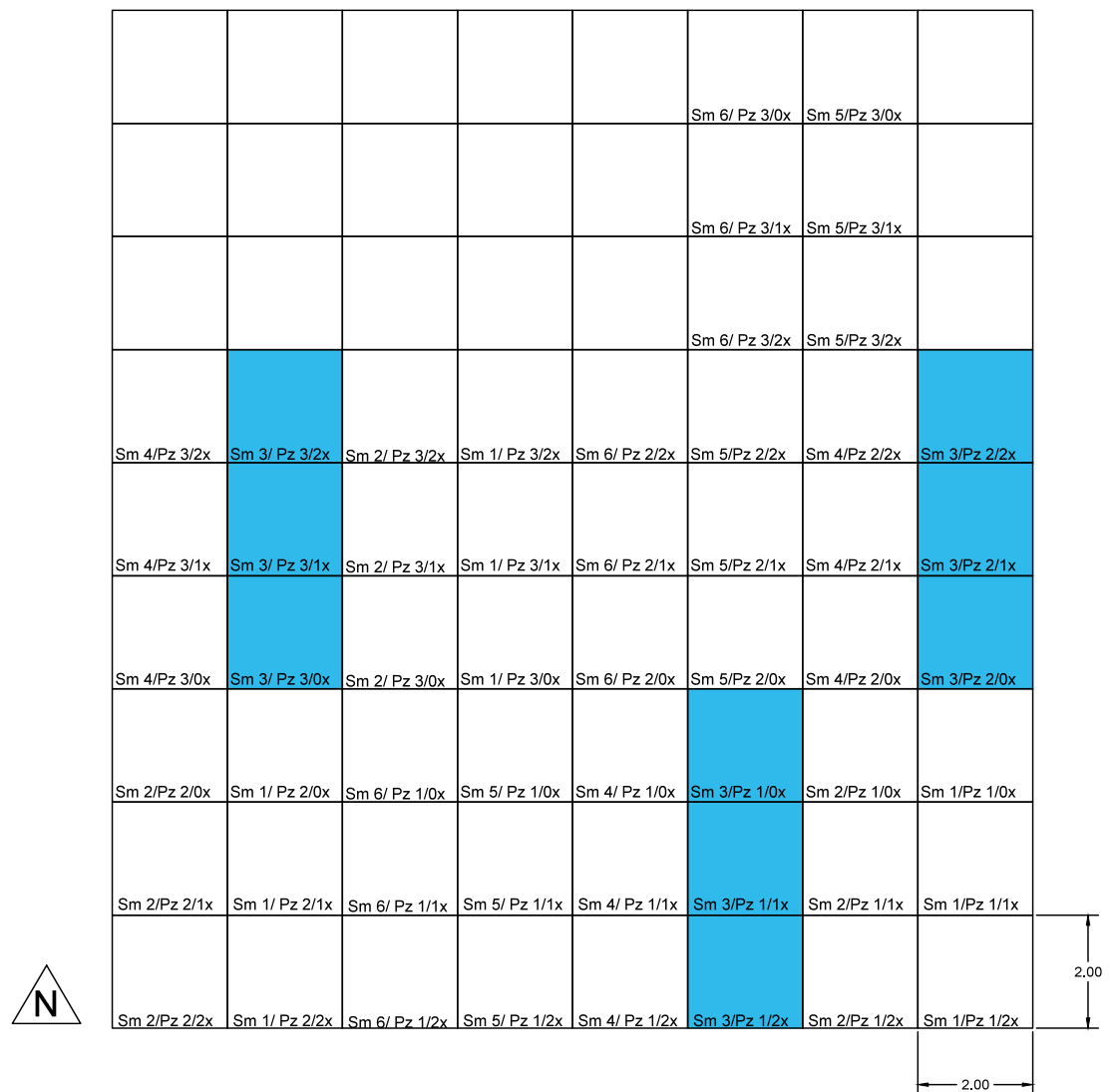
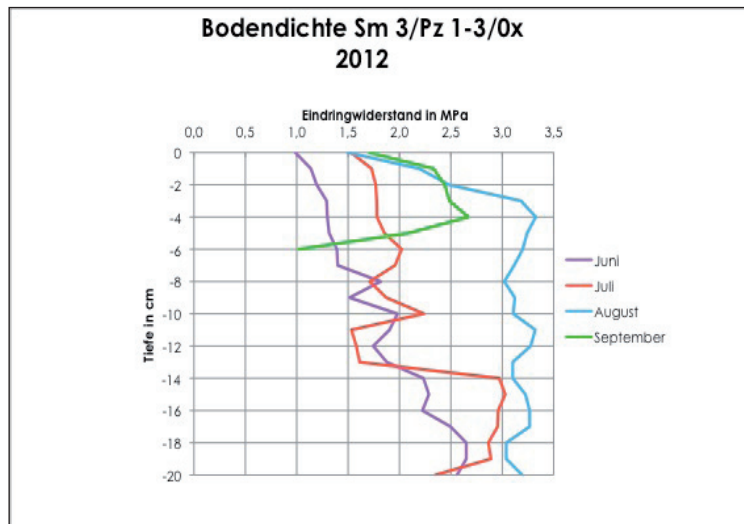


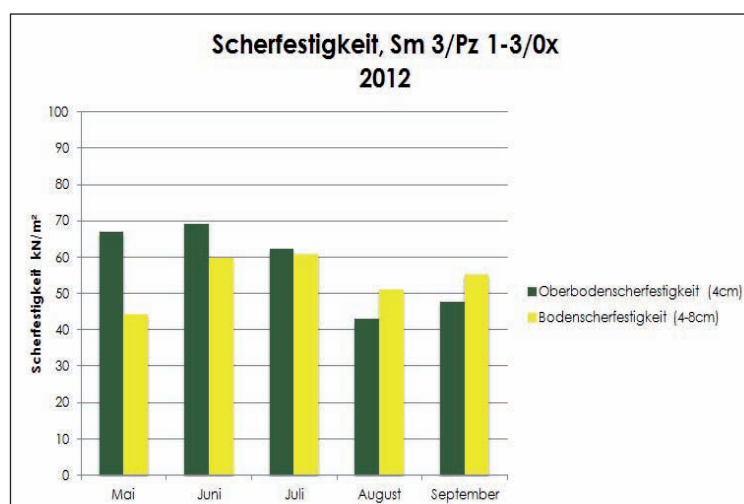
Abb. 24: Übersichtsplan; Saatgutmischung 3, Versuchsfeld Wien-Essling, 2012



Diagr. 40: Bodendichte  
Saatgutmischung 3, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 3, keine Bewalzung

Im Juni liegt der Eindringwiderstand im oberen Horizont bei 1 MPa und steigt bis in die Tiefe von -8 cm auf 1,8 MPa an und wird dann im unteren Horizont sprunghafter. Die anderen Monate haben im oberen Horizont einen Eindringwiderstand um die 1,5 MPa. Im Juli steigt der Wert bis -8 cm nur gering an und wird dann sehr sprunghaft. Der August und der September entwickeln sich anfangs wieder ähnlich. Der Eindringwiderstand nimmt im oberen Horizont stark zu. Der August erreicht bei einer Tiefe von -4 cm einen Wert um die 3,3 MPa und pendelt sich dann im unteren Horizont zwischen 3,0 und 3,5 MPa ein, dies ist ein sehr hoher Wert. Im September steigt der Wert bis -4 cm auf knapp über 2,5 MPa. Im unteren Horizont hat der Penetrologger keine Werte mehr aufgenommen.

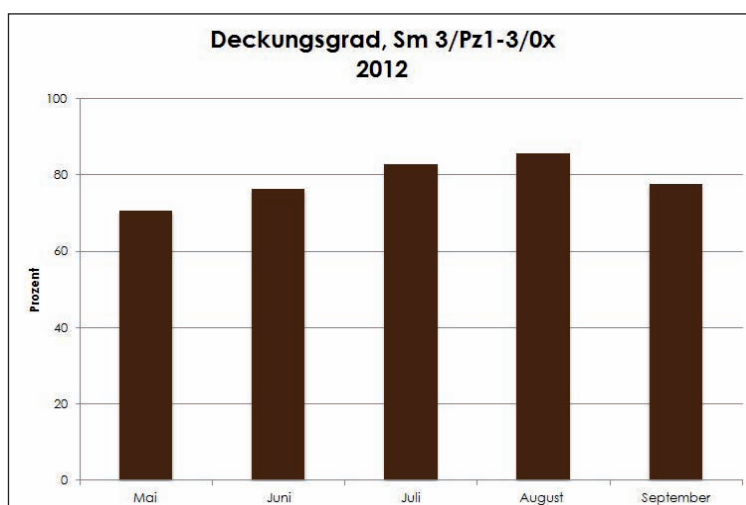


Diagr. 41: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 3, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 3, keine Bewalzung

In diesem Diagramm sind in den ersten beiden Monaten große Unterschiede bei den zwei verschiedenen Messungen festzustellen. Hier gibt es Schwankungen zwischen 42 kN/m² und 69 kN/m². Im August brechen die Werte ein, erholen sich aber wieder im September. Die Bodenscherfestigkeit beginnt im Mai bei 42 kN/

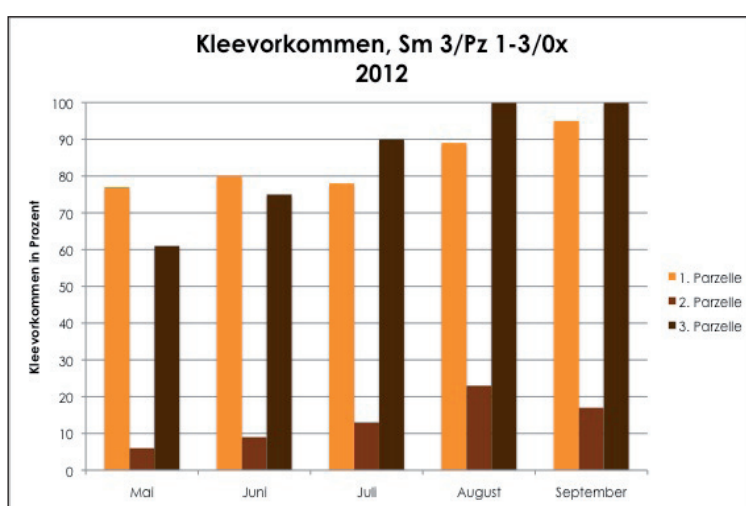
m<sup>2</sup> und steigt bis zum Juli auf 61 kN/m<sup>2</sup> an, fällt im August ein wenig und steigt im September auf 55 kN/m<sup>2</sup> wieder an.



Diagr. 42: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 3, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 3, keine Bewalzung

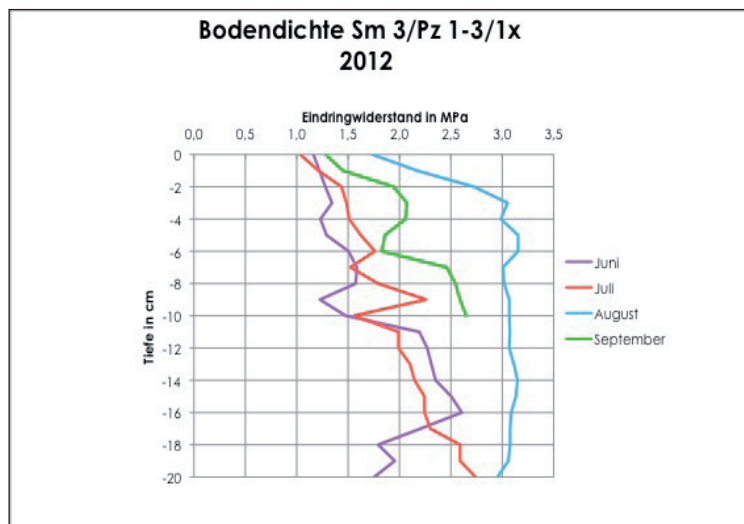
In diesem Diagramm der Saatgutmischung 3 ist erstmals der höchste Wert im August zu verzeichnen. Von Mai bis August steigen die Werte von 70% auf 84% und fallen im September wieder auf unter 80% ab.



Diagr. 43: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 3, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 3, 5% Weißklee im Saatgut, keine Bewalzung

Bei der dritten Saatgutmischung ist der Weißklee sehr gut aufgegangen. In der ersten und dritten Parzelle gibt es im Mai schon Werte von 61 und 77%. Diese steigen bis August auch noch bis über 90%. In der zweiten Parzelle ist die Saat jedoch überhaupt nicht aufgegangen und bewegt sich lediglich zwischen 10 - 20%. Dieses sonderbare Ergebnis wird an dieser Stelle erstmal so stehen gelassen und im späteren Teil der Arbeit versucht zu erläutern.

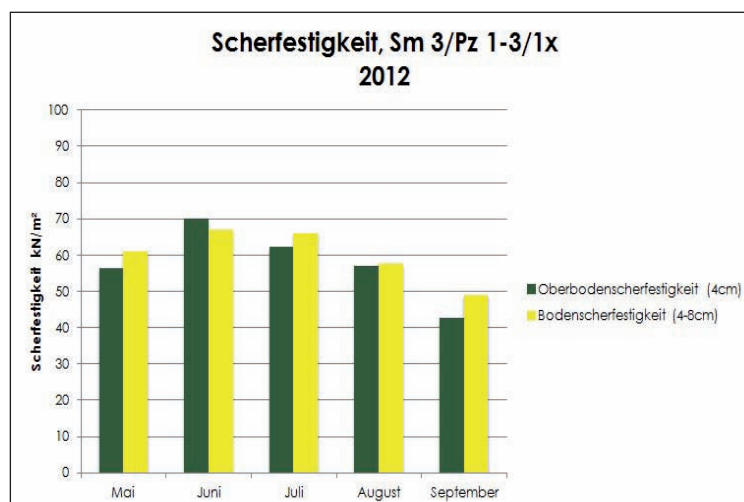


Diagr. 44: Bodendichte  
Saatgutmischung 3, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 3, einmal bewalzt

Der Eindringwiderstand liegt im oberen Horizont in den Monaten Juni, Juli und September zwischen 1,0 und 1,5 MPa. Die Werte steigen bis -6 cm gering an und werden dann wieder sehr sprunghaft.

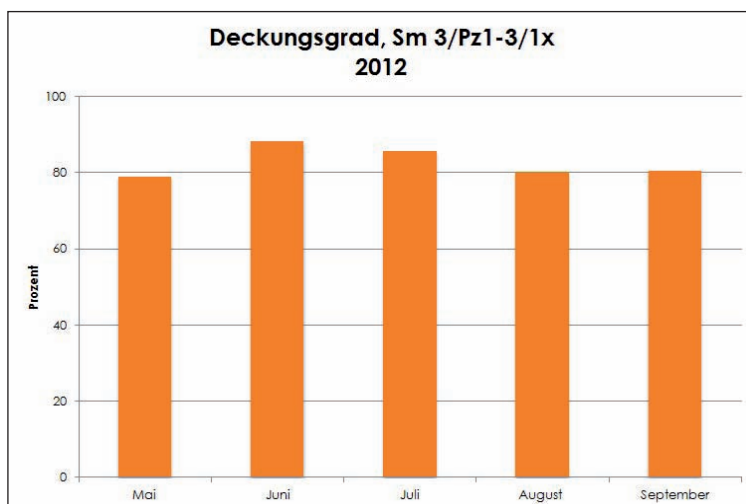
Der August hat im oberen Horizont einen Wert von 1,8 MPa und steigt bis -4 cm auf 3,0 MPa an und bleibt bis 20 cm um diesen Wert.



Diagr. 45: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 3, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 3, einmal bewalzt

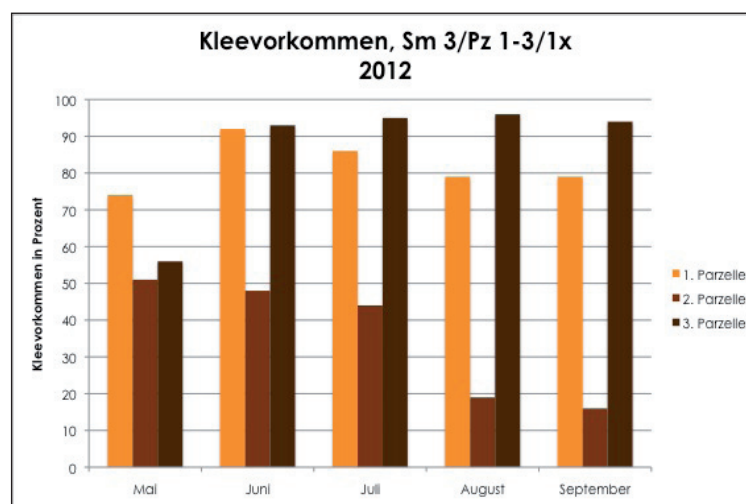
Hier ist bei beiden Messungen der Oberbodenscherfestigkeit und der Bodenscherfestigkeit ein gleichbleibendes Bild zu erkennen. Der Monat Juni liefert hierbei die Höchstwerte des Monatsvergleiches. Dieses Mal sinken die Werte bis zum September auch nur geringfügig ab. Der Schwankungsbereich hierbei liegt zwischen 41 kN/m<sup>2</sup> und 70 kN/m<sup>2</sup>.



Diagr. 46: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 3, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 3, einmal bewalzt

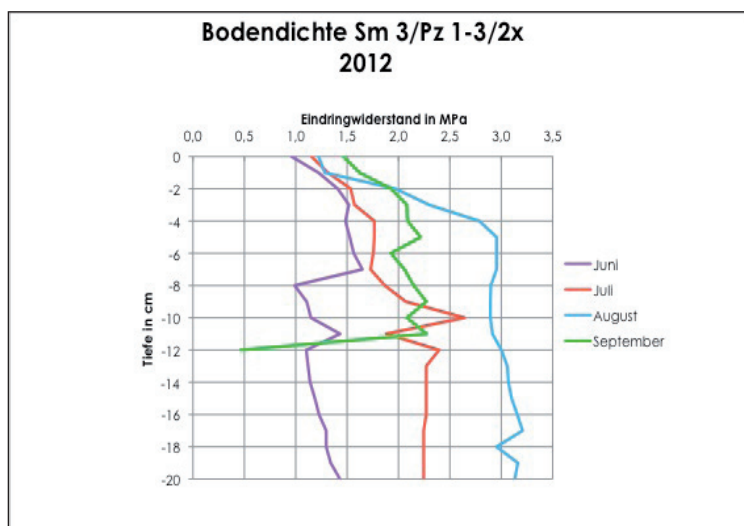
Im Gegensatz zu der nicht Bewalzung hat die einmal Bewalzung den Höchstwert im Juni bei 86% , welcher im Juli wieder deutlich fällt. Der August und September haben sehr ähnliche Werte bei ca. 80%.



Diagr. 47: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 3, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 3, 5% Weißklee im Saatgut, einmal bewalzt

Das Kleevorkommen der ersten und dritten Parzelle ist auch auf der Flächen, die einmally bewalzt wurden, mit über 80 und sogar 90% sehr hoch. Die Parzelle zwei hat im Mai auch noch mit 51% ein hohes Vorkommen. Ab Juni fällt dieser aber ab und im August und September bewegt sich der Anteil nur noch zwischen 10 und 20%.

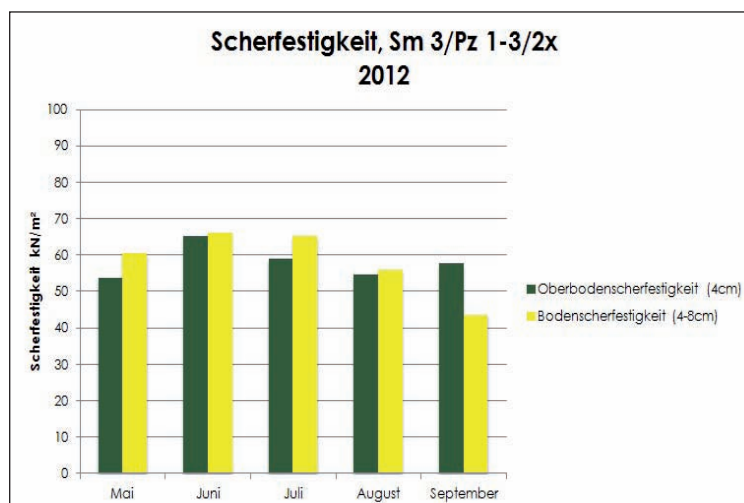


Diagr. 48: Bodendichte  
Saatgutmischung 3, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 3, zweimal bewalzt

Im oberen Horizont liegt der Eindringwiderstand in allen Monaten zwischen 1,0 und 1,5 MPa. Im August steigt der Wert wieder am stärksten an und besitzt bei -5 cm wieder einen Eindringwiderstand um die 3,0 MPa bis auf -20 cm.

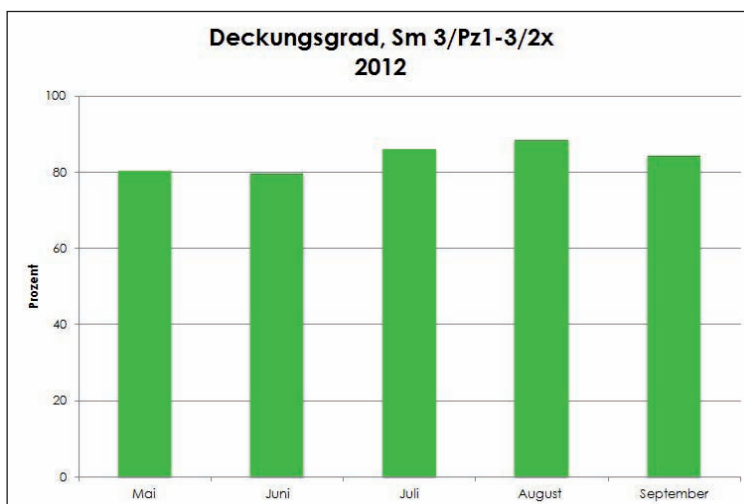
Die anderen Monate haben auch einen Steigerung des Wertes und bewegen sich bei -7 cm zwischen 1,5 und 2,2 MPa. Danach sind die Werte wieder sehr sprunghaft.



Diagr. 49: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 3, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 3, zweimal bewalzt

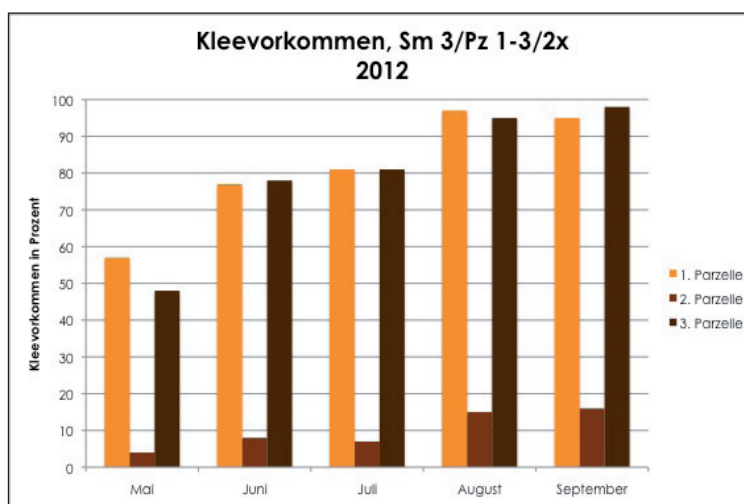
Hier liegt der größte Unterschied im Monat September. Der Wert der Oberbodenscherfestigkeit liegt bei 58 kN/m², währenddessen er bei der Bodenscherfestigkeit auf 43 kN/m² sinkt. Dieses ist ein deutlicher Unterschied von 15 kN/m². Auch bei dieser Saatgutmischung werden die Höchstwerte im Monat Juni erreicht. Die Werte der Bodenscherfestigkeit fallen danach wieder stetig bis zum September auf 43 kN/m² ab. Im Gegensatz dazu steigen die Werte bei der Oberbodenscherfestigkeit im September wieder auf 58 kN/m² an.



Diagr. 50: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 3, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 3, zweimal bewalzt

Der Deckungsgrad der zweimal bewalzten Fläche hat im Mai und Juni genau denselben Wert von 80%. Von Juli bis August steigert er sich auf 86% und fällt dann im September wieder ein bisschen ab.

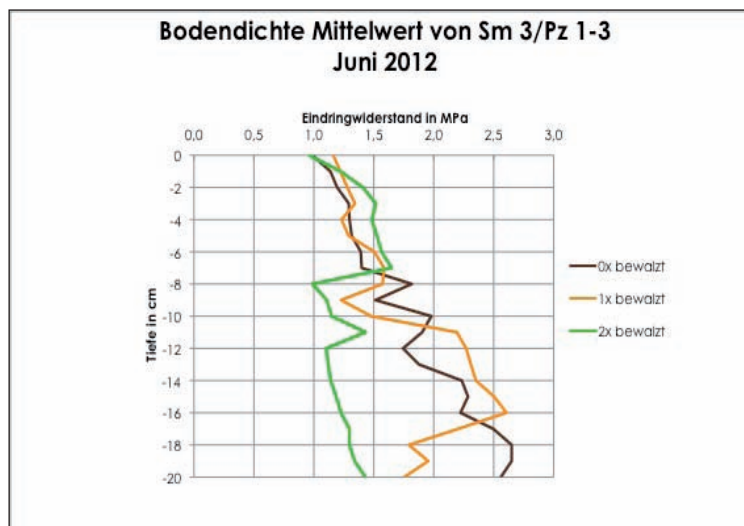


Diagr. 51: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 3, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 3, 5% Weißklee im Saatgut, zweimal bewalzt

Bei der zweimal bewalzten Flächen haben wir eine ähnlich Entwicklung wie auch schon bei der nicht und einmal bewalzten Fläche.

