



Bundesamt für Wasserwirtschaft,
Institut für Kulturtechnik
und Bodenwasserhaushalt



Universität für Bodenkultur Wien

Evaluierung der Auswirkung unterschiedlicher Bearbeitungsverfahren und Winterbegrünungen auf den Bedeckungsgrad von Böden

Masterarbeit

Verfasser: Johannes Kamptner

**Betreuer: Ao. Univ.Prof. DI Dr. Peter Liebhard
DI Dr. Peter Strauss**

Wien, am 11.2.2014

DANKSAGUNG

Ich bedanke mich sehr herzlich bei Dr. Peter Strauss vom Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW) für seine im höchsten Maß motivierende und kompetente Unterstützung bei der Durchführung des Versuches und dem Erstellen der Masterarbeit. Er war stets offen für neue Ideen und half mir bei jedem noch so kleinen Problem. Durch die Zusammenarbeit konnte ich sehr viel lernen und interessante Erfahrungen sammeln.

Ein großer Dank gilt auch Mag. Thomas Bauer (BAW) für sein großes Engagement und die Unterstützung bei der Durchführung des Versuches, der Auswertung der erstellten Fotos und der Interpretation der Daten. Bei meinem Betreuer Prof. Dr. Peter Liebhard möchte ich mich für seine Unterstützung bei der Erstellung meiner Masterarbeit, aber auch für die anspruchsvollen Vorlesungen und Übungen während meines Studiums bedanken.

Meiner Frau Edith, möchte ich für die spannenden Gespräche und Diskussionen während der Ausarbeitung unserer Masterarbeiten danken. Besonders bedanken darf ich mich bei ihr für das Korrekturlesen meiner Arbeit.

Beim gesamten Team des BAW Petzenkirchen bedanke ich mich für die Unterstützung.

Mein Dank gilt auch dem Ingenieurbüro wpa Beratende Ingenieure in Wien. Hervorheben möchte ich Fr. DI Christine Weinberger für ihre tatkräftige und fachliche Mithilfe bei der Durchführung des Versuches. Sie organisierte und betreute die Versuchsstandorte in Heidenreichstein, Hasendorf, Schönabrunn, Rohrau, Waidhofen a.d.T. und Güssing. Herzlichen Dank.

Bedanken möchte ich mich bei DI Thomas Wallner und DI Christian Reichinger von der Oberösterreichischen Wasserschutzberatung für ihre Unterstützung.

Besonders bedanken darf ich mich bei Fam. Reindl aus Bad Hall, Fam. Kastenhuber aus Bad Wimsbach und Fam. Obermayr aus Edt bei Lambach, die mir durch ihre tatkräftige Hilfe ermöglicht haben, auf ihren Feldern mit den betriebseigenen Maschinen und Geräten die Erhebungen durchzuführen, auch bei Fam. Grubauer aus Hötzlisdorf und Fam. Ableitinger aus Meislsdorf bedanke ich mich sehr herzlich. Sie ermöglichten mir, auf ihren Feldern und mit ihren betrieblichen Maschinen und Geräten mehrere Versuche durchzuführen.

Meinen Eltern Gabriele und Wolfgang gebührt mein größter Dank. Sie gaben mir stets die Möglichkeit meine Ideen zu verwirklichen und haben mich bei allen Vorhaben sowie bei meinem Studium bestens unterstützt. Vielen Dank!

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	1
1.1	DEFINITION MULCHSAAT	3
1.2	ZIELSETZUNG	6
1.3	BESTIMMUNG DES BODENBEDECKUNGSGRADES	6
2	ARBEITSHYPOTHESEN	9
2.1	BODENBEARBEITUNG	9
2.2	ORGANISCHE MASSE	9
2.3	BODENART	9
3	MATERIAL UND METHODEN	10
3.1	OBIA – METHODE (BAUER & STRAUSS, 2013)	10
3.2	STANDORTE	17
3.2.1	<i>Charakterisierung der Standorte</i>	18
3.2.2	<i>Auswahl Bodenbearbeitungsgeräte</i>	27
3.2.3	<i>Erhebung der Biomasse und der Bodenart</i>	28
3.3	VERSUCHSANORDNUNG	29
3.4	DURCHFÜHRUNG DES VERSUCHES	32
3.4.1	<i>Exemplarische Versuchsbeschreibung</i>	32
3.5	STATISTISCHE AUSWERTUNG	36
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	37
4.1	EINFLUSS DER OBERIRDISCHEN BIOMASSE AUF DEN BEDECKUNGSGRAD	37
4.1.1	<i>Einfluss des Biomasseaufwuchses auf den Bedeckungsgrad vor und nach der Bodenbearbeitung</i>	38
4.2	EINFLUSS DES BEDECKUNGSGRADES VOR DER BODENBEARBEITUNG AUF DEN BEDECKUNGSGRAD NACH DER BODENBEARBEITUNG	40
4.3	EINFLUSS DER BODENART AUF DEN BEDECKUNGSGRAD NACH DER BODENBEARBEITUNG	41
4.4	BEARBEITUNGSGERÄT	43
4.4.1	<i>Einfluss der Bearbeitungsgeräte auf die Bodenbedeckung nach der Bearbeitung</i>	43
4.4.2	<i>Einfluss der Anzahl der Überfahrten auf die Bodenbedeckung nach der Bearbeitung</i>	49
4.4.3	<i>Einfluss der Bearbeitungstiefe – Bodenbedeckung nach der Bearbeitung</i>	52
4.