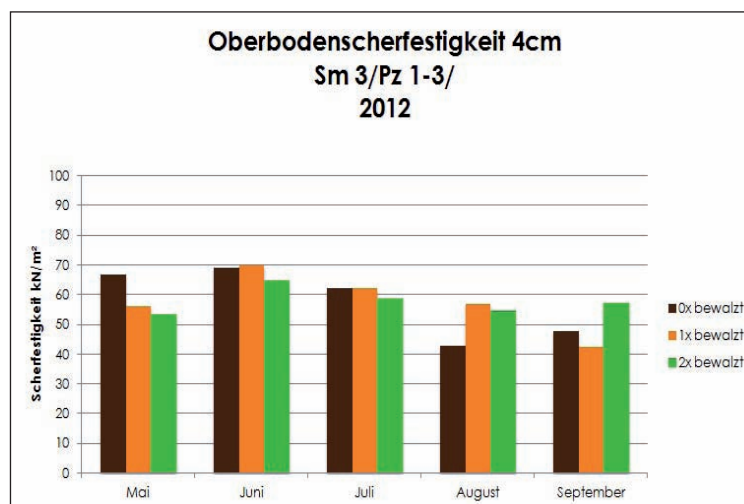
Die Parzellen eins und drei entwickeln sich sehr gut und erreichen Werte zwischen 90-100%. In Parzelle zwei wächst der Weißklee jedoch fast überhaupt nicht. Die Werte bewegen sich um die 10%.



Diagr. 52: Bodendichte  
Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-2x  
bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
Juni 2012

### Saatgutmischung 3, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Monat Juni

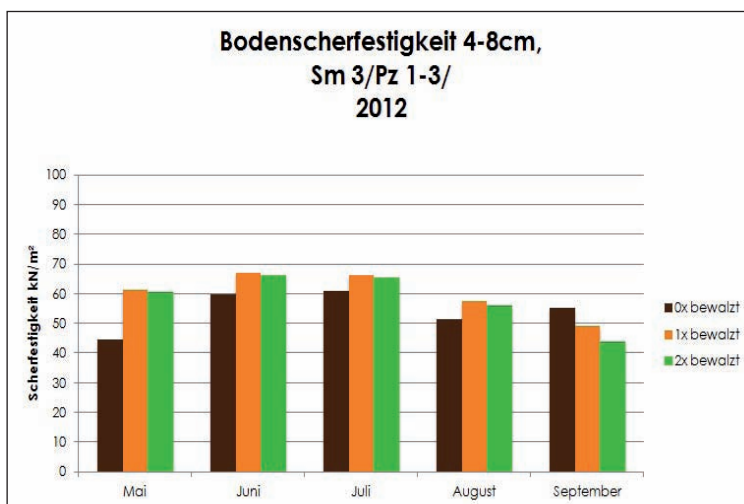
Bei dieser Saatgutmischung entwickeln sich alle drei Kurven sehr ähnlich. Im oberen Horizont starten die nicht und zweimal bewalzten Flächen bei 1,0 MPa, die einmal bewalzte Fläche beginnt bei ca. 1,3 MPa. Bis -7 cm steigen die Kurven auf knapp über 1,5 MPa, danach sind die Werte wieder sprunghaft und bewegen sich zwischen 1,0 und 2,7 MPa.



Diagr. 53: Oberbodenscherfestigkeit  
4 cm  
Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-  
2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-  
Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 3, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Oberbodenscherfestigkeit (4 cm)

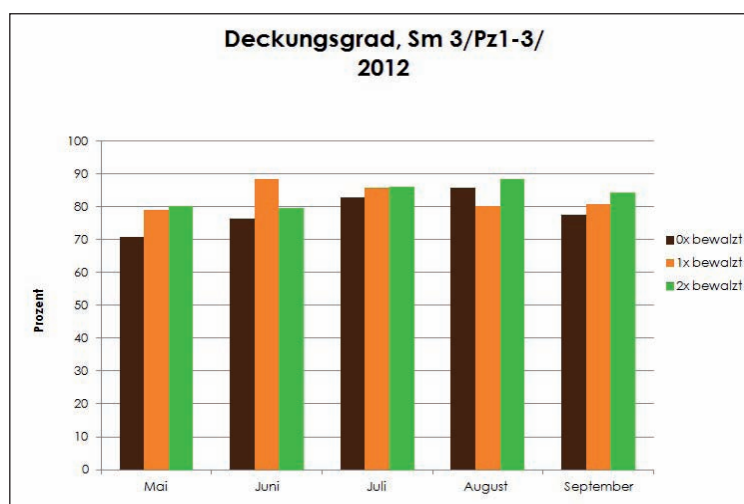
Im Mai stellt dieses Balkendiagramm bei der nicht Bewalzung mit 67 kN/m² als höchsten Wert dar. Dieser steigt noch geringfügig im Juni fällt dann bis August auf 41 kN/m² ab. Im September steigt die nicht Bewalzung wieder auf 58 kN/m² an. Bei der einmal Bewalzung kann man erkennen, dass diese bis zum Juni ansteigt, jedoch bis September auf 41 kN/m² absinkt. Die zweimal bewalzten Felder fangen im Mai bei 52 kN/m² an und steigen im Juni auf 63 kN/m². Danach verändern sich diese Werte bis in den September rein nur mehr sehr geringfügig.



Diagr. 54: Bodenscherfestigkeit 4-8 cm  
Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### **Scherfestigkeit, Saatgutmischung 3, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Bodenscherfestigkeit (4-8 cm)**

In diesem Balkendiagramm ist zu erkennen, dass alle Werte im Juni ihren Höchststand erreicht haben und danach langsam bis in den September wieder fallen. Die Scherfestigkeit bei der nicht bewalzten Fläche liegt im Mai bei 42 kN/m². Im Juni und Juli liegt der Wert bei 60 kN/m², sinkt im August und steigt im September wieder an. Die zweimal bewalzten Felder bewegen sich in den ersten drei Monaten bei durchschnittlich 62 kN/m². Im August und September ist ein Abfall zu erkennen. Bei der einmal Bewalzung ist es ähnlich wie bei der zweimal Bewalzung, nur sinkt im September der Wert lediglich auf 49 kN/m² ab.

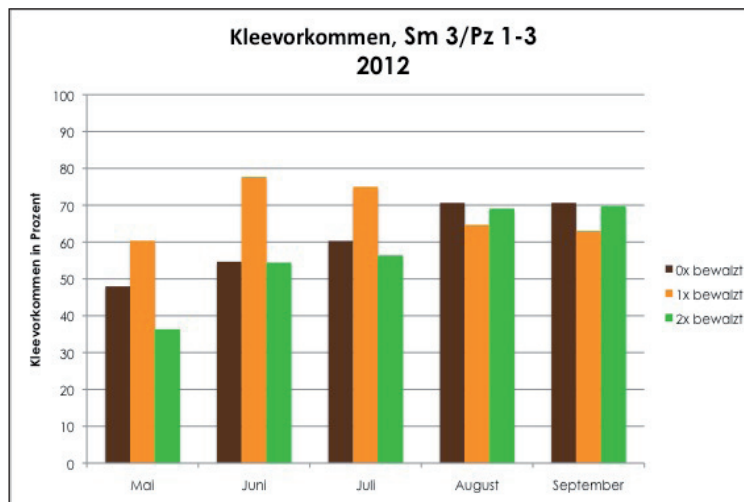


Diagr. 55: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### **Deckungsgrad, Saatgutmischung 3, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Im Mai kann man bei der Saatgutmischung 3 deutliche Unterschiede feststellen, zwischen der nicht Bewalzung und der zweimal Bewalzung liegen fast 10%. Im Juni führt, wie auch schon bei den vorherigen Saatgutmischungen, 1 und 2, die einmal Bewalzung mit 88%. Im Juli herrscht ein ziemliches Gleichgewicht. Im August sinkt die einmal bewalzte Fläche auf 80%, dafür steigt die zweimal bewalzte

Fläche auf 88%. Im September kann man einen geringfügigen Rückgang des Deckungsgrades feststellen.



Diagr. 56: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-  
2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Ess-  
ling, 2012

### **Kleevorkommen, Saatgutmischung 3, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Bei dieser Saatgutmischung lässt sich kein gravierender Unterschied zwischen den verschiedenen Bewalzungen feststellen. Im August und im September befinden sich alle drei Werte zwischen 60-70%, dabei besitzt die nicht bewalzte Fläche mit 70% jedoch wieder das höchste Kleevorkommen.

## 7.4 Ergebnisse der Saatgutmischung 4

### Saatgutmischung 4:

9,2% *Poa pratensis* 'Limousine'

34,2% *Lolium perenne* 'Lorettanova'

29,2% *Lolium perenne* 'Loretta'

9,2% *Festuca rubra trich* 'Samanta'

14,2% *Festuca rubra com* 'Trophy'

2% *Trifolium repens* 'Pipolina'

2% *Prunella vulgaris*

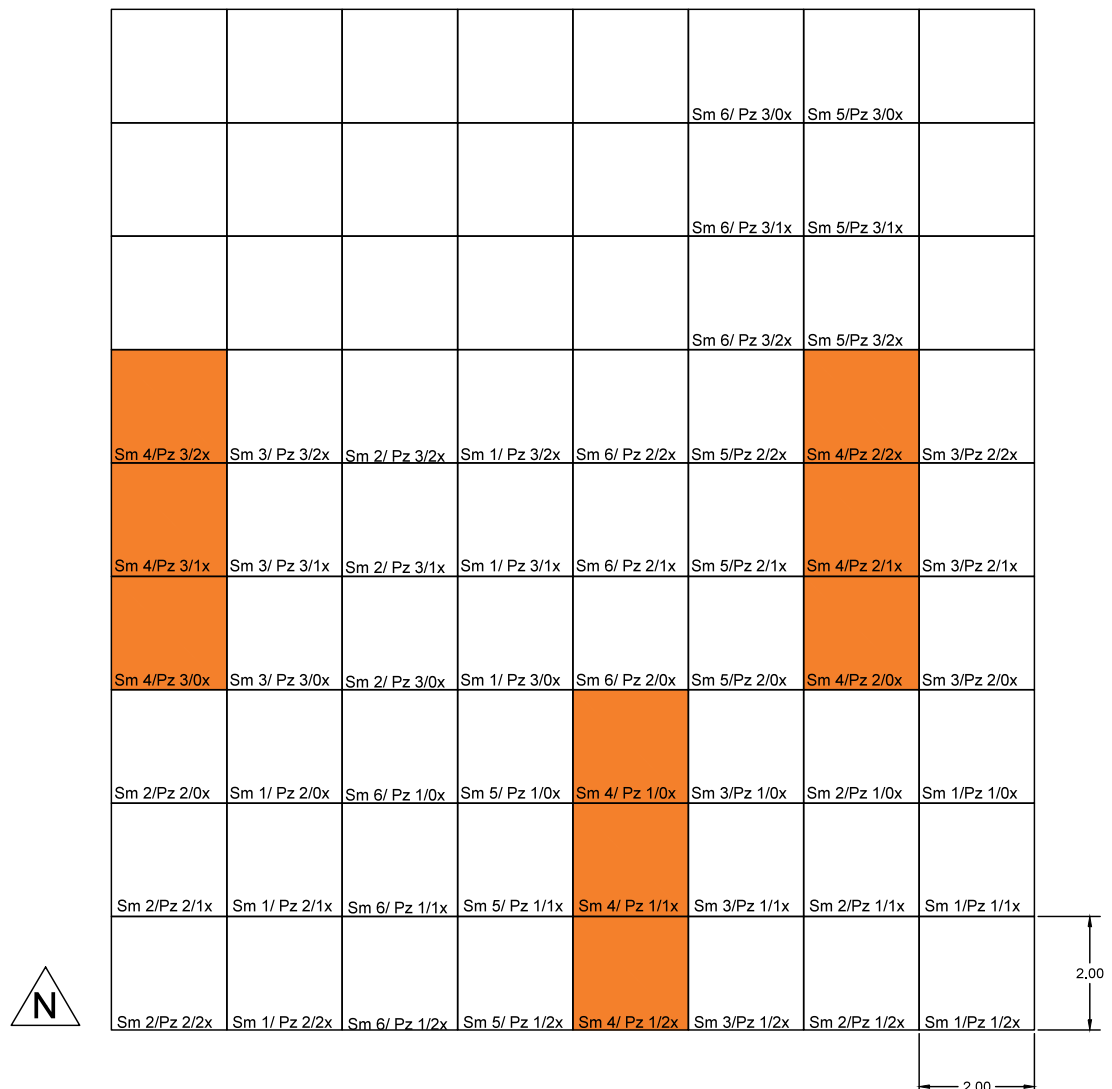
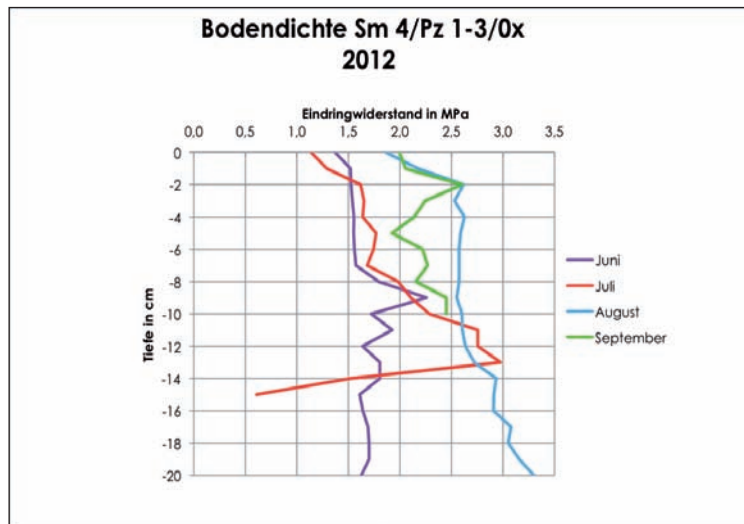


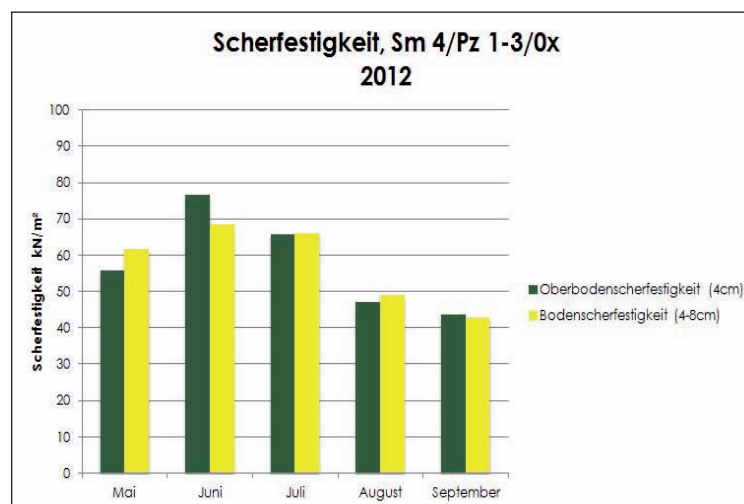
Abb. 25: Übersichtsplan; Saatgutmischung 4, Versuchsfeld Wien-Essling, 2012



Diagr. 57: Bodendichte  
Saatgutmischung 4, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 4, keine Bewalzung

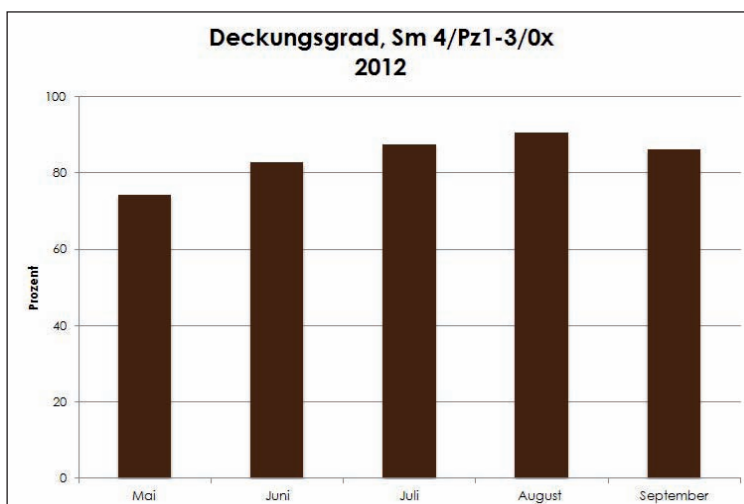
In den Monaten Juni und Juli liegt der Eindringwiderstand im oberen Horizont zwischen 1,0 und 1,5 MPa, bis in eine Tiefe von -8 cm steigen die beiden Werte auf knapp über 1,5 MPa und werden dann wieder sprunghaft. In den Monaten August und September liegt der Eindringwiderstand im oberen Horizont um die 2,0 MPa und steigt bis -2 cm auf über 2,5 MPa an. Der August bleibt im unteren Horizont konstant bei diesem Wert. Im September nimmt der Eindringwiderstand wieder ab und hat bei -5 cm einen MPa von 2,0 und pendelt sich im unteren Horizont zwischen 2,0 und 2,5 MPa ein.



Diagr. 58: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 4, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 4, keine Bewalzung

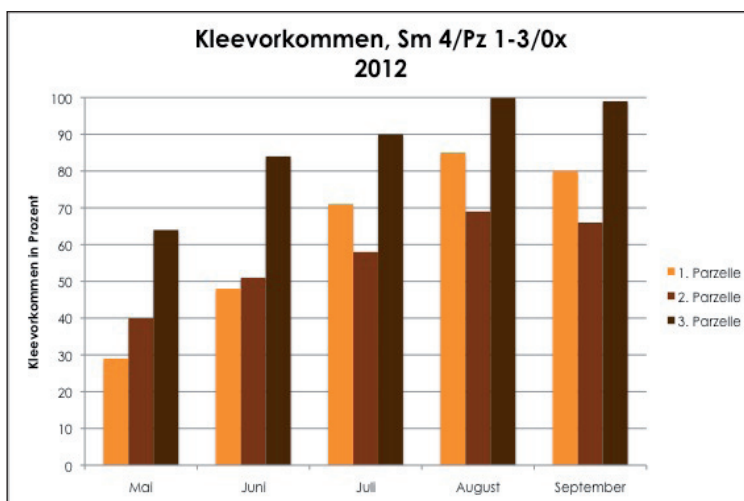
In diesem Balkendiagramm ist zu sehen, dass bei der Oberbodenscherfestigkeit der Anstieg von Mai bis Juni sehr hoch ist. Bis zum September ist dann wieder ein kontinuierlicher Abfall zu beobachten. Die Bodenscherfestigkeit hat hingegen im Juni und Juli fast die gleichen Werte bei rund 65 kN/m², trotzdem fällt sie im August rapide ab auf 48 kN/m².



Diagr. 59: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 4, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 4, keine Bewalzung

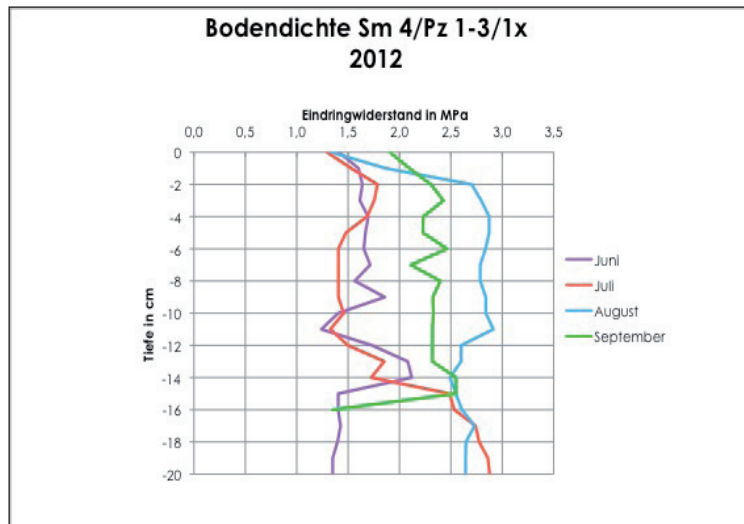
In diesem Diagramm ist zu sehen, dass eine stetige Steigung von Mai bis September stattfindet. Danach sinkt der Wert im September auf 86%.



Diagr. 60: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 4, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 4, 2% Weißklee im Saatgut, keine Bewalzung

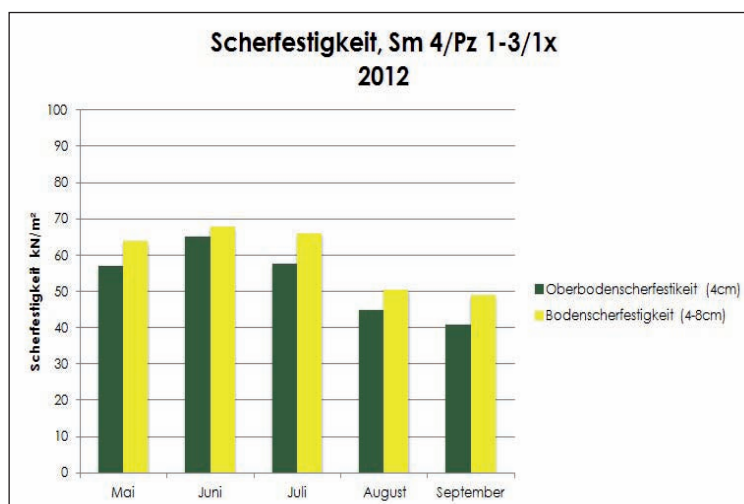
Bei Saatgutmischung 4 sind wieder nur 2% Kleeanteil in der Saatgutmischung. In diesen Feldern ist der Weißklee sehr gut aufgegangen. Es gibt eine lineare Entwicklung, im Mai hat Parzelle 3 schon einen Wert von über 60% und erreicht im August sogar die 100%. Die anderen Parzellen entwickelten sich ebenfalls gut. Parzelle eins schafft es im August über 80% und Parzelle zwei erreicht knapp 70%.



Diagr. 61: Bodendichte  
 Saatgutmischung 4, einmal bewalzt,  
 Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 4, einmal bewalzt

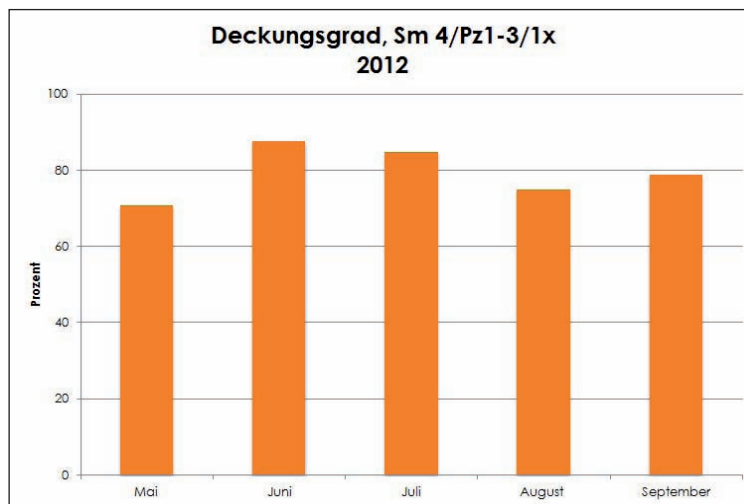
In den Monaten Juni, Juli und August liegt der Eindringwiderstand im oberen Horizont bei 1,4 MPa. Die Monate Juni und Juli pendeln sich um die 1,5 MPa ein und erst ab -9 cm sind die Werte wieder sprunghaft. Der August zeigt im oberen Horizont wieder einen verstärkten Eindringwiderstand. Bei -2 cm liegt der Wert schon bei 2,7 MPa und pendelt sich bis -20 cm zwischen 2,5 und 3,0 MPa ein. Der September hat im oberen Horizont einen Eindringwiderstand von 1,9 MPa und befindet sich bis -15 cm ziemlich konstant zwischen 2,0 und 2,5 MPa.



Diagr. 62: Scherfestigkeit  
 Saatgutmischung 4, einmal bewalzt,  
 Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 4, einmal bewalzt

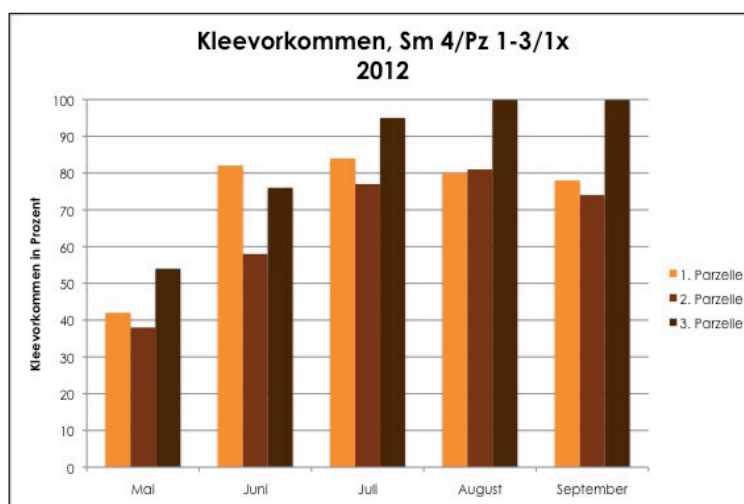
Die jeweilige Oberboden- und Bodenscherfestigkeit weisen hier ein fast gleichwertiges Bild auf und unterscheiden sich kaum. Auch die Unterschiede zwischen den Messungen in den 5 Monaten betragen durchschnittlich nur 5 kN/m², was äußerst gering ist. Wie schon in den anderen Diagrammen festzustellen war, ist von Mai bis Juni eine stetige Steigung der Werte zu erkennen. Dieser Zugewinn sinkt danach im September allerdings genauso stetig wieder bei der Oberbodenscherfestigkeit auf 41 kN/m² und bei der Bodenscherfestigkeit auf 49 kN/m².



Diagr. 63: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 4, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 4, einmal bewalzt

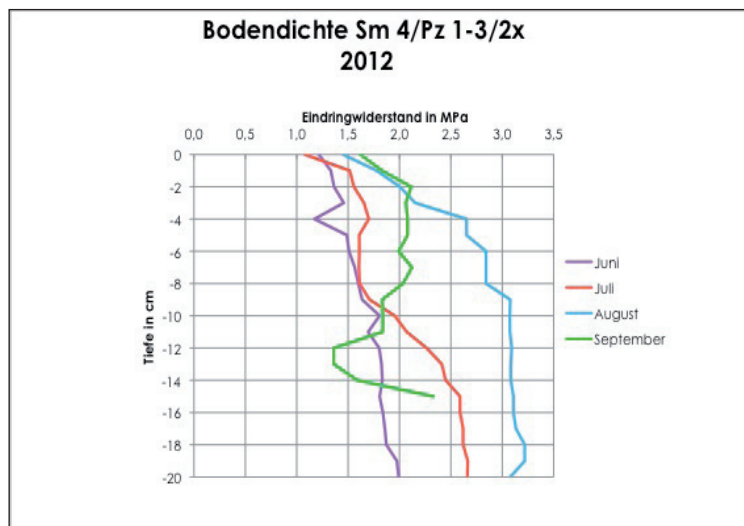
Bei der einmal Bewalzung der Saatgutmischung 4 ist eine S-Kurve zu erkennen. Im Mai beginnt der Deckungsgrad bei 70%. Er steigert sich bis zum Juni auf 86% und fällt bis zum August wieder auf 74% ab. Im September ist dann eine Steigung auf 78% abzulesen.



Diagr. 64: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 4, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 4, 2% Weißklee im Saatgut, einmal bewalzt

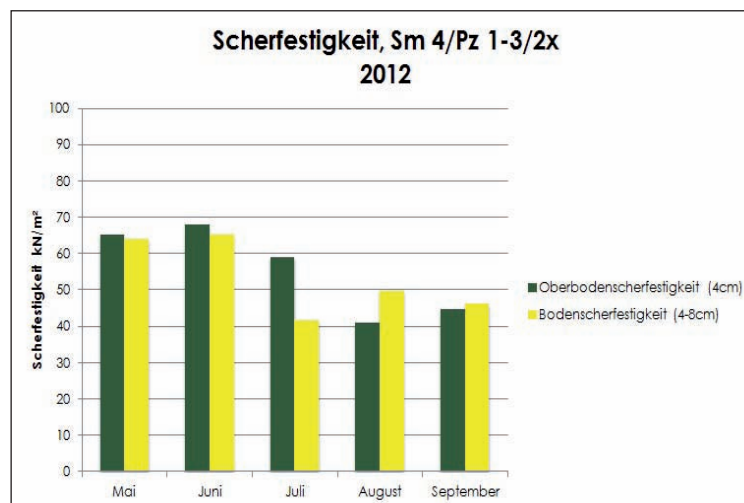
Auch auf der einmal bewalzten Fläche ist der Weißklee gut aufgegangen. Im Mai lag das Kleevorkommen schon um die 40% und steigt in den darauf folgenden Monaten konstant an, so dass Parzelle drei auch hier einen Wert von 100% erreicht. Die Parzellen eins und zwei erreichen Werte zwischen 70 und 80%.



Diagr. 65: Bodendichte  
Saatgutmischung 4, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 4, zweimal bewalzt

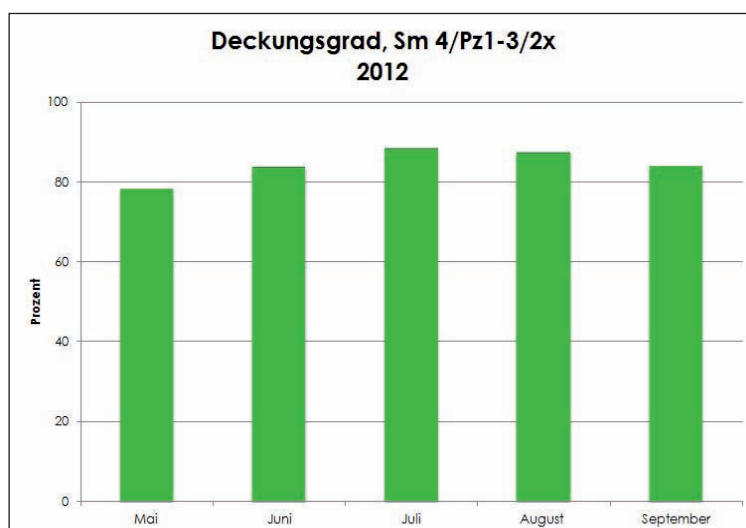
Die Monate Juni und Juli haben im oberen Horizont einen Eindringwiderstand zwischen 1,0 und 1,7 MPa. Ab -8 cm steigt der Eindringwiderstand an und erreicht Werte von 2,0 und 2,7 MPa. Der August hat im oberen Horizont wieder einen starke Zunahme, bei -4 cm liegt der Wert bei 2,6 MPa und pendelt sich im unteren Horizont bei 3,0 MPa ein. Der September liegt bis -8 cm konstant bei 2,0 MPa, verliert jedoch an Widerstand und befindet sich im unteren Horizont zwischen 1,5 und 2,0 MPa.



Diagr. 66: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 4, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 4, zweimal bewalzt

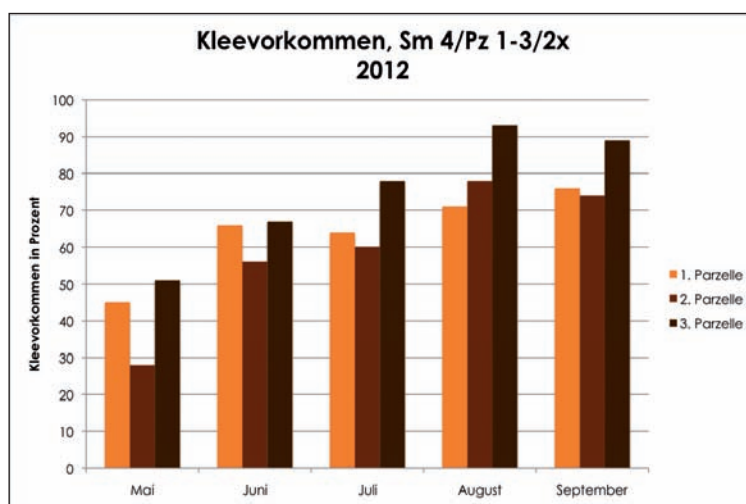
Dieses Balkendiagramm zeigt in den ersten beiden Monaten Mai und Juni keine allzu großen Unterschiede. Dies ändert sich jedoch drastisch im Juli, wo die Oberbodenscherfestigkeit den untersten gemessenen Wert von 41 kN/m² stellt. Im Gegensatz dazu liegt die Bodenscherfestigkeit aber immer noch bei 59 kN/m². Bei der Bodenscherfestigkeit sind im August wieder steigende Werte auf 49 kN/m² zu verzeichnen, wobei die Oberbodenscherfestigkeit weiterhin sinkt und nur im September nochmal ein geringfügiges Hoch auf 46 kN/m² aufweist.



Diagr. 67: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 4, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 4, zweimal bewalzt

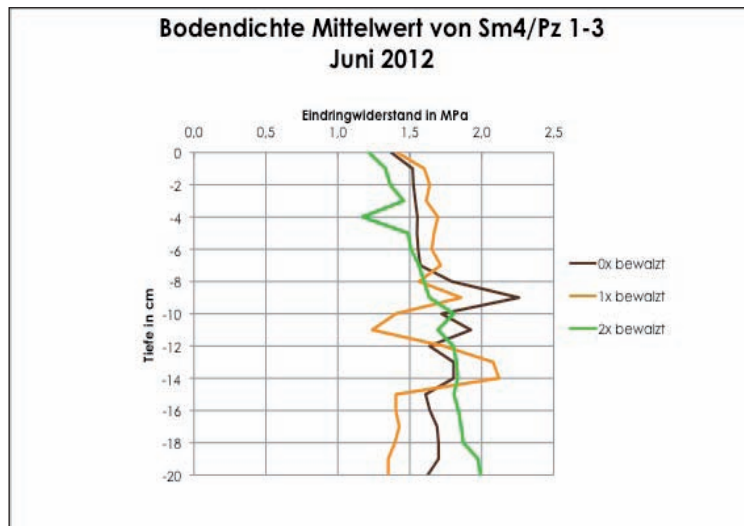
Der Deckungsgrad bei den zweimal bewalzten Feldern beträgt im Mai 78%, bis zum Juli ist eine leichte Steigung zu erkennen, danach fallen die Werte leicht bis zum September auf 82%.



Diagr. 68: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 4, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

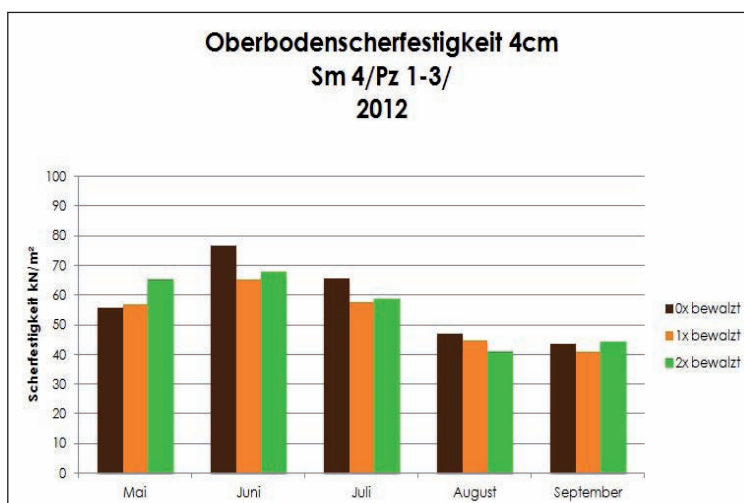
### Kleevorkommen, Saatgutmischung 4, 2% Weißklee im Saatgut, zweimal bewalzt

Auf der Fläche die zweimal bewalzt wurde, gab es eine ähnliche Entwicklung wie bei der nicht und einmal bewalzten Flächen. Auch hier ist der Weißklee gut aufgegangen und entwickelt sich zum Sommer hin ansteigend. Die Parzelle drei hat auch hier mit 93% im August das höchste Kleevorkommen. Die anderen Parzellen haben einen Anteil um die 80%.



### Saatgutmischung 4, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Monat Juni

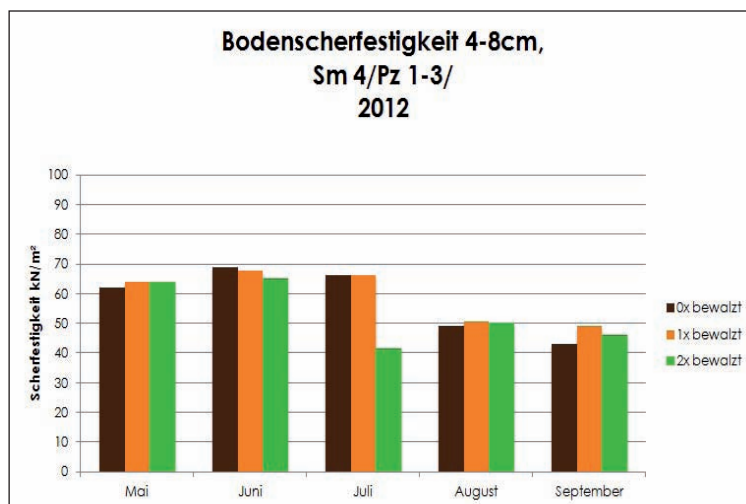
Bei der Saatgutmischung 4 besitzt die zweimal bewalzte Kurve zu Beginn mit 1,3 MPa den niedrigsten Wert. Die Werte bei der nicht und einmal bewalzten Fläche liegen bei 1,4 MPa. Der Eindringwiderstand hat bei allen drei Kurven nur eine geringe Steigerung. Bei -8 cm liegen die Werte zwischen 1,5 und 1,8 MPa, danach sind die Werte sehr sprunghaft und bewegen sich zwischen 1,3 und 2,3 MPa.



### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 4, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Oberbodenscherfestigkeit (4 cm)

Bei der Oberbodenscherfestigkeit der Saatgutmischung 4 in 4 cm Tiefe ist zu erkennen, dass der Juni die höchsten Messwerte geliefert hat. Im Mai sind sich die keinmal und einmal Bewalzung sehr ähnlich, nur die zweimal bewalzten Felder haben eine höhere Scherfestigkeit von 63 kN/m². Im Juni steigt die nicht Bewal-

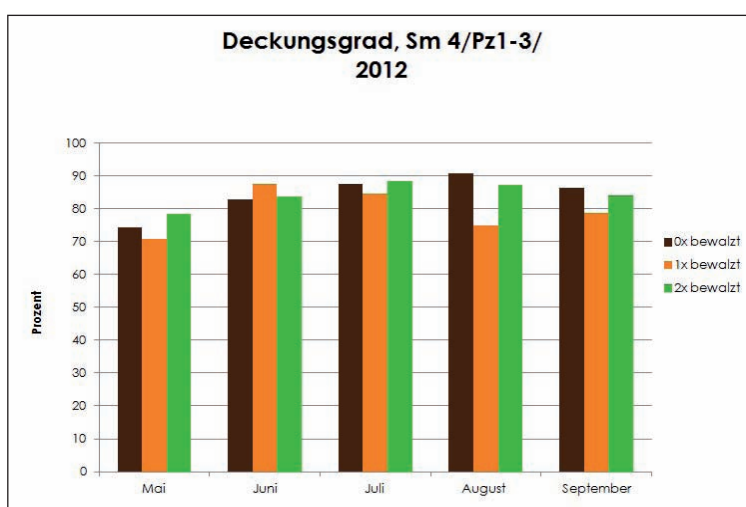
zung auf den Höchstwert dieses Balkendiagrammes auf 76 kN/m<sup>2</sup>. Die einmal und zweimal Bewalungen haben fast gleiche Werte in allen Monaten. Im September ist ein Abfall zu erkennen, allein die zweimal bewalzten Felder steigern ihre Scherfestigkeit auf 43 kN/m<sup>2</sup>.



Diagr. 71: Bodenscherfestigkeit 4-8 cm  
Saatgutmischung 4, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### **Scherfestigkeit, Saatgutmischung 4, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Bodenscherfestigkeit (4-8 cm)**

Bei dieser Saatgutmischung besitzt der Mai bei allen drei Bewalzungshäufigkeiten fast identische Werte. Im Juni steigen die Wert ein wenig, ähneln sich jedoch immer noch sehr stark. Im Juli sinkt die zweimal Bewalzung auf 41 kN/m<sup>2</sup> ab, erholt sich kurz im August und sinkt im September wieder auf 46 kN/m<sup>2</sup>. Die nicht und einmal bewalzten Flächen liefern im Juli fast gleiche Werte und sinken auch im August parallel zu einander ab. Der letzte Monat September pendelt sich dann im Durchschnitt auf 45 kN/m<sup>2</sup> ein.

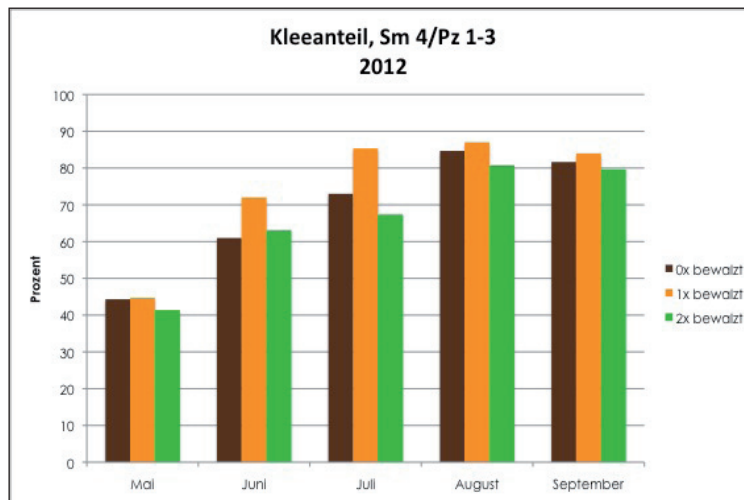


Diagr. 72: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 4, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### **Deckungsgrad, Saatgutmischung 4, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Im Mai besitzt die Saatgutmischung 4 einen Deckungsgrad von 70% in der einmal Bewalzung, die zwei anderen Walzungen beginnen bei 75% und mehr. Den

größten Zuwachs im Juni hat die einmal Bewalzung und steigt damit auf 88% bedeckte Fläche an. Im Juli herrscht ein ziemliches Gleichgewicht bei allen drei Bewalzungen. Der August zeigt einen starken Unterschied zwischen der nicht und zweimal bewalzten Fläche von ca. 16%. Im September sinken die Werte von der nicht und zweimal bewalzten Fläche, die einmal bewalzte Fläche steigert sich im Deckungsgrad im Vergleich zum Vormonat noch einmal.

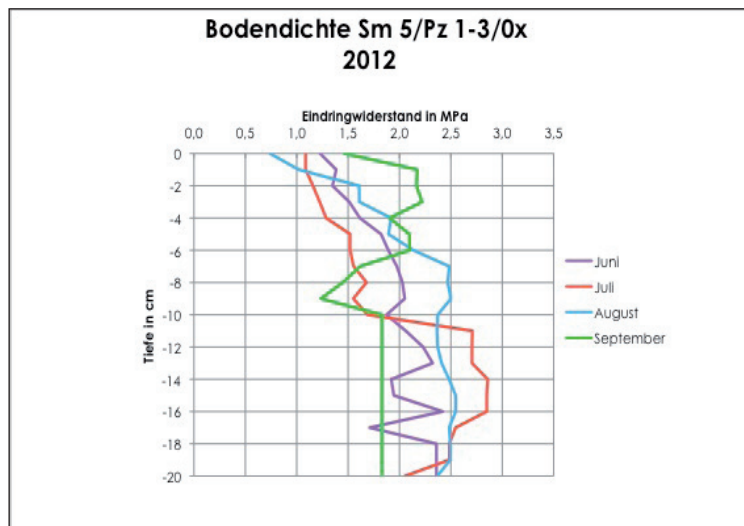


Diagr. 73: Klevorkommen  
Saatgutmischung 4, Vergleich 0x-1x-2x  
bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

#### **Klevorkommen, Saatgutmischung 4, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

In den einmal bewalzten Flächen entwickelt sich der Weißklee von Parzelle zu Parzelle unterschiedlich. Parzelle eins hat im Mai mit 68% einen sehr hohes Klevorkommen und steigt bis Juni auch noch auf 68%. Im Juli ist das Klevorkommen jedoch nur noch bei 51% und sinkt bis September unter 30%. Parzelle zwei hat im Mai schon fast ein Klevorkommen von 60% und befindet sich in den restlichen Monaten um die 90%. Die Parzelle drei hat im Mai den geringsten Wert mit 25%, steigt aber die nächsten Monate konstant linear an und erreicht im September den Höchstwert von um die 70%.

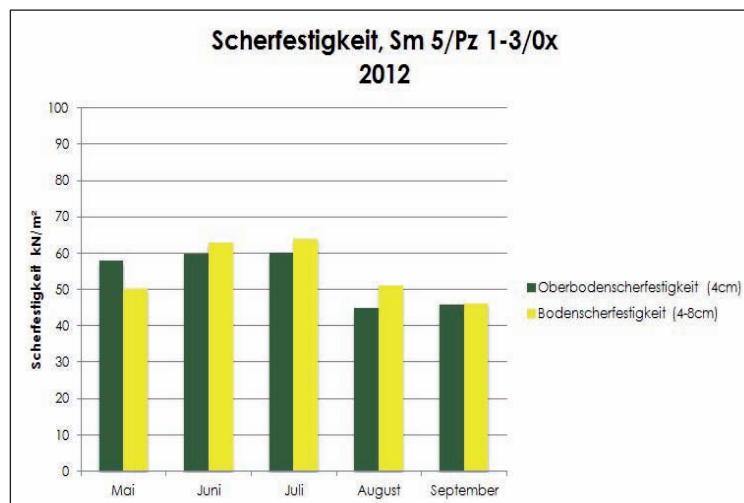




Diagr. 74: Bodendichte  
Saatgutmischung 5, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 5, keine Bewalzung

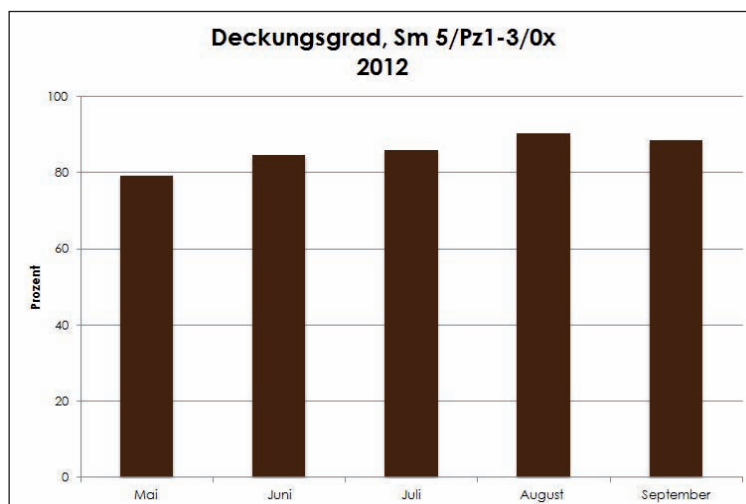
Der Eindringwiderstand liegt im Juni und Juli im oberen Horizont zwischen 1,0 und 1,5 MPa und steigt bis -10 cm bei beiden Monaten auf 1,8 MPa an, danach sind die Werte wieder sehr sprunghaft. Der August hat unüblicherweise einen Wert von nur 0,7 MPa im oberen Horizont, steigt aber rasch auf 2,5 MPa an und bleibt bei diesen Wert bis -20 cm. Der September hat einen Wert von 1,5 MPa im oberen Horizont und steigt auf 2,2 MPa an. Bei -6 cm wird der Wert sehr sprunghaft und pendelt sich im unteren Horizont bei 1,8 cm ein.



Diagr. 75: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 5, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 5, keine Bewalzung

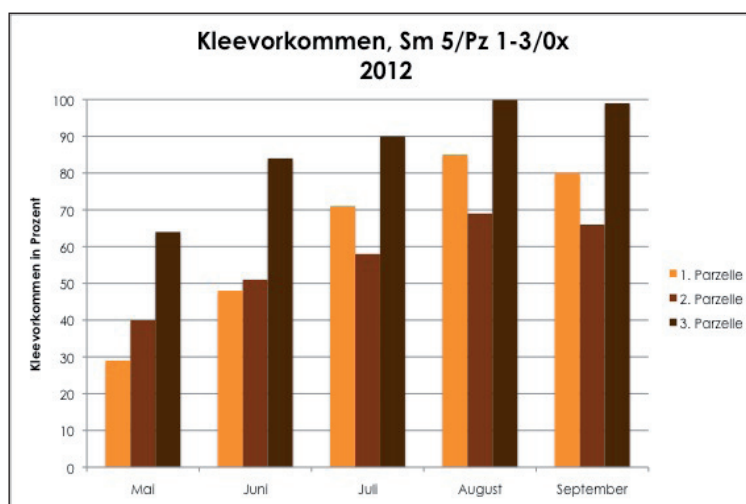
In den Monaten Mai bis Juli sind bei der Oberbodenscherfestigkeit keine großflächigen Unterschiede zu erkennen. Die Werte bewegen sich alle um die 60 kN/m². Im August jedoch fällt der Wert ab und steigt nur ganz geringfügig im September wieder an. Bei der Bodenscherfestigkeit bringt der Juli den Höchstwert von 63 kN/m² und fällt danach kontinuierlich wieder nach unten auf 47 kN/m².



Diagr. 76: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 5, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 5, keine Bewalzung

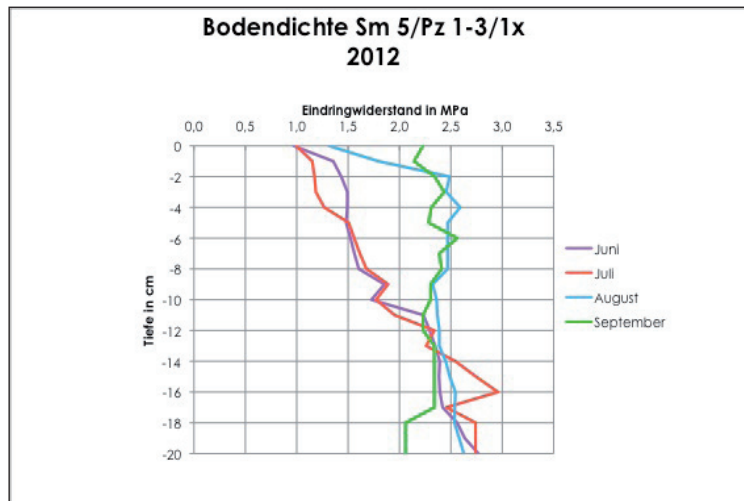
Bei der Saatgutmischung 5 befinden sich im Monatsvergleich fast alle Werte über 80%. Im August beträgt der Höchstwert 90% und sinkt im September ganz leicht auf 88%.



Diagr. 77: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 5, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 5, 5% Weißklee im Saatgut, keine Bewalzung

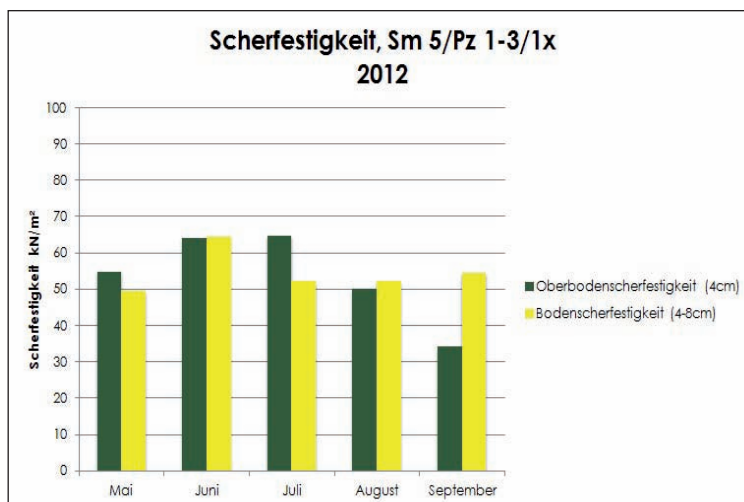
Bei Saatgutmischung 5 ist der Weißklee sehr gut aufgegangen. Vor allem in der Parzelle drei, hier liegt das Kleevorkommen im Mai schon über 60% und erreicht im August die 100%. In den anderen beiden Parzellen entwickelt sich das Kleevorkommen nicht ganz so wüchsig. Im Mai liegen die Werte bei 28 und 40% und erreichen im Hochsommer Werte von 68 und 84%.



Diagr. 78: Bodendichte  
Saatgutmischung 5, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 5, einmal Bewalzung

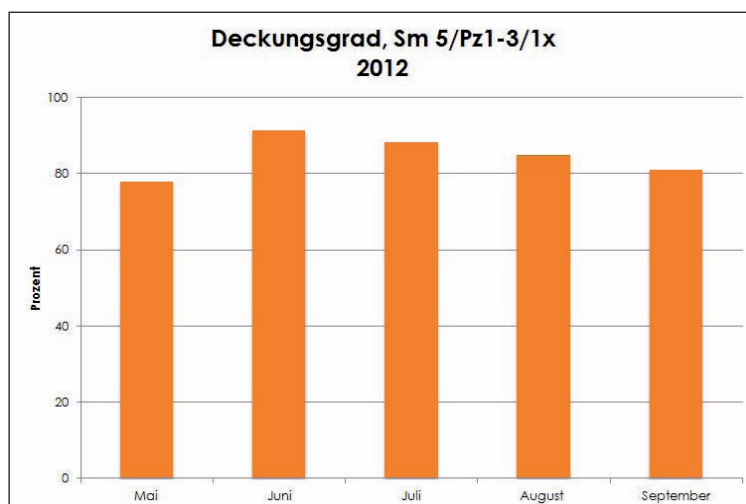
Der Juni und der August zeigen einen ähnlichen Verlauf. Der Eindringwiderstand ist im oberen Horizont bei 1,0 MPa und steigt sehr linear an, sodass beide Monate bei einer Tiefe von -20 cm einen Wert von um die 2,7 MPa besitzen. Der Wert im August steigt im oberen Horizont wieder schnell an. Bei einer Tiefe von -2 cm beträgt der Eindringwiderstand 2,5 MPa. Bei diesem Wert bleibt die Kurve konstant bis -20 cm. Der September hat im oberen Horizont anfangs den höchsten Widerstand mit 2,3 MPa. Bei diesem Wert bleibt die Kurve ziemlich konstant bis -20 cm.



Diagr. 79: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 5, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 5, einmal bewalzt

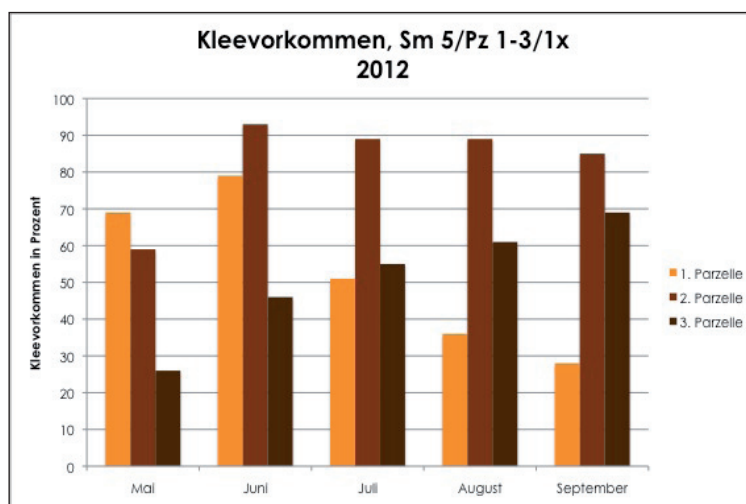
In diesem Balkendiagramm nähern sich die erhobenen Messwerte einander nur im Juni an. In den restlichen Monaten herrscht eine große Differenz. Während bei der Oberbodenscherfestigkeit ab Juli die Werte sinken, steigen sie bei der Bodenscherfestigkeit im August wieder an. Im September ist der kN/m² Unterschied am höchsten, er beträgt ca. 18 kN/m².



Diagr. 80: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 5, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 5, einmal bewalzt

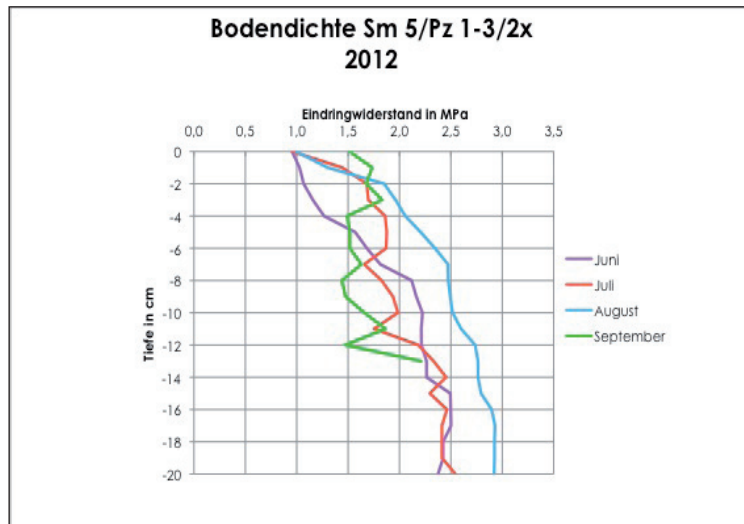
In diesem Diagramm führt der Juni mit dem Höchstwert von 90%. Danach fällt der Deckungsgrad gleichmäßig auf 82% im September ab.



Diagr. 81: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 5, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

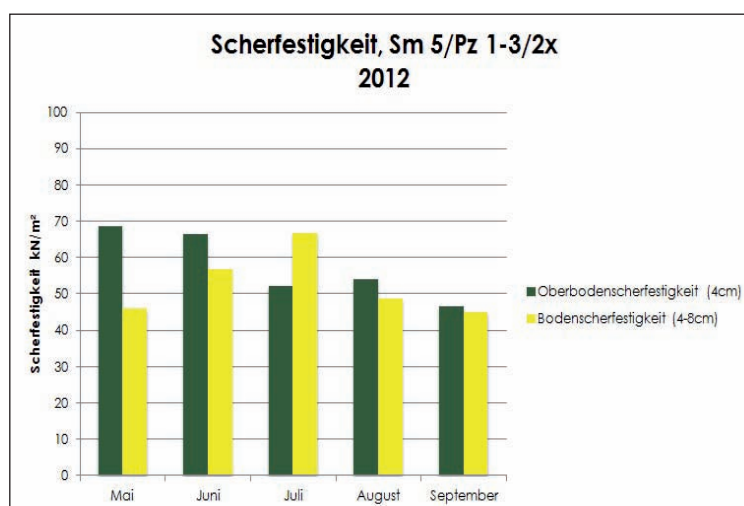
### Kleevorkommen, Saatgutmischung 5, 5% Weißklee im Saatgut, einmal bewalzt

In den einmal bewalzten Flächen entwickelt sich der Weißklee von Parzelle zu Parzelle unterschiedlich. Parzelle eins hat im Mai mit 68% einen sehr hohen Kleevorkommen und steigt bis Juni auch noch auf 78%. Im Juli ist das Kleevorkommen jedoch nur noch bei 51% und sinkt bis September unter 30%. Parzelle zwei hat im Mai schon fast ein Kleevorkommen von 60% und befindet sich in den restlichen Monaten um die 90%. Die Parzelle drei hat im Mai den geringsten Wert mit 25%, steigt aber die nächsten Monate konstant linear an und erreicht im September den Höchstwert von um die 70%.



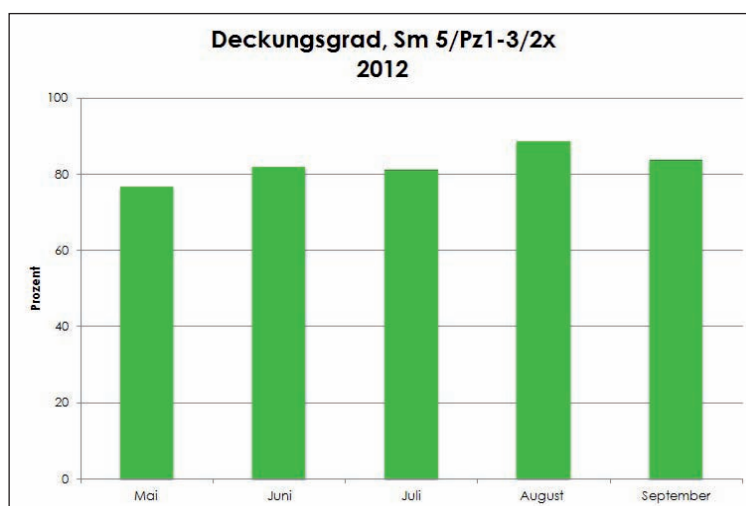
### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 5, zweimal bewalzt

Der Juni, Juli und August haben im oberen Horizont alle einen Eindringwiderstand von 1,0 MPa. Der Juni steigt bis eine Tiefe von -8 cm auf 2,2 MPa an und pendelt sich dann zwischen 2,0 und 2,5 MPa ein. Der Wert im Juli steigt im oberen Horizont schneller an, pendelt sich aber im unteren Horizont auch zwischen 2,0 und 2,5 MPa ein. Der August hat bei einer Tiefe von -8 cm einen Eindringwiderstand von 2,5 MPa und steigt bis -20 cm sogar fast auf 3,0 MPa. Der September hat im oberen Horizont einen Wert von 1,5 MPa und pendelt sich zwischen 1,5 und 2,0 MPa ein.



### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 5, zweimal bewalzt

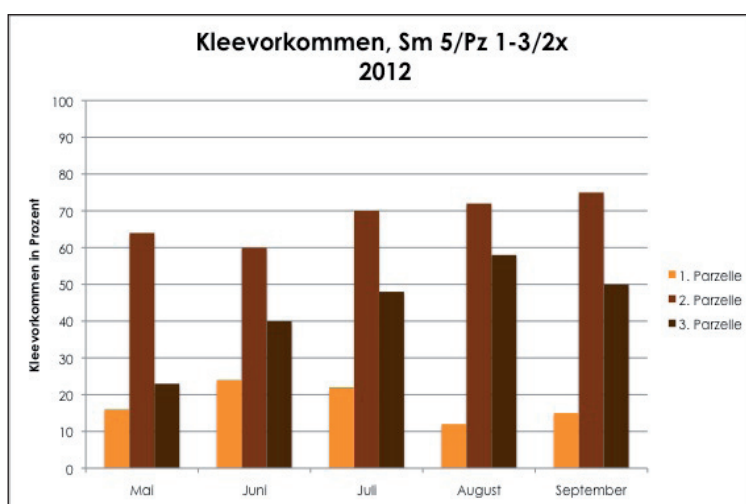
In diesem Diagramm ist der generelle Trend der Werte von Monat zu Monat fallend. Bei der Bodenscherfestigkeit bei 8 cm steigen die Werte ab Mai an, erreichen den Höchstwert von 68 kN/m² im Juli und fallen danach wieder stetig bis in den September. Die ersten drei Monate zeigen hier auch, dass zwischen den beiden erhobenen Messwerten doch durchaus deutliche Unterschiede zu erkennen sind.



Diagr. 84: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 5, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 5, zweimal bewalzt

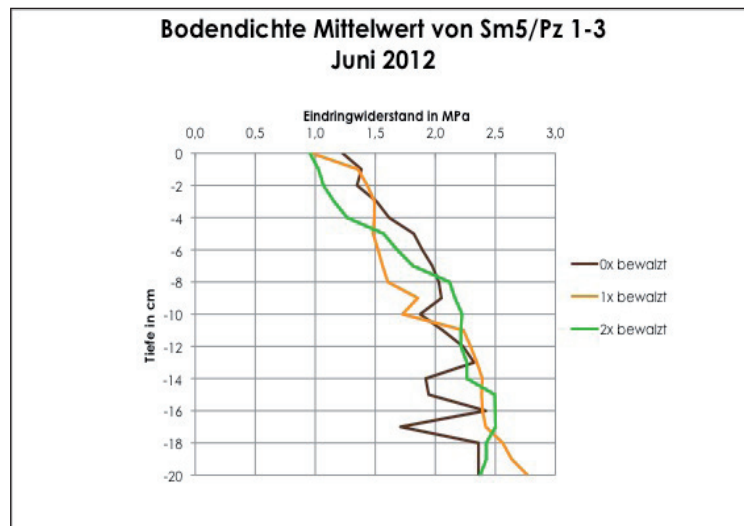
Hier lässt sich eine ganz leichte S-Kurve erkennen. Im Mai beträgt der Deckungsgrad 78% steigt im Juni und fällt im August aber wieder auf 82% ab. Im August ist dann eine Steigung auf 88% zu erkennen, welche im September wiederum abfällt.



Diagr. 85: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 5, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 5, 5% Weißklee im Saatgut, zweimal bewalzt

Bei der zweimal bewalzten Fläche haben sich die drei Parzellen wieder sehr unterschiedlich entwickelt. In der Parzelle schafft es das Kleevorkommen das ganze Jahr nicht über 30%. Die Parzelle zwei hat jedoch im Mai schon eine Häufigkeit von über 60% und steigt bis September bis über 70%. Die Parzelle drei befindet sich von der Entwicklung zwischen den anderen beiden Parzellen. Im Mai hat sie einen Wert von knapp über 20% und schafft im August den Höchstwert von fast 60%.

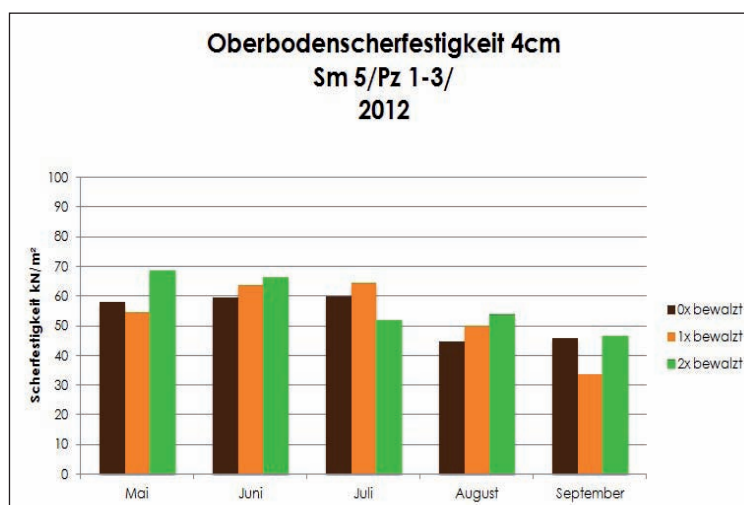


Diagr. 86: Bodendichte  
Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-  
2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Ess-  
ling, Juni 2012

### Saatgutmischung 5, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Monat Juni

Der Eindringwiderstand bei Saatgutmischung 5 steigt bei allen drei Kurven sehr linear an. Dabei hat die Fläche ohne Bewalzung im oberen Bodenhorizont den höchsten Wert und erreicht bei -8 cm 2,0 MPa. Im unteren Bodenhorizont sind die Werte etwas sprunghafter und pendeln sich zwischen 1,5 und 2,5 MPa ein.

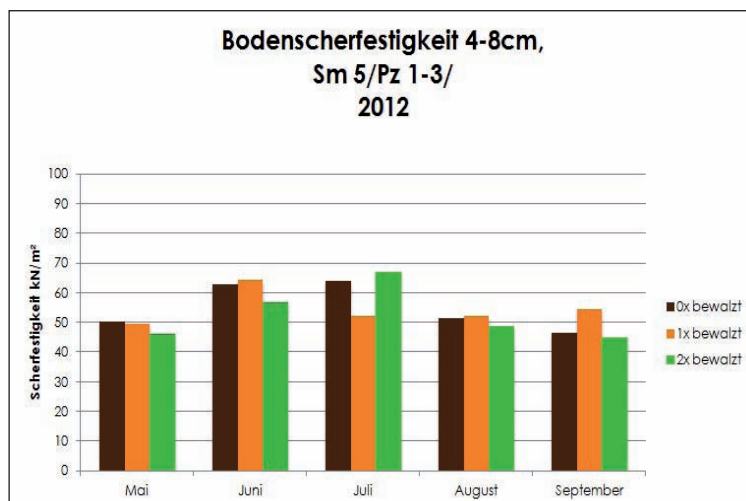
Die einmal und zweimal bewalzte Fläche startet bei 1,0 MPa und pendeln sich im unteren Bodenhorizont zwischen 2,0 und 2,5 MPa ein.



Diagr. 87: Oberbodenscherfestigkeit  
4 cm  
Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-  
2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-  
Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 5, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Oberbodenscherfestigkeit (4 cm)

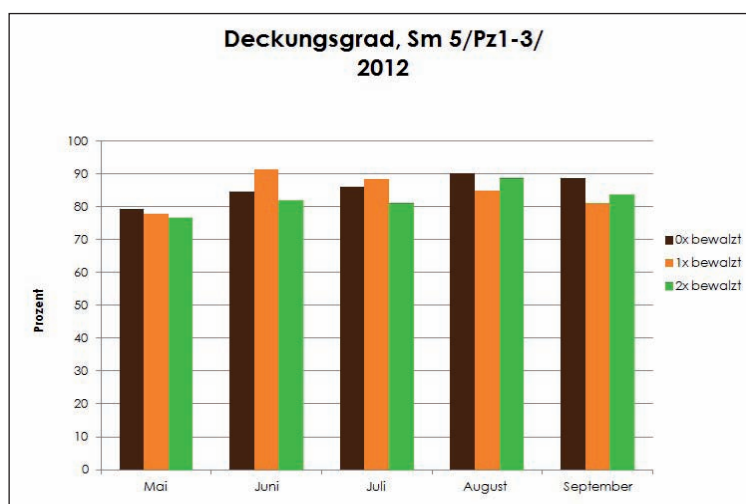
Die Oberbodenscherfestigkeit bei der Saatgutmischung 5 hat bei den zweimal bewalzten Flächen den höchsten Wert im Mai bei 69 kN/m². Danach folgt ein leicht steigender Trend, der im Juli beginnt und im September bei 46 kN/m² endet. Die einmal Bewalzung steigt bis zum Juli auf 63 kN/m² und fällt danach auf 34 kN/m² ab. Die nicht bewalzten Flächen gleichen sich in den ersten drei Monaten sehr stark an. Im August ist ein Abfall zu erkennen, der sich jedoch im September wieder erholt.



Diagr. 88: Bodenscherfestigkeit 4-8 cm  
Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### **Scherfestigkeit, Saatgutmischung 5, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Bodenscherfestigkeit (4-8 cm)**

Die nicht bewalzten Flächen beginnen hier bei 45 kN/m² und steigen bis zum Juli auf 67 kN/m². Danach fallen die Werte zuerst etwas stärker auf 48 kN/m², danach nur mehr auf 44 kN/m² im September. Die einmal bewalzten Flächen bilden eine S-Kurve, die im Mai ihren Tiefpunkt und im Juni ihren Höhepunkt hat. Die zweimal Bewalzung steigt konstant bis zum Juli auf 68 kN/m² und fällt danach bis September auf einen Wert von 43 kN/m².



Diagr. 89: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

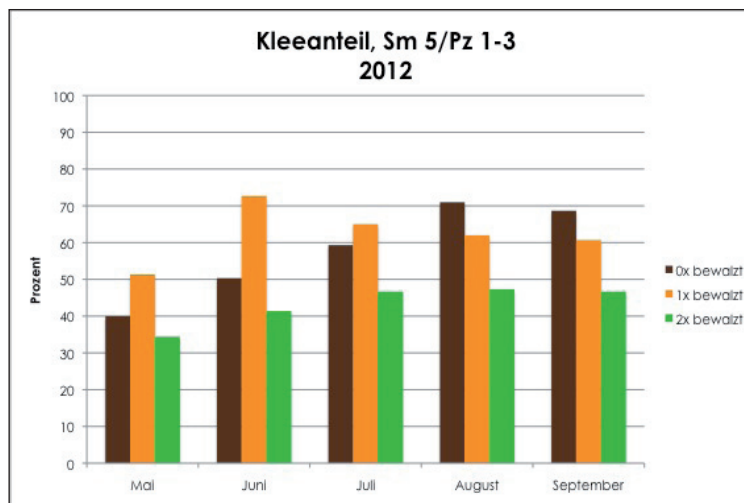
### **Deckungsgrad, Saatgutmischung 5, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Im Mai ist bei allen drei Bewalzungshäufigkeiten kein großer Unterschied in dem Balkendiagramm herauszulesen: Alle Werte bewegen sich zwischen 77% und 79%. Im Juni hingegen steigt die einmal bewalzte Fläche auf 91% und setzt sich damit deutlich von den anderen beiden Bewalzungsarten ab.

Die nicht bewalzte Fläche steigt im Juli leicht an und nähert sich dadurch der geringfügig gesunkenen Fläche der einmal Bewalzung.

Der August hat mit einem Durchschnittswert von ungefähr 88% den höchsten

Deckungsgrad der Saatgutmischung 5. Im September zeichnet sich die keinmal bewalzte Fläche als deckungsintensivste aus, im Gegensatz zur einmal und zweimal bewalzten.



Diagr. 90: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-2x  
bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### **Kleevorkommen, Saatgutmischung 5, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

In dem Vergleich zwischen den unterschiedlichen Bewalzungen ist zu erkennen, dass die Fläche, die nicht bewalzt wurde, sich sehr konstant linear entwickelt hat und im August mit knapp über 70% vor der einmal und zweimal bewalzten Fläche liegt. Das geringste Kleevorkommen hat die zweimal bewalzte Fläche, so schafft sie es die ganzen Monate nicht über 50%. Die einmal bewalzte Fläche hat einen raschen Zuwuchs im Juni, mit einem Wert über 70%, fällt jedoch die nächsten Monate ab und befindet sich nun bei 60%.

## 7.6 Ergebnisse der Saatgutmischung 6

### Saatgutmischung 6:

10% *Poa pratensis* 'Miracle'

35 % *Lolium perenne* 'Lorettanova'

30% *Lolium perenne* 'Loretta'

10% *Festuca rubra* 'Samanta'

15% *Festuca rubra* 'Trophy'

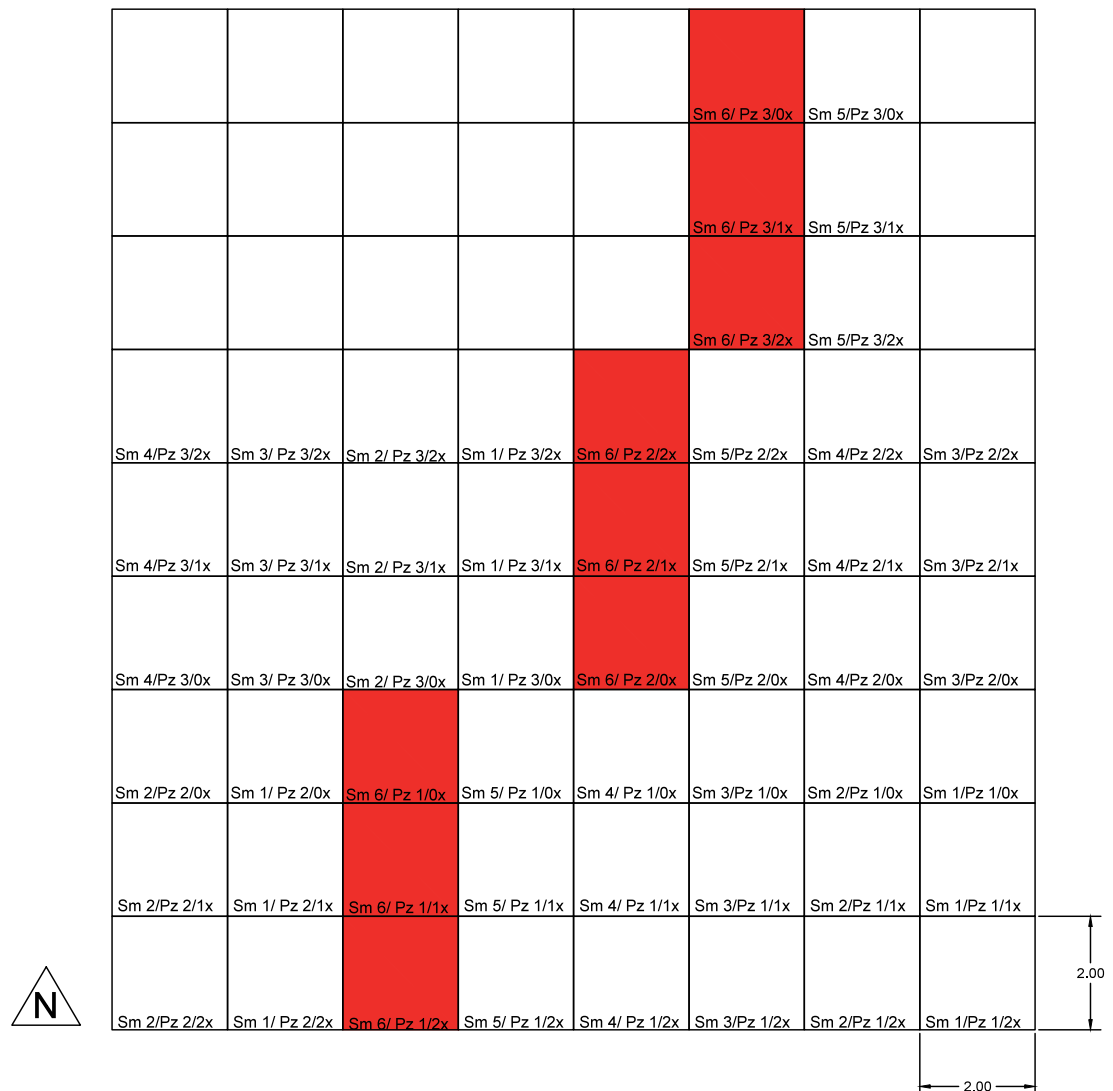
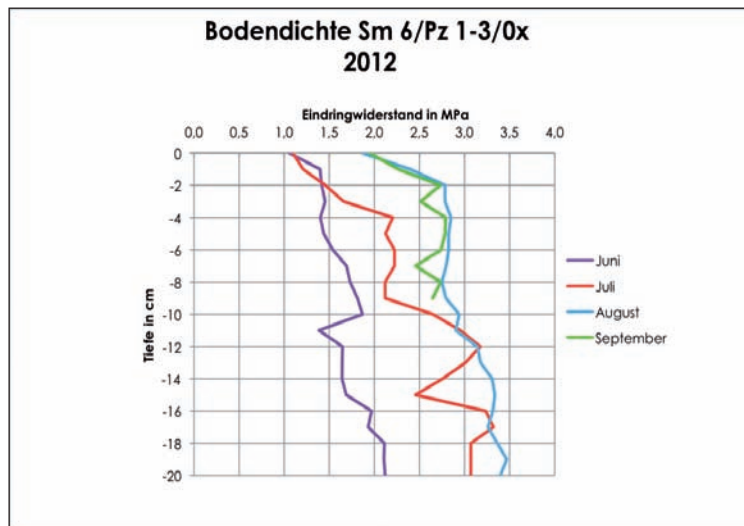


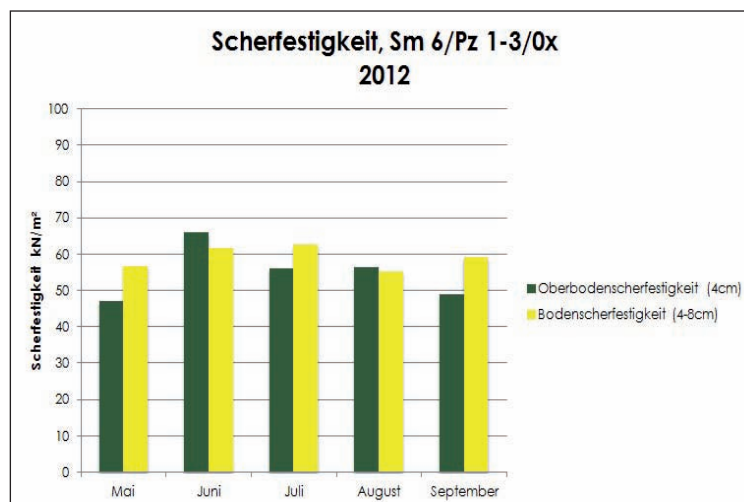
Abb. 27: Übersichtsplan; Saatgutmischung 6, Versuchsfeld Wien-Essling, 2012



Diagr. 91: Bodendichte  
Saatgutmischung 6, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 6, keine Bewalzung

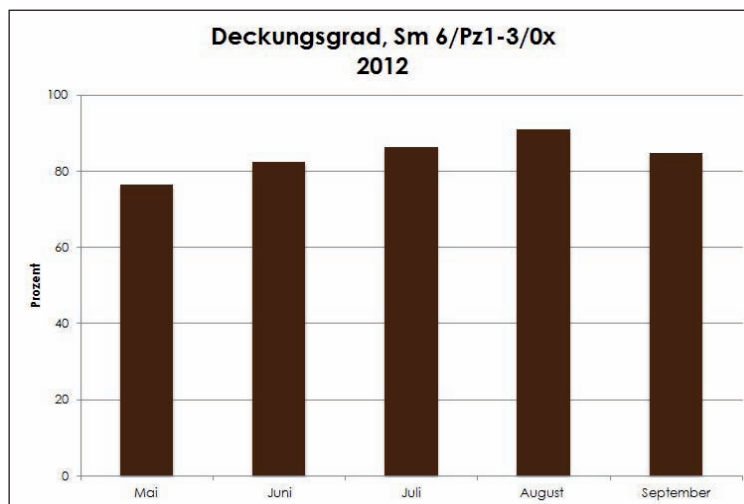
Der Eindringwiderstand im Juni und Juli liegt im oberen Horizont bei 1,0 MPa. Im Juni steigt der Wert bis -20 cm auf knapp über 2,0 MPa an und im Juli sogar auf knapp über 3,0 MPa. Der August und der September haben ähnliche Werte. Im oberen Horizont liegen die beiden Werte bei 2,0 MPa und steigen rasch auf 2,8 MPa an. Der Wert im September pendelt sich zwischen 2,5 und 3,0 MPa ein und der Wert im August steigt im unteren Horizont noch auf knapp 3,5 MPa.



Diagr. 92: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 6, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 6, keine Bewalzung

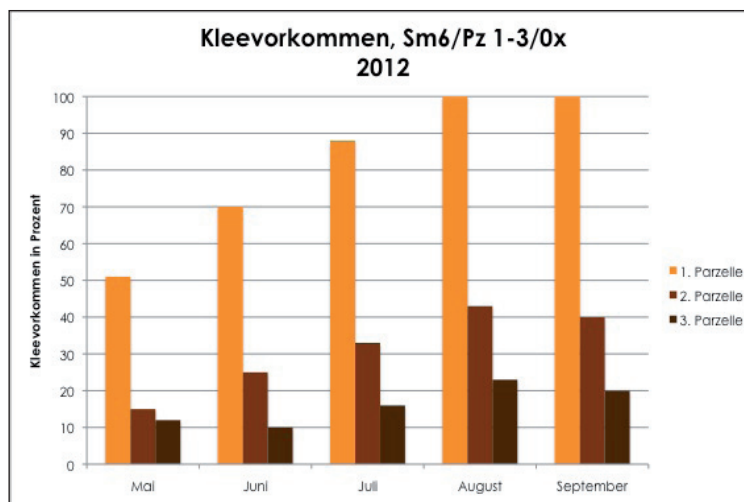
In diesem Balkendiagramm beginnt die Oberbodenscherfestigkeit bei 47 kN/m², steigt bis zum Juni rapide auf 66 kN/m² an. Im August steigt die Scherfestigkeit bei 4 cm ein wenig und fällt im September dann auf 59 kN/m². Die Bodenscherfestigkeit steigt bis zum Juli kontinuierlich an, fällt im August auf 57 kN/m² und steigt jedoch im September wieder auf 59 kN/m².



Diagr. 93: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 6, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 6, keine Bewalzung

Bei diesem Diagramm ist zu erkennen, dass es von Mai bis August eine leichte Steigung gibt, danach fällt der Wert im September wieder auf 84%.



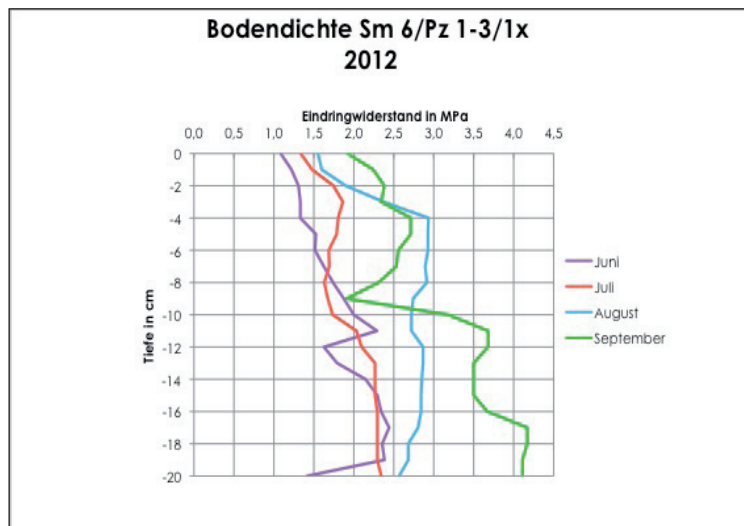
Diagr. 94: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 6, nicht bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 6, keine Weißkleezugabe, keine Bewalzung

Wie auch schon bei Saatgutmischung 1 ist auf den Feldern von Saatgutmischung 6 – obwohl hier kein Weißklee ausgesät wurde – ein Kleevorkommen festzustellen. Vor allem in der ersten Parzelle ist sehr viel Weißklee aufgenommen worden, so gab es im August und September Werte von an die 100%.

Die anderen Parzellen zeigen nur ein geringes Kleevorkommen, so erreicht die zweite Parzelle im August einen Wert an die 40% und in der dritten Parzelle einen Wert von knapp über 20%.

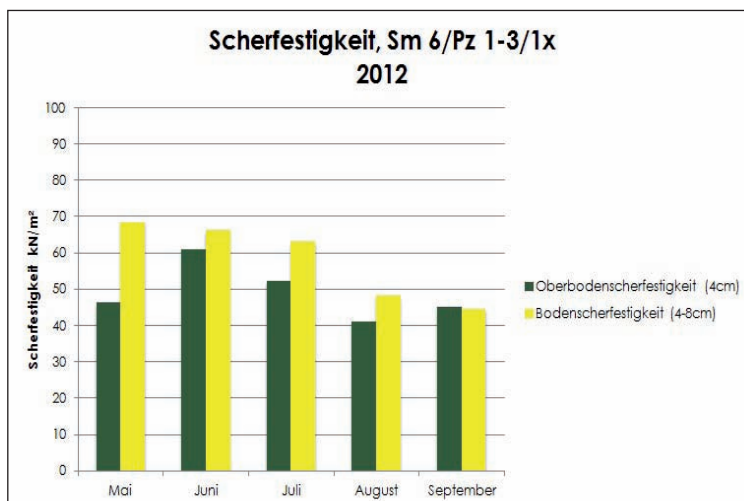
Wie es in der ersten Parzelle zu einem solch hohen Kleevorkommen kommen konnte, wird in einem späteren Teil der Arbeit versucht zu erläutern.



Diagr. 95: Bodendichte  
Saatgutmischung 6, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 6, einmal bewalzt

Im oberen Horizont lässt sich eine stetige Zunahme von Monat zu Monat erkennen. Im Juni liegt der Wert bei knapp über 1,0 MPa und steigt bis in eine Tiefe von 11 cm auf 2,3 MPa an, danach ist die Kurve sehr sprunghaft. Der Juni hat einen Anfangswert von 1,3 MPa und pendelt sich zwischen 1,5 und 2,4 MPa ein. Der Eindringwiderstand im August nimmt im oberen Horizont wieder rasch zu. Anfangs liegt der Wert noch bei 1,6 MPa und steigt schnell auf 3,0 MPa an. Im unteren Horizont pendelt sich der Wert zwischen 2,5 und 3,0 MPa ein. Der September hat anfangs mit knapp 2,0 MPa den höchsten Wert, steigt bis -4 cm auch noch auf 2,7 MPa an, wird dann aber wieder sehr sprunghaft.

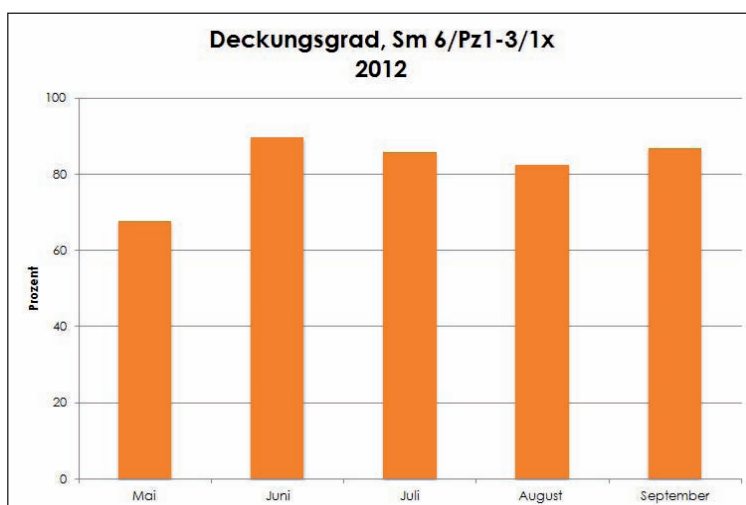


Diagr. 96: Scherfestigkeit  
Saatgutmischung 6, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 6, einmal bewalzt

Dieses Balkendiagramm zeigt deutlich, wie unterschiedlich die Messwerte in verschiedenen Bodentiefen sein können. Bei der Oberbodenscherfestigkeit beginnen die Werte im Mai bei 47 kN/m² anzusteigen. Sie erreichen ihren Höchstwert im Juni bei 61 kN/m² und fallen danach wieder ab, bis sie im September nochmals eine Steigerung auf 45 kN/m² aufweisen, währenddessen sinken die Werte bei

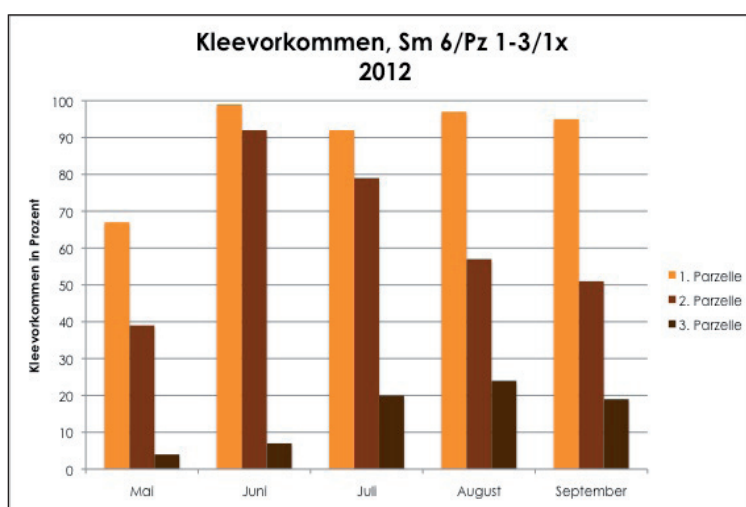
Bodenscherfestigkeit in 8 cm Bodentiefe von Mai (68 kN/m<sup>2</sup>) bis September (43 kN/m<sup>2</sup>) stetig ab.



Diagr. 97: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 6, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 6, einmal bewalzt

In der Saatgutmischung 6 mit der einmal Bewalzung beginnt der Deckungsgrad im Mai bei 66% und steigt dann rapide im Juni auf 86% an, bis August fällt dieser dann etwas und steigt aber im September wieder auf 84% an.

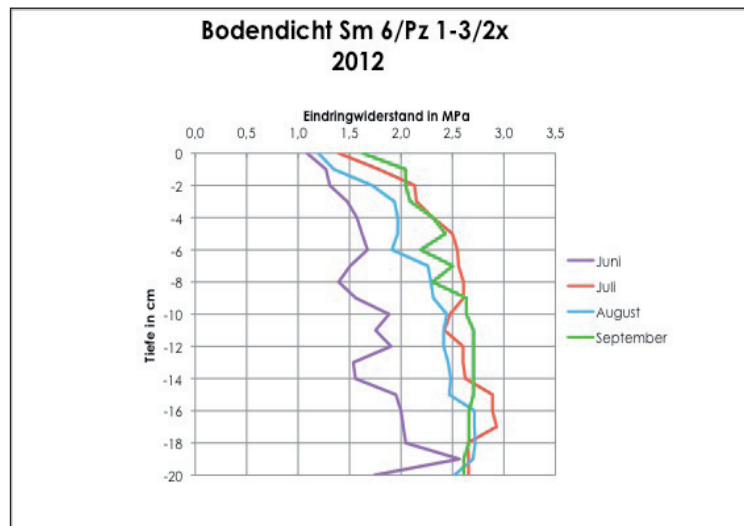


Diagr. 98: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 6, einmal bewalzt,  
Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 6, keine Weißkleezugabe, einmal bewalzt

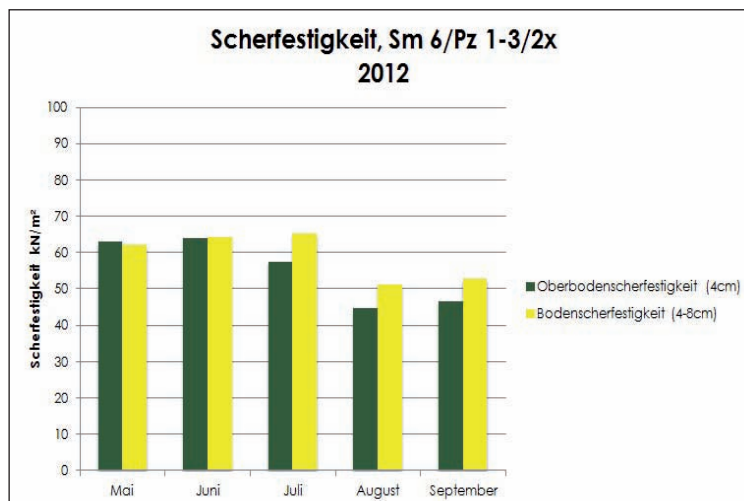
Auch in den einmal bewalzten Flächen ist ein Kleevorkommen zu vermerken. Die Parzelle eins schafft es über 90% und auch Parzelle zwei hat im Juni Werte über 90%, verliert jedoch sein Kleevorkommen zum September hin.

Parzelle drei hat nur ein sehr geringes Kleevorkommen. Im August liegt der Wert nur knapp über 20%.



### Eindringwiderstand, Saatgutmischung 6, zweimal bewalzt

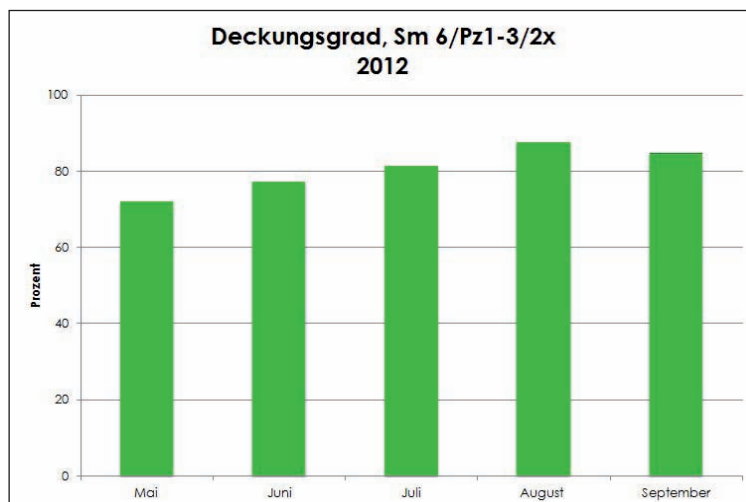
Der Eindringwiderstand liegt im Juni im oberen Horizont bei 1,1 MPa und pendelt sich im weiteren Verlauf zwischen 1,5 und 2,0 MPa ein. Der Juli hat im oberen Horizont eine rasche Entwicklung und steigt von 1,4 MPa auf 2,5 MPa im oberen Horizont. Der weitere Verlauf pendelt sich zwischen 2,3 und 2,9 MPa ein. Im August liegt der Eindringwiderstand anfangs bei 1,2 MPa und steigt im oberen Horizont auf fast 2 MPa an, im unteren Horizont pendelt sich der Wert bei 2,5 MPa ein. Der September hat anfangs mit 1,6 MPa den höchsten Widerstand und pendelt sich im weiteren Verlauf zwischen 2,3 und 2,7 MPa ein.



### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 6, zweimal bewalzt

Bei der Oberflächenscherfestigkeit in 4 cm Tiefe sieht man in den ersten beiden Monaten Mai und Juni keinen gravierend großen Unterschied. Erst ab Juli sind sinkende Werte zu erkennen. Im September wurde dann ein geringfügiger Anwuchs der Werte festgestellt. Bei der Bodenscherfestigkeit ist von Mai bis Juli eine kleine Steigung auf 63 kN/m<sup>2</sup> zu sehen. Im August kommt es zum niedrigsten Wert

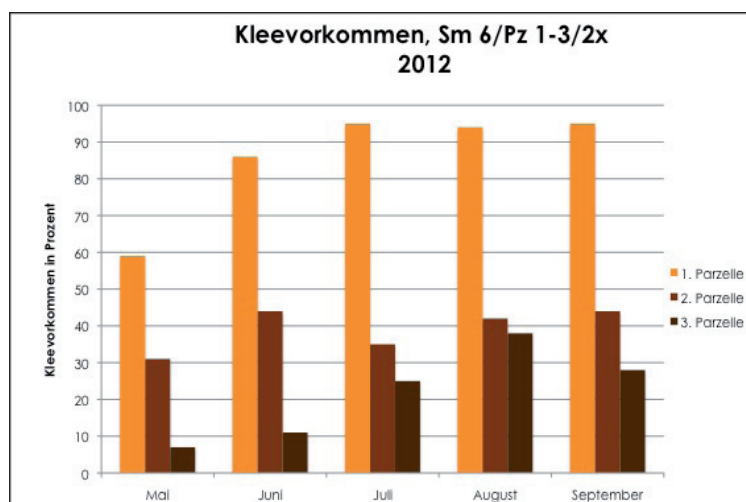
von 41 kN/m<sup>2</sup> der jedoch im September wieder auf 52 kN/m<sup>2</sup> ansteigt.



Diagr. 101: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 6, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Deckungsgrad, Saatgutmischung 6, zweimal bewalzt

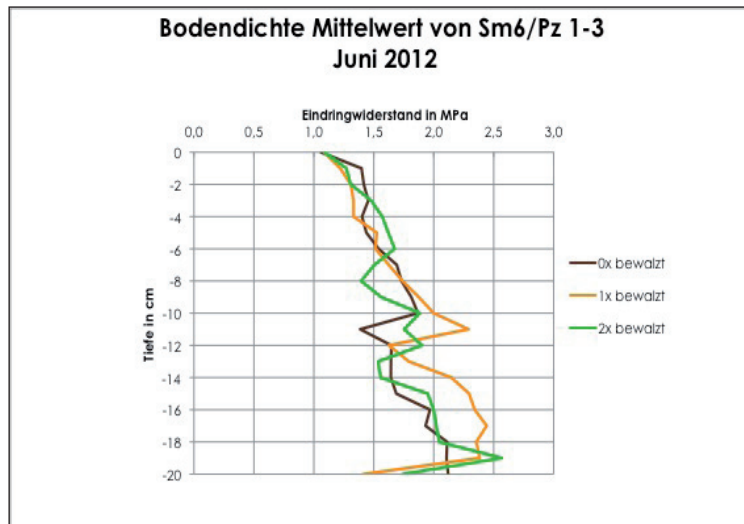
Im Mai beginnt der Deckungsgrad bei 72% und steigert sich bis in den August auf 86%. Im September fällt der Wert auf 82% ab.



Diagr. 102: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 6, zweimal be-  
walzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
2012

### Kleevorkommen, Saatgutmischung 6, keine Weißkleezugabe, zweimal bewalzt

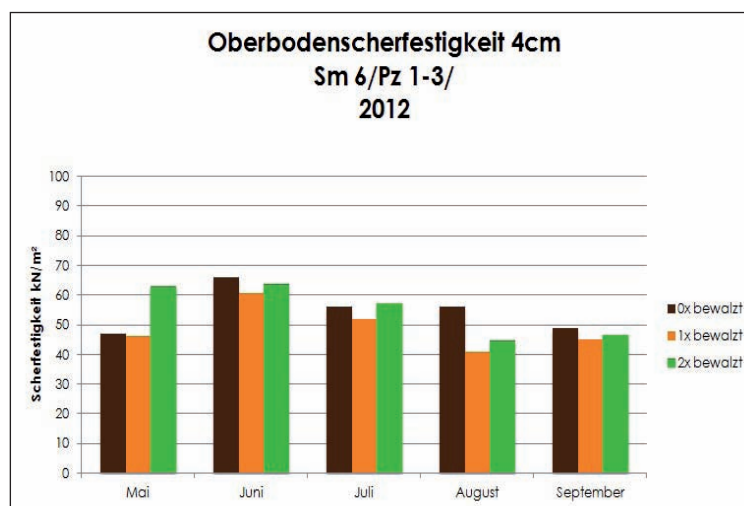
Auch in der zweimal bewalzten Fläche ist in Parzelle eins mit über 90% ein enorm hohes Kleevorkommen festzustellen. Die Parzelle zwei schafft es auf um die 40% und die dritte Parzelle hat auch hier die geringste Häufigkeit, schafft es im August aber auch fast auf 40%. Obwohl in der Saatgutmischung 6 kein Weißklee ausgesät wurde, ist vor allem in Parzelle eins eine hohe Zuwanderung zuverzeichnen.



Diagr. 103: Bodendichte  
Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-2x  
bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling,  
Juni 2012

### Saatgutmischung 6, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Monat Juni

Die Kurven entwickeln sich im oberen Horizont alle sehr ähnlich, bis sie im unteren Horizont etwas sprunghafter werden. Der Eindringwiderstand beginnt bei 1,0 MPa und steigt bei allen drei Kurven bis -7 cm auf 1,5 MPa an. Danach pendeln sich die Werte zwischen 1,3 und 2,5 MPa ein.

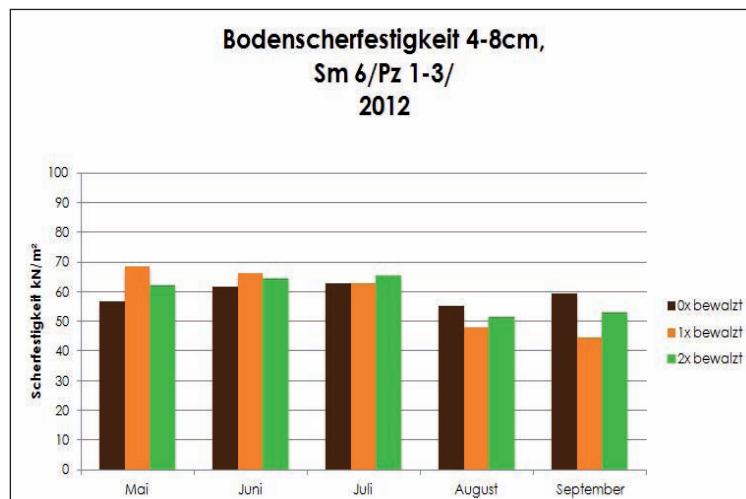


Diagr. 104: Oberbodenscherfestig-  
keit, 4 cm  
Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-  
2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-  
Essling, 2012

### Scherfestigkeit, Saatgutmischung 6, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Oberbodenscherfestigkeit (4 cm)

Im Mai herrscht hier ein großes Ungleichgewicht. Während die nicht und einmal bewalzten Felder in etwa bei dem Wert 45 kN/m² liegen, liegt die zweimal Bewalzung bei 62 kN/m². Im Juni ist eine generelle Steigung und ein Angleichen der Werte zu sehen. Alle drei Bewalzungsarten fallen im Juli ab. Die nicht bewalzten Felder bleiben im August gleich, fallen aber im September auch. Die einmal und zweimal bewalzten Felder fallen im August und steigen jedoch im September

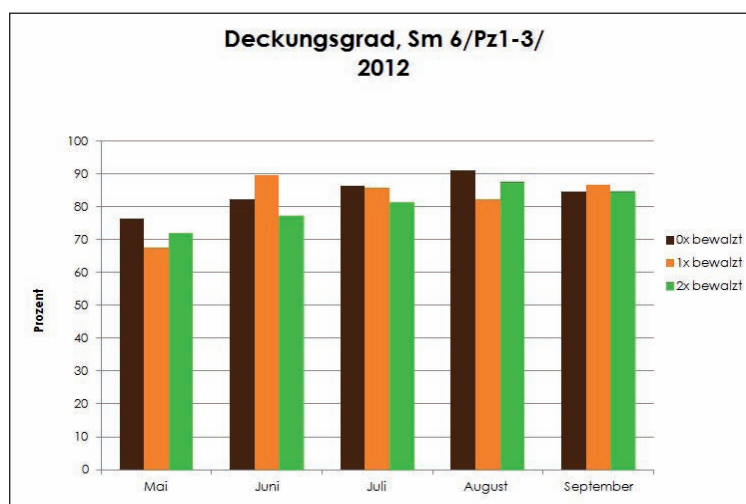
wieder auf ca. 45 kN/m<sup>2</sup>.



Diagr. 105: Bodenscherfestigkeit 4-8 cm  
Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### **Scherfestigkeit, Saatgutmischung 6, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Bodenscherfestigkeit (4-8 cm)**

Bei der Bodenscherfestigkeit der Saatgutmischung 6 liegen die Werte etwas weiter oben als in der Oberbodenscherfestigkeit. Die einmal Bewalzung liegt im Mai bei 69 kN/m<sup>2</sup> und fällt dann stetig bis in den September. Bei der zweimal Bewalzung findet eine leichte Steigerung bis Juli statt, fällt jedoch dann bis September auf 52 kN/m<sup>2</sup> ab. Die nicht Bewalzung fängt auch im Mai mit einer Steigung an, die bis zum Juli hin hält. Danach sinkt sie sehr stark von 61 kN/m<sup>2</sup> auf 53 kN/m<sup>2</sup> ab. Im September steigen die Werte dann nochmals auf 59 kN/m<sup>2</sup>.

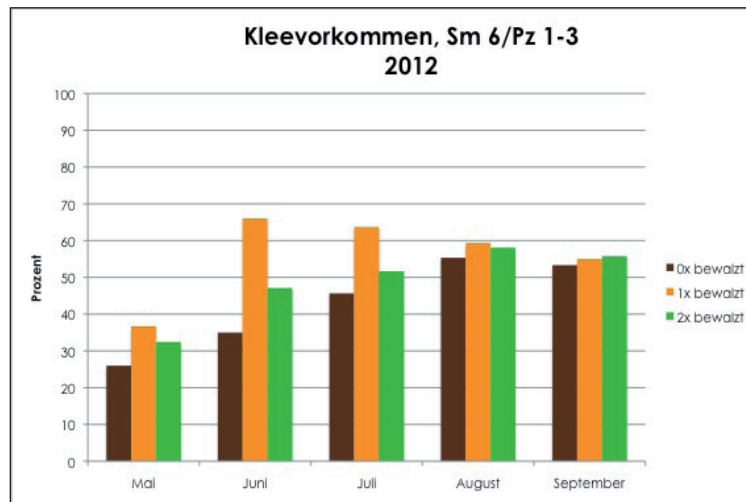


Diagr. 106: Deckungsgrad  
Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

### **Deckungsgrad, Saatgutmischung 6, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Die nicht Bewalzung führt hier in der Saatgutmischung 6 den Mai mit 76% an. Im Juni steigt die nicht Bewalzung weiterhin an, gibt den Spitzenwert aber an die einmal bewalzte Fläche ab. Im Juli herrscht ein ziemliches Gleichgewicht. Im August führt die nicht Bewalzung mit 91% vor der zweimal Bewalzung und der einmal Bewalzung mit 81%. Im September befinden sich alle drei Walzungen auf

einem Prozentsatz von ca. 84%. Dieses spiegelt hiermit die schon bei den anderen Saatgutmischungen zu erkennende Annäherung im letzten Versuchsmonat wieder, die bis zum Juli anhält.



Diagr. 107: Kleevorkommen  
Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-  
2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Ess-  
ling, 2012

### **Kleevorkommen, Saatgutmischung 6, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt**

Bei den unterschiedlich oft bewalzten Flächen ist bei dieser Saatgutmischung kein großer Unterschied zu erkennen. Alle Werte entwickeln sich konstant und befinden sich im August und September zwischen 50 und 60%. Obwohl in der Saatgutmischung 6 kein Weißklee ausgesät wurde, ist vor allem in Parzelle eins eine hohe Zuwanderung zu verzeichnen.

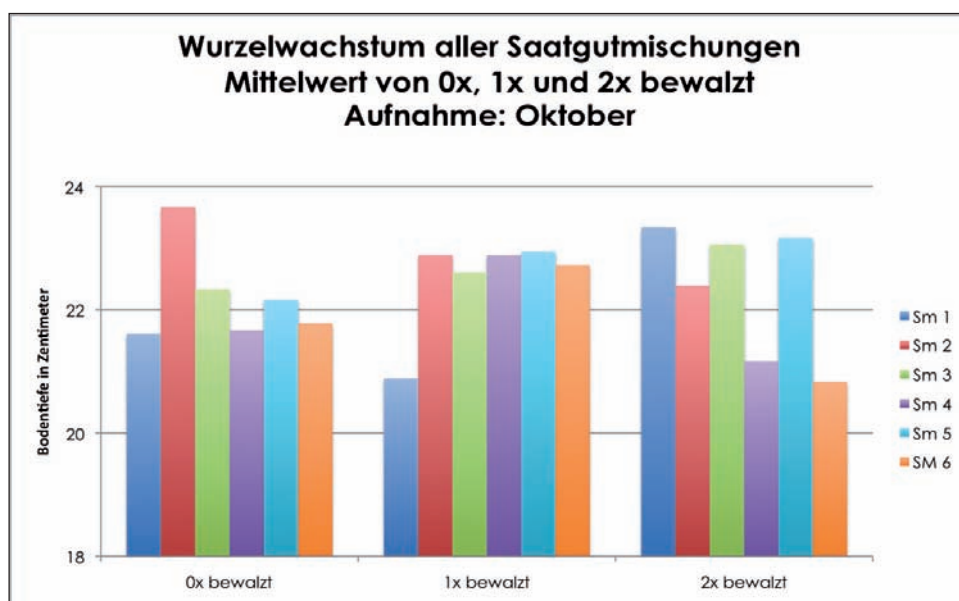
## 7.7 Ergebnis Wurzelwachstum

Das Wurzelwachstum aller sechs Saatgutmischungen zeigt, dass es zwischen den einzelnen Saatgutmischungen keinen bedeutenden Unterschied in der Wuchstumslänge der Wurzel gibt. Die längsten Wurzeln reichen bis in eine Tiefe zwischen 20 und 24 cm, jedoch sind dies nur einzelne lockere Wurzeln. Die Hauptwurzelzone liegt direkt unterhalb des Rasenfilzes (siehe Abbildung 28).



Abb. 28: Rasenfilz aus der Versuchsfläche mit Wurzelzone Wien-Essling, 2012

Auch zwischen den Bewalzungshäufigkeiten ist kein Unterschied zu erkennen. Die Wurzeln der zweimal bewalzten Felder erreichen die gleiche Tiefe wie die nicht bewalzten Felder (siehe Diagramm 108).



Diagr. 108: Wurzelwachstum, alle Saatgutmischungen, Vergleich; 0x-1x-2x, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

## 8 Diskussion und Vergleich der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus dem Kapitel 7 diskutiert und miteinander verglichen.

### 8.1 Bodendichte (Eindringwiderstand)

Wie in Kapitel 2.1 schon erwähnt, hat die Bodendichte einen großen Einfluss auf die Tragfähigkeit des Sportplatzes und steht im engen Zusammenhang zur Scherfestigkeit: Eine hohe Bodendichte führt auch zu einer hohen Scherfestigkeit (vgl. HOLZINGER 2011, S.16)! Jedoch darf die Bodendichte für die Durchwurzelbarkeit der Gräser und damit für eine gesunde Grasnarbe nicht zu hohe Werte erzielen, somit steht die Bodendichte in der Sportrasenfläche im Konflikt zwischen Scherfestigkeit und Bodenluftvolumen.

Ein positives Wurzelwachstum ist bei einem Eindringwiderstand von unter 1,5 MPa gegeben. Der obere Grenzwert wird mit 2,5 MPa festgelegt (HOLZINGER 2011).

Wie die Untersuchungen des Wurzelwachstums ergaben (Kapitel 7.7), reichen diese bis in eine Tiefe von 20 bis 25 cm. Die Hauptwurzelmasse befindet sich jedoch im oberen Bodenhorizont.

Bei der Entwicklung der sechs Saatgutmischungen ist zu erkennen, dass der Eindringwiderstand monatlich zunimmt. Zwar gibt es in der einen oder anderen Parzelle immer einmal einen Monatswert, der abweicht, jedoch bleibt dies die Ausnahme.

Im Juni und Juli liegen die Werte im oberen Horizont zwischen 1,0 und 1,5 MPa, bis -10 cm steigen die Werte meist auch an, bleiben aber fast immer unter 2 MPa. Im unteren Horizont ab ca. -10 cm sind die Werte sehr sprunghaft und bewegen sich zwischen 1,0 und 3,0 MPa. Diese Sprunghaftigkeit ist auch in den Monaten August und September zu erkennen. Die Gründe hierfür liegen wahrscheinlich bei dem Aufbau der Tragschicht.

Die Werte im August und im September liegen im oberen Horizont der verschie-

denen Saatgutmischungen zwischen 1,5 und 2,0 MPa, jedoch sind die Abweichungen in diesen Monaten häufiger. Aus diesem Grund gibt es in der einen oder anderen Parzelle auch einmal Werte unter 1,0 MPa im oberen Horizont.

Bis -10 cm steigen die Werte teilweise auf 2,5 bis 3,0 MPa an. Hier ist ein Unterschied zu den Monaten Juni und Juli deutlich zu erkennen. Ab -10 cm jedoch sind die Werte wieder sehr sprunghaft und wenig aussagekräftig.

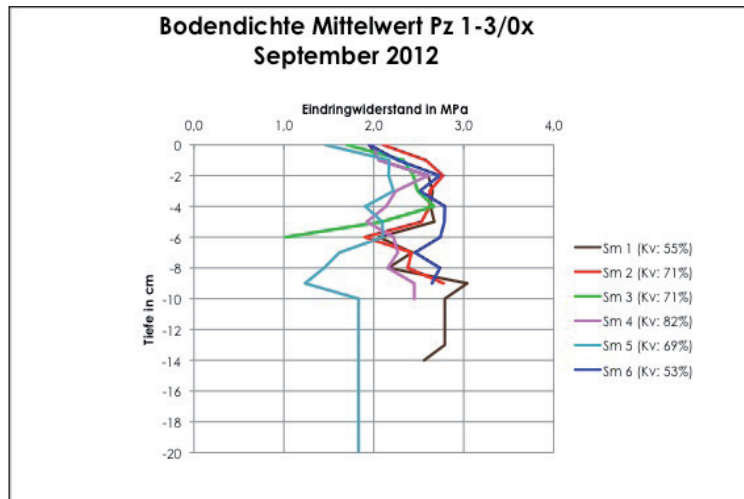
So lässt sich feststellen, dass die Bodendichte innerhalb von vier Monaten um ca. 0,5 MPa zunimmt. Die Gründe der steigenden Bodendichte liegen zum einen an der wöchentlichen Bewalzung und zum anderen an der natürlichen Entwicklung der Grasnarbe und seinem Wurzelsystem, das zur Bodenfestigkeit beiträgt.

Ein Unterschied des Eindringwiderstandes innerhalb der sechs Saatgutmischungen ist nicht zu erkennen.

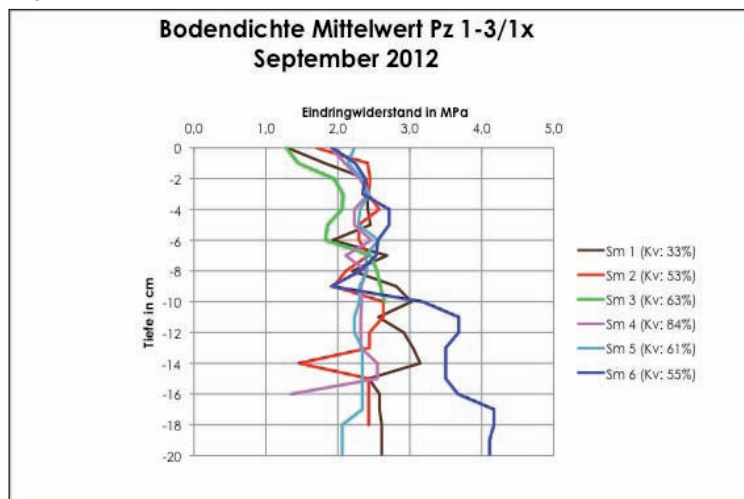
Der Versuch, der unterschiedlichen Bewalzungshäufigkeiten, zeigt keinen Einfluss auf die Bodendichte. Die Vermutung, dass die häufigere Bewalzung sich auch auf die Bodendichte auswirkt, hat sich daher nicht bestätigt. Das Ergebnis aus Kapitel 7.1 zeigt, dass bei manchen Parzellen sowohl die nicht bewalzte als auch die einmal bewalzte Fläche einen höheren Eindringwiderstand aufweist als die zweimal bewalzte. Die Ergebnisse der einzelnen Parzellen sind sehr ungleich und weisen keine einheitliche Entwicklung auf.

Mit den folgenden drei Diagramme soll die Frage beantwortet werden, ob sich der Weißklee auf die Bodendichte auswirkt. Die Diagramme zeigen die Mittelwerte aller Saatgutmischungen der letzten Aufnahme des Eindringwiderstandes im September 2012. Anhand des Weißklee-vorkommens im September soll geprüft werden, ob der Weißklee einen Einfluss auf die Bodendichte hat.

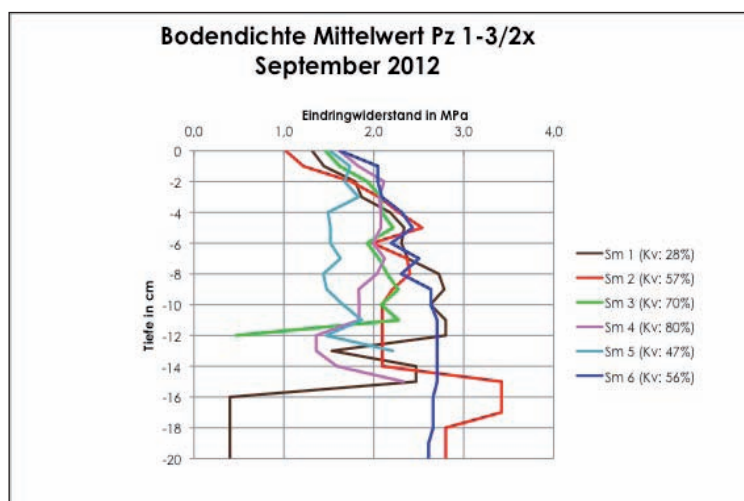
In der Legende der Diagramme steht jeweils das Weißklee-vorkommen aller Saatgutmischungen im September (bezeichnet als: Kv= Klee-vorkommen in Prozent).



Diagr. 109: Einfluss von Weißklee auf die Bodendichte, alle Saatgutmischungen, Kv=Kleevorkommen, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012



Diagr. 111: Einfluss von Weißklee auf die Bodendichte, alle Saatgutmischungen, Kv=Kleevorkommen, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012



Diagr. 112: Einfluss von Weißklee auf die Bodendichte, alle Saatgutmischungen, Kv=Kleevorkommen, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-

Aus dem Verlauf der Diagrammkurven lässt sich kein Einfluss von Weißklee auf die Bodendichte feststellen. Die Kurven liegen dicht beisammen und die Saatgutmi-

schungen mit hohem Weißkleevorkommen weisen keinen auffallend niedrigen oder hohen Wert auf.

Allerdings zeigen die drei Diagramme, dass die Felder, die zweimal bewalzt wurden, im oberen Bodenhorizont den niedrigsten Eindringwiderstand und die Felder, die nicht bewalzt wurden, die höchsten Werte aufweisen.

Daraus lässt sich eventuell schließen, dass sich die Wurzeln in der Hauptwurzelzone ohne Bewalzung besser entwickeln, als unter einer regelmäßigen Bewalzung und es somit durch das bessere Wurzelwachstum zu einem höheren Eindringwiderstand kommt.

## **8.2 Scherfestigkeit**

Ein wichtiger Faktor der Anforderungen an Sportrasenflächen in der neuen DIN 18035-4 (2012) ist die Scherfestigkeit. Diese muss größer als 12 kN/m<sup>2</sup> sein. (vgl. DIN 18035-4 2012, S.10)

Bei der Datenerfassung wurde grundsätzlich zwischen der Oberbodenscherfestigkeit von 0 bis -4 cm und der Bodenscherfestigkeit von -4 bis -8 cm unterschieden.

Wie schon in dem Kapitel 8.1 erwähnt, ist die Bodendichte mit der Scherfestigkeit sehr eng verbunden. Das heißt, eine hohe Bodendichte hätte auch eine höhere Scherfestigkeit zur Folge.

Dies konnte mit dem Forschungsvorhaben nicht nachgewiesen werden. Als Auszug wird das Ergebnis der Scherfestigkeit von Saatgutmischung 1, einmal bewalzt, mit der Bodendichte verglichen.

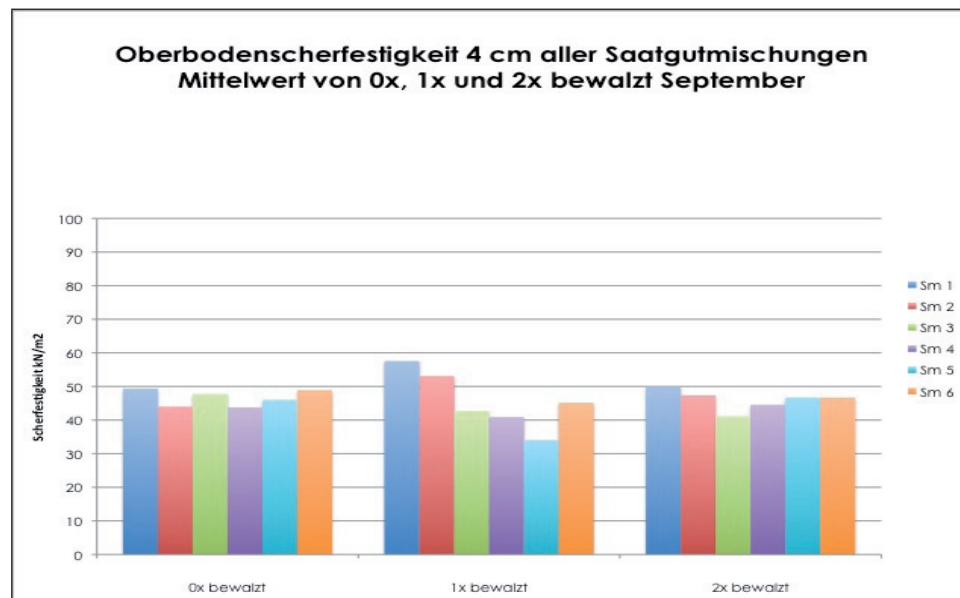
Die Tabelle 5 zeigt, die Entwicklung der Scherfestigkeit der Saatgutmischung 1 in den einzelnen Monaten bei der einmal Bewalzung.

|           | Bodentiefe | Scherfestigkeit      | Bodendichte |
|-----------|------------|----------------------|-------------|
| Mai       | 4 cm       | 72 kN/m <sup>2</sup> | Keine Daten |
|           | 8 cm       | 65 kN/m <sup>2</sup> |             |
| Juni      | 4 cm       | 68 kN/m <sup>2</sup> | 1,50 MPa    |
|           | 8 cm       | 64 kN/m <sup>2</sup> | 1,93 MPa    |
| Juli      | 4 cm       | 71 kN/m <sup>2</sup> | 1,67 MPa    |
|           | 8 cm       | 68 kN/m <sup>2</sup> | 1,64 MPa    |
| August    | 4 cm       | 51 kN/m <sup>2</sup> | 2,35 MPa    |
|           | 8 cm       | 61 kN/m <sup>2</sup> | 2,27 MPa    |
| September | 4 cm       | 58 kN/m <sup>2</sup> | 2,42 MPa    |
|           | 8 cm       | 45 kN/m <sup>2</sup> | 2,20 MPa    |

Tab. 5: Vergleich Scherfestigkeit mit Bodendichte Saatgutmischung 1, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012

Im Vergleich der sechs Saatgutmischungen kann im Bezug auf die Scherfestigkeit keine grundsätzliche Tendenz herausgefiltert werden. Alle Saatgutmischungen erreichen ihren Höchstwert bei der Oberbodenscherfestigkeit und der Bodenscherfestigkeit im Juni oder Juli und fallen im August und September wieder ab.

Mit den folgenden zwei Balkendiagrammen soll die Frage geklärt werden, ob sich der Weißklee auf die Scherfestigkeit auswirkt.



Diagr. 113: Oberbodenscherfestigkeit, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x Bewalzung, Mittelwerte, alle Saatgutmischungen, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

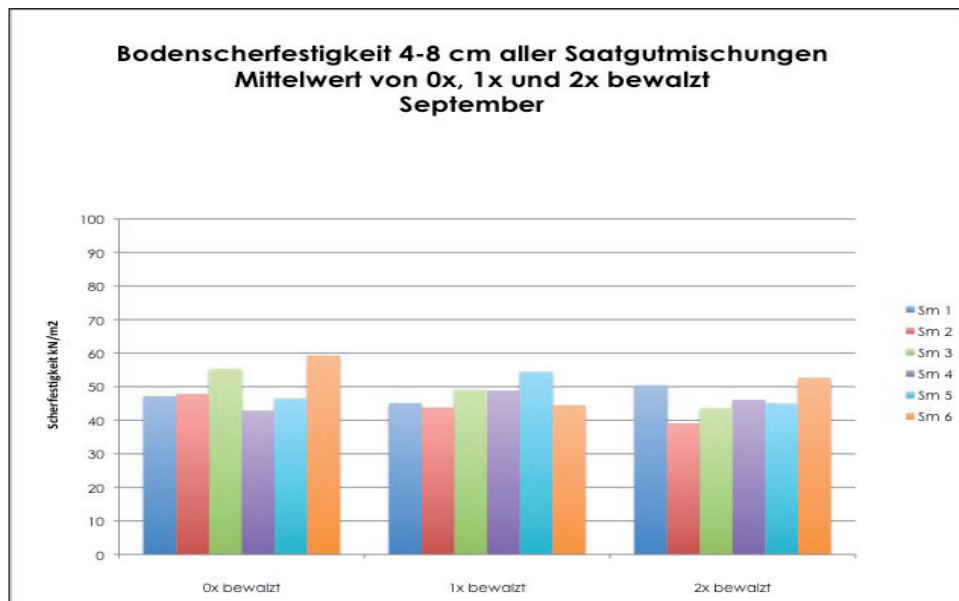
|            | Sm1   | Sm2   | Sm3   | Sm4   | Sm5   | Sm6   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0x bewalzt | (55%) | (71%) | (71%) | (82%) | (69%) | (53%) |
| 1x bewalzt | (33%) | (53%) | (63%) | (84%) | (61%) | (55%) |
| 2x bewalzt | (28%) | (57%) | (70%) | (80%) | (47%) | (56%) |

Tab. 6: Klee-vorkommen; Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, alle Saatgut-mischungen, Wien-Essling, September 2012

In dem Balkendiagramm ist zu sehen, inwiefern sich der Weißklee in den verschiedenen Saatgut-mischungen auf die Oberbodenscherfestigkeit auswirkt.

Bei den Feldern ohne Bewalzung bewegen sich alle sechs Saatgut-mischungen zwischen 40 und 59 kN/m<sup>2</sup>. Dabei hat Saatgut-mischung 1 (55% Klee-vorkommen) den höchsten Wert, Saatgut-mischung 2 und 4 teilen sich mit 44 kN/m<sup>2</sup> den niedrigsten Wert. Auch wenn bei der Saatgut-mischung 4 das höchste Klee-vorkommen von 82% festzustellen ist. Bei der einmal Bewalzung sieht man einen stärkeren Unterschied zwischen den verschiedenen Saatgut-mischung. Während die Saatgut-mischung 1 (33% Klee-vorkommen) einen Wert von 58 kN/m<sup>2</sup> hat, besitzt hingegen die Saatgut-mischung 5 (61% Klee-vorkommen) nur einen Wert von 32 kN/m<sup>2</sup>. Saatgut-mischung 3 und 4 haben ähnliche Werte. Auch bei der einmal Bewalzung sieht man deutlich, dass das Klee-vorkommen keine großen Auswirkungen hat. Bei der zweimal Bewalzung gleichen sich die Saatgut-mischungen aneinander an. Nur Saatgut-mischung 3 (70% Klee-vorkommen) zeichnet sich durch einen niedrigeren Wert aus.

Bei allen drei Bewalzungen liegt die Saatgut-mischung 1 (28% Klee-vorkommen) immer an erster Stelle, obwohl die Saatgut-mischung 4 mit Abstand das höchste Klee-vorkommen hat. Das bedeutet, dass das Klee-vorkommen keine Auswirkungen auf die Oberbodenscherfestigkeit hat.



Diagr. 114: Bodenscherfestigkeit, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x Bewalzung, Mittelwerte, alle Saatgutmischungen, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

|            | Sm1   | Sm2   | Sm3   | Sm4   | Sm5   | Sm6   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0x bewalzt | (55%) | (71%) | (71%) | (82%) | (69%) | (53%) |
| 1x bewalzt | (33%) | (53%) | (63%) | (84%) | (61%) | (55%) |
| 2x bewalzt | (28%) | (57%) | (70%) | (80%) | (47%) | (56%) |

Tab. 7: Kleevorkommen; Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, alle Saatgutmischungen, Wien-Essling, September 2012

In diesem Diagramm ist bei den Feldern ohne Bewalzung zwischen der Saatgutmischung 1 (55% Klee vorkommen) und 2 (71% Klee vorkommen) nur ein sehr kleiner Unterschied zu erkennen. Saatgutmischung 4 hat den niedrigsten Wert mit 42 kN/m<sup>2</sup>, obwohl sie das höchste Klee vorkommen von 82% hat. Die Saatgutmischung 6 (53% Klee vorkommen) hat mit 59 kN/m<sup>2</sup> den höchsten Wert. Bei der einmal Bewalzung gibt es keine großen Sprünge zwischen den Saatgutmischungen. Hier haben die Saatgutmischung 3 (63% Klee vorkommen) und 4 (84% Klee vorkommen) den exakt gleichen Wert von 49 kN/m<sup>2</sup>. Wie auch bei der ersten Bewalzungsart führt auch hier bei der zweimal Bewalzung die Saatgutmischung 6 (56% Klee vorkommen) mit 52 kN/m<sup>2</sup>. Die Saatgutmischung 5 (47% Klee vorkommen) fällt hier unter die 40 kN/m<sup>2</sup> Grenze, und bildet für das gesamte Diagramm den kleinsten Wert. Auch in diesem Diagramm hat die Saatgutmischung 4 den höchsten Kleeanteil, jedoch ist dies in der Bodenscherfestigkeit nicht zu sehen, bei der nicht Bewalzung hat die Saatgutmischung 4 sogar den geringsten Wert. Bei der Bodenscherfestigkeit 4-8 cm kann man keine Auswirkungen durch die Kleezugabe erkennen.

### 8.3 Deckungsgrad

Der Sportrasen muss im aufnahmefähigen Zustand nach DIN 18035-4 bei 70% der Schätzwerte eine projektive Bodendeckung von 90% aufweisen (vgl. DIN 18035-4, 2012, S. 11).

Bei diesem Versuch wurde diese Vorgabe im ersten Jahr nicht erreicht.

Bei keiner Messung erreichte auch nur eine Probe den vorgeschriebenen Deckungsgrad von 90%.

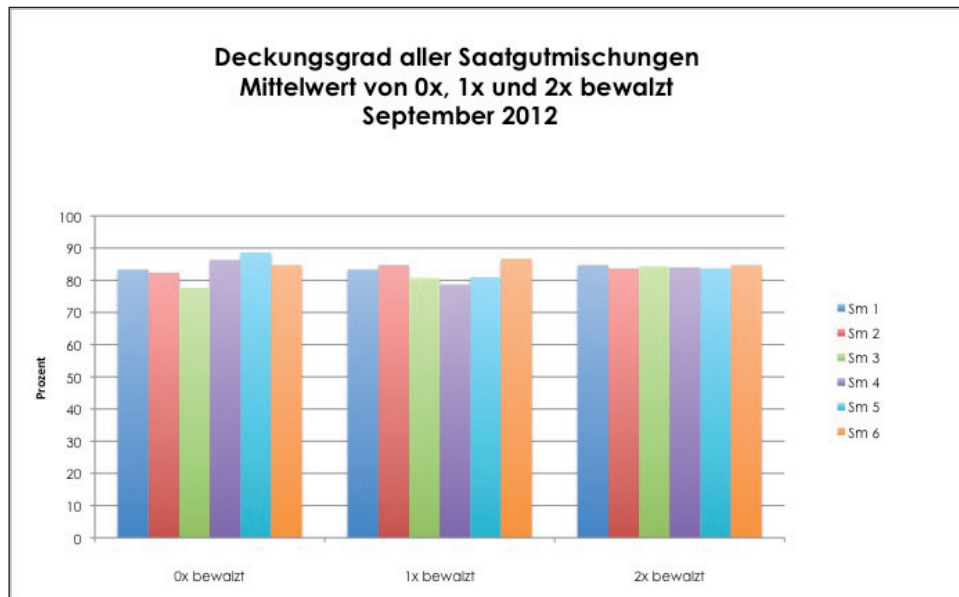
Betrachtet man den Monat September, ist ein leichter Rückgang des Deckungsgrades zu erkennen, was auch auf das Ende der Vegetationsperiode zurückzuführen ist.

Es fällt auf, dass sich in diesem Monat bei der zweimal Bewalzung die sechs Saatgutmischungen in ihrem Deckungsgrad extrem ähnlich sind.

Während der gesamten Aufnahmezeit der Daten von Mai bis September liegt der Mittelwert des Deckungsgrades in allen Saatgutmischungen unter dem geforderten Mindestwert. Bei der Farbintensität der Rasenfläche sticht im Herbst vor allem die Saatgutmischung 5 hervor. Die Felder haben einen besonderen kräftigen Grünton und heben sich deutlich von den anderen Saatgutmischungen ab (siehe Abbildung 29). Der Grund hierfür, liegt an dem hohen Weißkleeanteil (5%) in dieser Saatgutmischung.



Abb. 29: Saatgutmischung 5, Herbstaspekt, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012



Diagr. 115: Deckungsgrad, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x Bewalzung, Mittelwerte, alle Saatgutmischungen, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

In diesem Diagramm ist zu sehen, dass keine der Saatgutmischungen den Deckungsgrad von 90% den die DIN Norm 18035-4(2012) vorschreibt, erreicht. Bei den nicht bewalzten Flächen ist zu erkennen, dass die Saatgutmischung 3 (71% Klee vorkommen) den niedrigsten Deckungswert von 78% aufweist. Saatgutmischung 5 (69% Kleeanteil) zeigt ohne Bewalzung den höchsten Deckungsgrad. Saatgutmischung 4 mit 82% Klee vorkommen befindet sich mit 86% Deckungsgrad im oberen Drittel. Bei der einmal Bewalzung gleichen sich die Werte schon etwas an einander an, jedoch zeigt nun die Saatgutmischung 6 mit 55% Klee vorkommen den höheren Deckungsgrad. Die Saatgutmischung 4 mit 84% Klee vorkommen liegt hier an letzter Stelle mit 79% Deckungsgrad. Bei der zweimal Bewalzung haben sich die Werte dann bis auf 2% aneinander angeglichen, was uns wiederum zeigt, dass die Kleezugabe keinerlei Auswirkungen auf den Deckungsgrad hat. Denn Saatgutmischung 4 mit 80% Klee vorkommen hat den gleichen Deckungsgrad wie die Saatgutmischung 1 mit 28% Klee vorkommen.

## 8.4 Entwicklung von *Trifolium repens*

Der Weißklee hatte auf der Versuchsfläche optimale Standortverhältnisse. Die Fläche wurde regelmäßig gemäht, sodass es zu keiner Beschattung durch die Gräser kam und der Weißklee so ein hohes Lichtspektrum genießen konnte. Die Wasserversorgung war auch in den warmen Monaten durch die Bewässerung gegeben und außer der wöchentlichen Bewalzung kam es zu keiner Trittbelastung.

Das Weißklee-vorkommen hat sich in allen Saatgutmischungen entwickelt, sogar in der Mischung eins und sechs, in den es keine Weißkleezugabe gab. Die Gründe hierfür könnten zum einem bei der Aussaat liegen. Eventuell sind Weißkleesaamen der anderen Parzellen durch Wind oder Tiere in die Parzellen der Saatgutmischung eins und sechs gelangt. Zum anderen erkennt man in den Parzellen der Saatgutmischung eins und sechs, dass vor allem an den Grenzen zu den Nachbarparzellen der Weißkleeanteil sehr hoch ist und da sich Weißklee vegetativ durch Ausläufer vermehrt und verbreitet, kann dies ein weiterer Grund für das Vorkommen sein. Nachträglich wissen wir, dass man die einzelnen Parzellen mit Stahlbändern hätte trennen müssen.

Anfang Oktober, am Ende der Vegetationsperiode, wurde der Weißklee auf der Versuchsfläche per Zählung aufgenommen und in einem Übersichtsplan dargestellt (siehe Abb. 33,34,35). Anhand dieser Aufnahme lässt sich erkennen, wie sich der Weißklee in den einzelnen Parzellen entwickelt hat.



Abb. 30: Weißklee-vorkommen, dichte Nestbildung, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

Grundsätzlich wurden bei der Weißkleeaufnahme vier unterschiedliche Wachstumsstadien erkannt.

1. Starke Nestbildung (siehe Abb. 30)
2. Weißklee dicht zwischen den Rasengräsern (siehe Abb. 31)
3. Weißklee vereinzelt zwischen den Rasengräsern (siehe Abb. 32)
4. Kein Weißklee-vorkommen



Abb. 31: Weißklee vorkommen; dicht zwischen den Rasengräsern, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012



Abb. 32: Weißklee vorkommen, vereinzelt zwischen den Rasengräsern, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

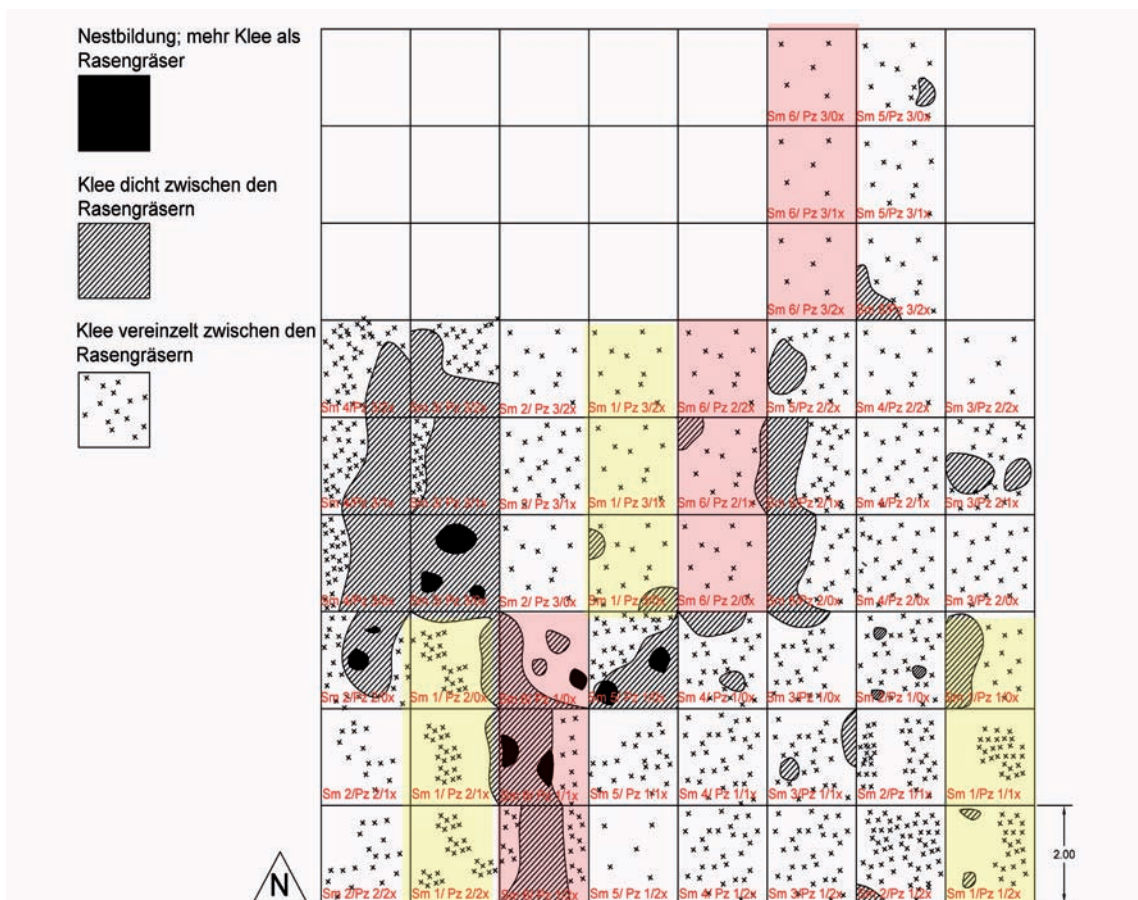


Abb. 33: Weißklee vorkommen Saatgutmischung 1 und 6, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

### Saatgutmischung 1 und 6, keine Weißkleezugabe:

Die Saatgutmischung 1 zeigt in Parzelle 1 ein Weißklee vorkommen von 60%.

Ansonsten ist der Weißklee vereinzelt zwischen den Rasengräsern zu finden und verstärkt an den Rändern zu den Nachbarparzellen (siehe Abbildung 33).

Die Entwicklung des Weißklee ist sehr linear, im Mai ist der Anteil noch ziemlich gering, steigt in den nächsten Monaten an und erreicht seinen Höhepunkt im August und September (siehe Diagramm 25, S.47). Diese Wachstumsentwicklung ist typisch für die Sorte 'Pipolina' und zeigt sich durch den Versuch bestätigt. Bei



Beim Vergleich zwischen den unterschiedlichen Bewalzungen sind bei Saatgutmischung 4 keine nennenswerte Abweichungen zwischen den Feldern zu erkennen. Bei Saatgutmischung 2 liegt das nicht bewalzte Feld mit fast 15% vor den einmal und zweimal bewalzten Feldern.

Der Weißklee kommt am Ende der Vegetationsperiode in allen Parzellen vereinzelt zwischen den Rasengräsern vor. Es kommt stellenweise zur kleinen Nestbildung (zu erkennen in der ersten Parzelle der Saatgutmischung 2). Die Parzelle drei der Saatgutmischung 4 weist einen sehr hohen Weißkleeanteil auf. Zu erkennen ist jedoch, dass der Weißklee sehr stark mit der Nachbarparzelle der Saatgutmischung 3 verbunden ist und es hier zu einer starken vegetativen Ausbreitung kam.

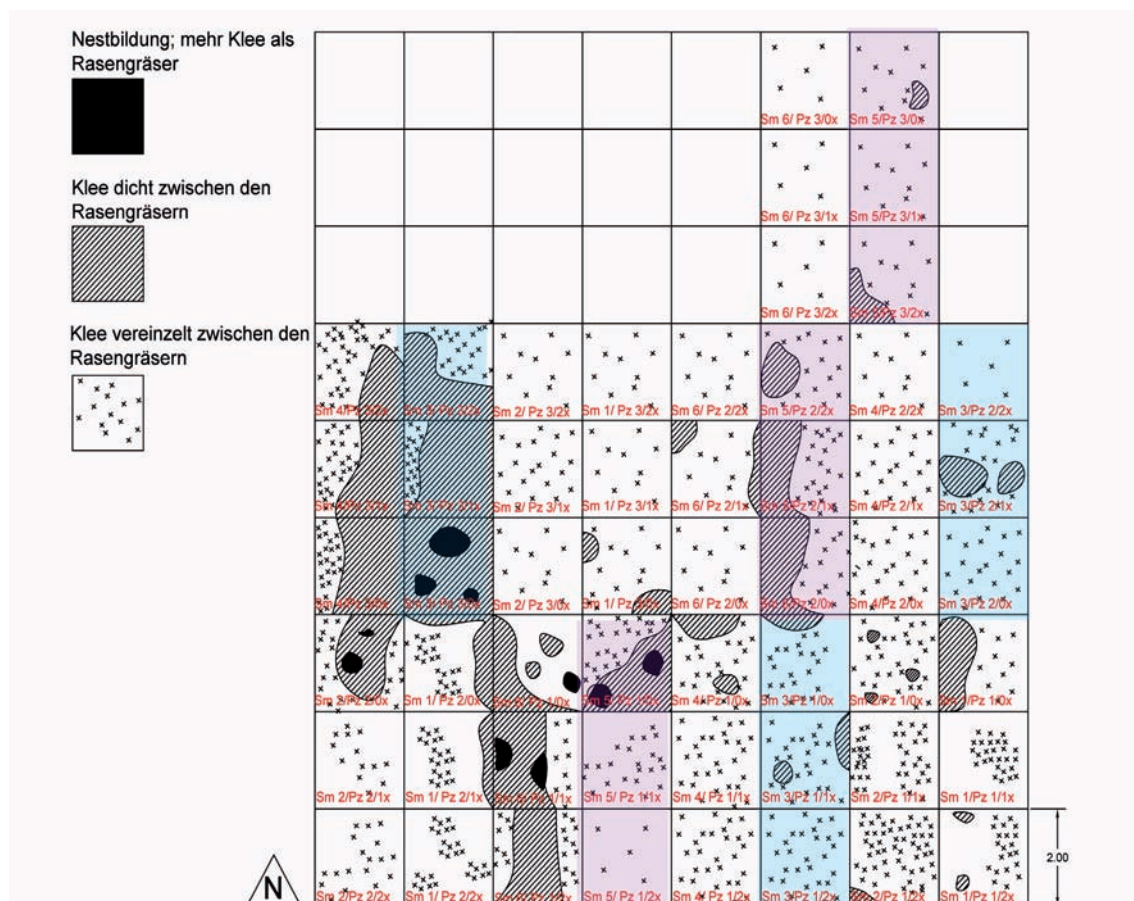


Abb.. 35: Weißklee vorkommen Saatgutmischung 3 und 5, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

### Saatgutmischungen 3 und 5 (5% Weißklee):

Bei den Saatgutmischungen mit 5% Weißklee zeigt sich wieder sehr deutlich die monatliche lineare Entwicklung. In Saatgut 3 gibt es mit Parzelle zwei ein Feld, in dem das Saatgut fast überhaupt nicht aufgegangen ist. Die Werte liegen bei 10 bis 20%. In den anderen beiden Parzellen ist der Weißklee sehr gut aufgegangen und erreicht im Mai schon Werte von 60% an Häufigkeit.

Anhand der Aufnahme am Ende der Vegetationsperiode lässt sich erkennen, dass in der dritten Parzelle der Weißklee dicht und flächig aufgegangen ist. In Parzelle eins ist der Weißklee vereinzelt zwischen den Rasengräsern gewachsen und in Parzelle drei ist er fast überhaupt nicht aufgegangen.

Beim Vergleich zwischen der nicht, einmal und zweimal bewalzten Fläche fällt auf, dass die Felder mit keiner und zweimal bewalzten Flächen die beste Entwicklung von Weißklee zeigen.

Bei Saatgutmischung 5 hat sich der Weißklee vor allem in den nicht bewalzten Feldern sehr gut entwickelt, mit einem Durchschnittswert von 70%. Bei den zweimal bewalzten Feldern ist das Weißkleevorkommen mit knapp unter 50% viel niedriger.

#### **Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x in der Woche bewalzt im Monat September:**

Beim Vergleich zwischen der unterschiedlich häufigen Bewalzung zeigt sich in Tabelle 6, dass die nicht bewalzten Felder fast immer das höchste Kleewachstum hat (an der roten Farbe zu erkennen) und die zweimal bewalzte fast immer die niedrigste (an der blauen Farbe zu erkennen). Daraus lässt sich schließen, dass der Weißklee durch die Bewalzung in seiner Entwicklung eingeschränkt wird.

Aber anhand der Mittelwerte (die Prozentzahlen in der Tabelle) wird deutlich, dass es sich hierbei fast immer nur um eine geringe Abweichung handelt.

|            | Sm1   | Sm2   | Sm3   | Sm4   | Sm5   | Sm6   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0x bewalzt | (55%) | (71%) | (71%) | (82%) | (69%) | (53%) |
| 1x bewalzt | (33%) | (53%) | (63%) | (84%) | (61%) | (55%) |
| 2x bewalzt | (28%) | (57%) | (70%) | (80%) | (47%) | (56%) |

Tab. 8: Kleevorkommen; Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

## 9 Ausblick und Vorschläge für die Praxis

Mit den Ergebnissen der Masterarbeit können folgende Vorschläge für die Praxis gegeben werden:

Der Weißklee entwickelt sich trotz Belastung durch die Bewalzung und dem regelmäßigen Rasenschnitt sehr gut in der Sportrasenfläche. Das zeigt, dass die Eigenschaft der Trittresistenz beim Weißklee tatsächlich zutrifft.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass der Weißklee mit seinem „grünbleib- Effekt“ der Sportrasenfläche im Herbst einen kräftigeren Grünton verleiht. Dieses liegt auch vor allem an seiner Wachstumsentwicklung, da der Weißklee erst zum Hochsommer und Herbst seinen höchsten Deckungsgrad erreicht. Aus diesem Grund ist der Weißklee ein optimaler Mischungspartner.

Mit dem Einsatz der neuen kleinblättrigen Weißkleearten lässt sich feststellen, dass der Weißklee sich neben den Gräsern harmonisch in die Rasenfläche integriert.

Der Weißklee wirkt im „Rasenbild“ nicht zu überdeckend, sondern tritt vereinzelt zwischen den Gräsern auf.

Jedoch konnte auch festgestellt werden, dass der Weißklee in der Sportrasenfläche sehr dominant ist, wenn zu viele Weißkleesamen in der Saatgutmischung vorhanden sind.

Die Gräser werden verdrängt, wodurch es zur Nestbildung vom Weißklee kommt. Daher ist es wichtig, die optimale Menge der Weißkleezugabe zu wählen. Nach dem Forschungsvorhaben lässt sich hier die 2% Weißkleezugabe empfehlen.

Die Auswirkung der Bewalzung auf die Bodendichte ist nicht so hoch wie erwartet. Zwar hat die Bodendichte in der monatlichen Entwicklung zugenommen, aber die Gründe hierfür liegen nicht ausschließlich bei der Bewalzung. Die Dichte hat besonders im oberen Bodenhorizont zugenommen. Dies hängt vor allem mit der Verbundwirkung von Wurzel und Boden zusammen.

Weiterhin stellt sich aber auch die Frage, wie sich die Bodenverdichtung im nächsten Jahr entwickeln wird. Aus diesem Grund ist es auf jeden Fall sinnvoll, die Arbeit weiter zu führen, umso die spezifische Entwicklung zu einem späteren

Zeitpunkt beurteilen zu können.

Auch beim Wurzelwachstum konnten keine Unterschiede bei der Bewalzungshäufigkeit festgestellt werden. Daher ist auch hier davon auszugehen, dass keine Beeinflussung durch die Bewalzung vorliegt.

## 10 Zusammenfassung

Anhand einer längeren Beobachtungszeit sollte die Entwicklung der Scherfestigkeit und der Bodendichte ermittelt werden. Es galt zu überprüfen, wie sich die beiden Parameter unter dem Einfluss vom Weißklee verändern.

Die Ergebnisse der Bodendichte und Scherfestigkeit nach der ersten Vegetationsperiode zeigen Tendenzen einer kontinuierlichen Entwicklung. Diese kontinuierliche Entwicklung spiegelt sich leider in dem Gesamtergebnis nicht wieder. Es lässt sich zwar eine Zunahme der Bodendichte erkennen, jedoch ist diese mit häufigen Unregelmäßigkeiten verbunden, vor allem im unteren Bodenhorizont. Die Scherfestigkeit entwickelt sich ebenfalls nicht kontinuierlich steigend. Es lassen sich sogar sinkende Werte im Herbst feststellen. Eine Wirkung des Weißklee auf die beiden Parameter konnte nicht festgestellt werden.

Jedoch ist die Entwicklung des Weißklee in der Sportrasenfläche als positiv zu sehen. Neben den Gräsern hat sich die Leguminose sehr gut integriert. Vor allem im Herbst und bei heißem Wetter, wenn die Gräser schnell verbraunen, verleiht der Weißklee der Sportrasenfläche einen kräftigeren Grünton. Bei der Frage nach der Entwicklung des Sportrasens unter der Belastung der wöchentlichen Bewalzung lässt sich sagen, dass die Wachstumsentwicklung sowohl bei den Gräsern als auch bei dem Weißklee nicht sonderlich eingeschränkt ist. Zwar entwickelte sich der Weißklee auf den Feldern die keinmal bewalzt wurden besser, jedoch war dies nur sehr gering feststellbar.

Ein wichtiger Aspekt bei der Verwendung von Weißklee in der Sportrasenfläche ist die optimale Relation zwischen Gräsern und Weißklee. Es konnte festgestellt werden, dass ein zu hoher Weißkleeanteil sich sehr dominant verhält und sogar dazu führt, dass der Grasmengepartner verdrängt wird. Als ideale Weißkleezugabe empfiehlt sich zwei Prozent der Saatgutmischung beizumengen. Mit dieser Menge wurde ein homogenes Rasenbild in dem Forschungsprojekt erreicht.

Der Versuch die Brunelle in die Sportrasenfläche zu integrieren, hat nicht funktioniert. Zwar waren die Samen in der Keimprobe alle intakt, doch auf der Versuchsfläche sind sie anfangs überhaupt nicht aufgegangen. Erst im Herbst war sie vereinzelt zu sehen und das Ergebnis war nicht wie erwartet. Die Brunelle passt nicht in das Bild einer Sportrasenfläche und wird tatsächlich eher als Wildkraut wahrgenommen.

Abschließend ist zu sagen, dass mit den neuen kleinblättrigen Weißkleesorten ein potenzieller Partner für Sportrasenfläche zur Verfügung steht und sich durchaus positiv auf die Sportrasenfläche auswirkt.

Eine weiterführende Beobachtung der Versuchsfläche wäre ratsam, um die Entwicklung nach einer weiteren Vegetationsperiode beurteilen zu können. Nur so lässt sich eventuell auch eine repräsentativere Entwicklung bei der Bodendichte und Scherfestigkeit erkennen.

## 11 Literaturverzeichnis

Becker T., Golte-Bechtle M. (2005): Das kleine Was blüht denn da?. Franckh-Kosmos. Stuttgart.

Bischoff, G. (2009): Scherfestigkeit von Rasenflächen.

URL: [http://www.rasengesellschaft.de/content/rasenthema/2009/07\\_2009\\_Scherfestigkeit.pdf](http://www.rasengesellschaft.de/content/rasenthema/2009/07_2009_Scherfestigkeit.pdf) (01.12.2012)

Bundessortenamt [Hrg.] (2009): Beschreibende Sortenliste Futtergräser Esparsette, Klee, Luzerne.

URL: [http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl\\_futtergraeser\\_2009.pdf](http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl_futtergraeser_2009.pdf) (02.12.2012)

Claupein W., Henle W., Schneider H., Wagner M. (2010): Microclover – Einsatz von kleinblättrigem Klee auf Rasenflächen.

URL: [https://www.uni-hohenheim.de/rasenfachstelle/pdf/aprojekt/2010\\_01\\_EJTS\\_Microclover.pdf](https://www.uni-hohenheim.de/rasenfachstelle/pdf/aprojekt/2010_01_EJTS_Microclover.pdf) (02.12.2012)

DIN 18035-4 (2012): Sportplätze - Teil 4: Rasenflächen; Normausschuss Bauwesen, Berlin.

Dyckmans A. (1986): Die Bedeutung des Weissklee (*Trifolium repens* L.) im Dauergrünland- Sein Beitrag zur Ertragsleistung und Stickstoffversorgung bei abgestuft intensiver Nutzung. Diss., Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft. Universität Hohenheim.

EIJKELKAMP AGRISEARCH EQUIPMENT [Hrg.] (2012): Gebrauchsanweisung

URL: <http://www.eijkelkamp.com/files/media/Gebruiksaanwijzingen/EN/m1-0615saepenetrologger.pdf> (15.11.2012)

Florineth F. (2012): Pflanzen statt Beton - Sichern und Gestalten mit Pflanzen. Parzer Verlag, Berlin - Hannover.

Florineth F., Krennwallner B., Spreitzer V., (2012): Studienblätter zum Saatgutbestimmungspraktikum, Studienjahr 2011/2012 Universität für Bodenkultur Wien.

Fauler H. (1997): Tritt- und Schnittfestigkeitsversuche an ausgewählten Kräutern in Reinsaat. Diplomarbeit am Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie. Universität für Bodenkultur Wien.

Holzinger, B. (2011): Scherfestigkeitsuntersuchungen auf Naturrasen-Sportplätze. Masterarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau. Universität für Bodenkultur Wien.

Holzinger B., Henle W., Schneider H., Florineth F., Claupein W. (2011): Scherfestigkeitsuntersuchungen auf Naturrasen-Sportplätzen. In: European Journal of Turfgrass Science, Jahrgang 42- Heft 01/11. Deutsche Rasengesellschaft e.V., Bonn.

Müller-Beck K.G. (1977): Sprtplätze aus der Sicht des Bodenaufbaues und der Pflanzenbestandes. Institut für Pflanzenbau. Diss., Universität Bonn.

Nonn, H. (1988): Bodenphysikalische, bodenchemische und vegetationskundliche Eigenschaften von Rasensportplätzen in „bodennahen Bauweisen“. Diss., Hohe Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich- Wilhelms- Universität zu Bonn.

Nösberger J., von Boberfeld W.O. (1986): Grundfutterproduktion. Paul Parey. Berlin und Hamburg.

ÖNORM B 2606-1 (2009): Sportplatzbeläge, Teil 1: Naturrasen, Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Pressestelle: Deutscher Wetterdienst [Hrg.] (2011): Deutschlandwetter im November 2011.

URL: [http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=dwdwww\\_menu2\\_presse&T98029gsbDocumentPath=Content%2FPresse%2FPressemitteilungen%2F2011%2F20111130\\_DeutschlandwetterimNovember2011\\_\\_news.html](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_menu2_presse&T98029gsbDocumentPath=Content%2FPresse%2FPressemitteilungen%2F2011%2F20111130_DeutschlandwetterimNovember2011__news.html) (02.12.2012)

Pommer G. (2012): Beratungsunterlagen für den ökologischen Landbau, Fruchtfolgebedingte Krankheiten von Leguminosen im ökologischen Landbau.

URL: [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/merkblaetter\\_url\\_1\\_52.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/merkblaetter_url_1_52.pdf) (02.12.2012)

Reichenauer B. (2000): Untersuchungen zur Schnitt- und Trittresistenz von Blumenrasenmischungen und Kräuterreinsaten. Diplomarbeit am Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie. Universität für Bodenkultur Wien.

Schmidt U. (1979): Untersuchungen zur Bestimmung der Oberflächenscherfestigkeit von Rasensportplätzen unter besonderer Berücksichtigung der Rasendecke, Tragschichtgemische, Gerüstbau- und Zuschlagstoffe. Diss., Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Universität Hannover.

Skirde W. (1970): Bodenaufbau und Rasendecke bei Sportplatzanlagen. In: Sport- Freizeit- Badeanlagen vom Bund Deutscher Garten- und Landschaftsarchitekten e.V., Band 10, Callwey. München: S. 30-34.

Stoffel S. (1997): Überwinterungsfähigkeit und Frühjahrswachstum von Weißklee (*Trifolium repens* L.) im Gemenge mit Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.). Diss., Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau. Technische Universität München.

Suter D. (2006): Neue Sorten von Weissklee und Straussgräsern geprüft.

URL: [http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ch\\_her\\_06\\_pub\\_9287\\_d.pdf](http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ch_her_06_pub_9287_d.pdf) (02.12.2012)

Taylor N.L., Quesenberry K.H. (1996): Red Clover Science. Kluwer Academic. Dordrechte/Boston/London.

Tobias S. (1991): Bautechnisch nutzbare Verbundfestigkeit von Boden und Wurzeln. Diss., ETH Zürich.

Wetterstation Raasdorf (2011/12): Klimadaten von August 2011- September 2012.

URL: <http://www.dnw.boku.ac.at/5751.html> (15.10.2012)

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik [Hrg.] (2012): Klimadaten, Mittelwerte (1971-2000) der Wetterstation Innere Stadt (Wien).

URL: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/aktuell> (01.11.2012)

## 12 Abkürzungsverzeichnis

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| %                 | Prozent                           |
| Abb.              | Abbildung                         |
| bzw.              | beziehungsweise                   |
| °C                | Celsius                           |
| C/N               | Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis |
| ca.               | circa                             |
| Diagr.            | Diagramm                          |
| dm <sup>2</sup>   | Dezimeter                         |
| et al.            | und andere                        |
| ff.               | folgende                          |
| kN/m <sup>2</sup> | Kilonewton pro Quadratmeter       |
| Kv                | Kleevorkommen                     |
| m                 | Meter                             |
| m <sup>2</sup>    | Meter zum Quadrat                 |
| mm                | Millimeter                        |
| MPa               | Megapascal                        |
| N <sub>2</sub>    | Stickstoff                        |
| Pz                | Parzelle                          |
| S.                | Seite                             |
| Sm                | Saatgutmischung                   |
| Tab.              | Tabelle                           |
| vgl.              | vergleiche                        |

## 13 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Versuchsgarten Essling, Übersicht Wien (aus Google Maps)
- Abb. 2: Versuchsgarten Essling in Wien (aus Google Maps)
- Abb. 4: Versuchsfläche Wien-Essling, August 2011 (Viorica Spreitzer)
- Abb. 5: Versuchsfläche Wien- Essling, August 2011 (Viorica Spreitzer)
- Abb. 5: Aufbau der Versuchsfläche Wien-Essling 2011 (Yves Vennewald)
- Abb. 6: Versuchsfläche Wien-Essling, August 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 7: Versuchsfläche Wien-Essling, Oktober 2011 (Viorica Spreitzer)
- Abb. 8: Samen *Poa pratensis* (Saatgutbestimmungspraktikum, Prof. Florin Florineth)
- Abb. 9: Samen *Lolium perenne* (Saatgutbestimmungspraktikum, Prof. Florin Florineth)
- Abb. 10: Samen *Festuca rubra* (Saatgutbestimmungspraktikum, Prof. Florin Florineth)
- Abb. 11: *Trifolium repens* (Viorica Spreitzer)
- Abb. 12: Morphologie *Trifolium repens* (Yves Vennewald)
- Abb. 13: Samen *Trifolium repens* (Saatgutbestimmungspraktikum, Prof. Florin Florineth)
- Abb. 14: Samen *Prunella vulgaris* (Saatgutbestimmungspraktikum, Prof. Florin Florineth)
- Abb. 15: Verwendeter Keimfähigkeitszettel für die Auszählung im Labor der Universität für Bodenkultur Wien, Mai 2011 (Studienblätter zum Saatgutbestimmungspraktikum)
- Abb. 16: Flügelsonde (Yves Vennewald)
- Abb. 17: Flügelkreuz der Sonde, 40 x 10 mm (Yves Vennewald)
- Abb. 18: Frequenzrahmen, 1 x 1 m (Viorica Spreitzer)
- Abb. 19: Penetrolloger der Firma EIJKELKAMP AGRISEARCH EQUIPMENT (Yves Vennewald)
- Abb. 20: Penetrolloger in Gebrauch (Yves Vennewald)
- Abb. 21: Bodenbohrer (Yves Vennewald)
- Abb. 22: Übersichtsplan; Saatgutmischung 1, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 23: Übersichtsplan; Saatgutmischung 2, Versuchsfläche Wien-Essling,

- 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 24: Übersichtsplan; Saatgutmischung 3, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 25: Übersichtsplan; Saatgutmischung 4, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 26: Übersichtsplan; Saatgutmischung 5, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 27: Übersichtsplan; Saatgutmischung 6, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 28: Rasenfilz aus der Versuchsfläche mit Wurzelzone Wien-Essling, 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 29: Saatgutmischung 5, Herbstaspekt, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 30: Weißklee-vorkommen, dichte Nestbildung, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 31: Weißklee-vorkommen; dicht zwischen den Rasengräsern, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 32: Weißklee-vorkommen, vereinzelt zwischen den Rasengräsern, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 33: Weißklee-vorkommen Saatgutmischung 1 und 6, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 34: Weißklee-vorkommen Saatgutmischung 2 und 4, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012 (Yves Vennewald)
- Abb. 35: Weißklee-vorkommen Saatgutmischung 3 und 5, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012 (Yves Vennewald)

## 14 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Vergleich der monatlichen Durchschnittstemperatur 2011/12 (meteorologischen Station in Großenzersdorf) mit 30-jährigen Monatsmittelwerten (meteorologischen Station: Wien innere Stadt)
- Tab. 2: Niederschlagssumme 2011/12 (meteorologischen Station in Großenzersdorf) im Vergleich mit 30-jährigen Monatsmittelwerten (meteorologischen Station: Wien innere Stadt)
- Tab. 3: Auszählungszeitpunkt der einzelnen Samenarten im Labor der Universität für Bodenkultur Wien, Mai 2011
- Tab. 4: Keimfähigkeit der einzelnen Arten bei der Erstauszählung und bei der Endauszählung im Labor der Universität für Bodenkultur Wien, Mai 2011
- Tab. 5: Vergleich Scherfestigkeit mit Bodendichte Saatgutmischung 1, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Tab. 6: Klee-vorkommen; Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, alle Saatgutmischungen, Wien-Essling, September 2012
- Tab. 7: Klee-vorkommen; Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, alle Saatgutmischungen, Wien-Essling, September 2012
- Tab. 8: Klee-vorkommen; Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

## 15 Diagrammverzeichnis

- Diagr. 1: Auszählung der Keimlinge *Lolium perenne* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011
- Diagr. 2: Auszählung der Keimlinge *Poa pratensis* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011
- Diagr. 3: Auszählung der Keimlinge *Festuca rubra* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011
- Diagr. 4: Auszählung der Keimlinge *Prunella vulgaris* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011
- Diagr. 5: Auszählung der Keimlinge *Trifolium repens* im Labor der Universität für Bodenkultur, Mai 2011
- Diagr. 6: Eindringwiderstand Saatgutmischung 1, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 7: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 1, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 8: Deckungsgrad, Saatgutmischung 1, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 9: Kleevorkommen, Saatgutmischung 1, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 10: Bodendichte, Saatgutmischung 1, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 11: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 1, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 12: Deckungsgrad, Saatgutmischung 1, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 13: Kleevorkommen, Saatgutmischung 1, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 14: Bodendichte, Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 15: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 16: Deckungsgrad, Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt, Versuchs-

- fläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 17: Klee-vorkommen, Saatgutmischung 1, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 18: Bodendichte, Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, Juni 2012
- Diagr. 19: Oberbodenscherfestigkeit 4 cm Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 20: Bodenscherfestigkeit, 4-8 cm Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling 2012
- Diagr. 21: Deckungsgrad, Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 22: Klee-vorkommen, Saatgutmischung 1, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 23: Bodendichte, Saatgutmischung 2, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 24: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 2, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 25: Deckungsgrad, Saatgutmischung 2, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 26: Klee-vorkommen, Saatgutmischung 2, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 27: Bodendichte, Saatgutmischung 2, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 28: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 2, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 29: Deckungsgrad, Saatgutmischung 2, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 30: Klee-vorkommen, Saatgutmischung 2, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 31: Bodendichte, Saatgutmischung 2, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 32: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 2, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 33: Deckungsgrad, Saatgutmischung 2, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
-

- Diagr. 34: Kleevorkommen, Saatgutmischung 2, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 35: Bodendichte, Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, Juni 2012
- Diagr. 36: Oberbodenscherfestigkeit 4 cm Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 37: Bodenscherfestigkeit, 4-8 cm Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 38: Deckungsgrad, Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, Juni 2012
- Diagr. 39: Kleevorkommen, Saatgutmischung 2, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, Juni 2012
- Diagr. 40: Bodendichte, Saatgutmischung 3, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 41: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 3, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 42: Deckungsgrad, Saatgutmischung 3, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 43: Kleevorkommen, Saatgutmischung 3, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 44: Bodendichte, Saatgutmischung 3, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 45: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 3, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 46: Deckungsgrad, Saatgutmischung 3, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 47: Kleevorkommen, Saatgutmischung 3, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 48: Bodendichte, Saatgutmischung 3, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 49: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 3, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 50: Deckungsgrad, Saatgutmischung 3, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 51: Kleevorkommen, Saatgutmischung 3, zweimal bewalzt, Versuchs-

- fläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 52: Bodendichte, Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, Juni 2012
- Diagr. 53: Oberbodenscherfestigkeit 4 cm Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 54: Bodenscherfestigkeit, 4-8 cm Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 55: Deckungsgrad, Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 56: Kleevorkommen, Saatgutmischung 3, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 57: Bodendichte, Saatgutmischung 4, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 58: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 4, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 59: Deckungsgrad, Saatgutmischung 4, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 60: Kleevorkommen, Saatgutmischung 4, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 61: Bodendichte, Saatgutmischung 4, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 62: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 4, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 63: Deckungsgrad, Saatgutmischung 4, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 64: Kleevorkommen, Saatgutmischung 4, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 65: Bodendichte, Saatgutmischung 4, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 66: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 4, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 67: Deckungsgrad, Saatgutmischung 4, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 68: Kleevorkommen, Saatgutmischung 4, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
-

- Diagr. 69: Bodendichte, Saatgutmischung 4, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, Juni 2012
- Diagr. 70: Oberbodenscherfestigkeit 4 cm Saatgutmischung 4, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 71: Bodenscherfestigkeit, 4-8 cm Saatgutmischung 4, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 72: Deckungsgrad, Saatgutmischung 4, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 73: Klee-vorkommen, Saatgutmischung 4, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 74: Bodendichte, Saatgutmischung 5, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 75: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 5, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 76: Deckungsgrad, Saatgutmischung 5, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 77: Klee-vorkommen, Saatgutmischung 5, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 78: Bodendichte, Saatgutmischung 5, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 79: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 5, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 80: Deckungsgrad, Saatgutmischung 5, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 81: Klee-vorkommen, Saatgutmischung 5, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 82: Bodendichte, Saatgutmischung 5, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 83: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 5, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 84: Deckungsgrad, Saatgutmischung 5, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 85: Klee-vorkommen, Saatgutmischung 5, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 86: Bodendichte, Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Ver
-

- suchsfläche Wien-Essling, Juni 2012
- Diagr. 87: Oberbodenscherfestigkeit 4 cm Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 88: Bodenscherfestigkeit, 4-8 cm Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 89: Deckungsgrad, Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 90: Kleevorkommen, Saatgutmischung 5, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 91: Bodendichte, Saatgutmischung 6, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 92: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 6, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 93: Deckungsgrad, Saatgutmischung 6, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 94: Kleevorkommen, Saatgutmischung 6, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 95: Bodendichte, Saatgutmischung 6, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 96: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 6, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 97: Deckungsgrad, Saatgutmischung 6, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 98: Kleevorkommen, Saatgutmischung 6, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 99: Bodendichte, Saatgutmischung 6, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 100: Scherfestigkeit, Saatgutmischung 6, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 101: Deckungsgrad, Saatgutmischung 6, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 102: Kleevorkommen, Saatgutmischung 6, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 103: Bodendichte, Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, Juni 2012
-

- Diagr. 104: Oberbodenscherfestigkeit, 4 cm Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 105: Bodenscherfestigkeit, 4-8 cm Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 106: Deckungsgrad, Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 107: Kleevorkommen, Saatgutmischung 6, Vergleich 0x-1x-2x bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 108: Wurzelwachstum, alle Saatgutmischungen, Vergleich; 0x-1x-2x, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 109: Einfluss von Weißklee auf die Bodendichte, alle Saatgutmischungen, nicht bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 111: Einfluss von Weißklee auf die Bodendichte, alle Saatgutmischungen, einmal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 112: Einfluss von Weißklee auf die Bodendichte, alle Saatgutmischungen, zweimal bewalzt, Versuchsfläche Wien-Essling, 2012
- Diagr. 113: Oberbodenscherfestigkeit, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x Bewalzung, Mittelwerte, alle Saatgutmischungen, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012
- Diagr. 114: Bodenscherfestigkeit, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x Bewalzung, Mittelwerte, alle Saatgutmischungen, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012
- Diagr. 115: Deckungsgrad, Vergleich zwischen 0x, 1x und 2x Bewalzung, Mittelwerte, alle Saatgutmischungen, Versuchsfläche Wien-Essling, September 2012

## 16 Anhang

Die Tabellen der Aufnahmen von Mai bis September befinden sich auf der beiliegenden CD-ROM.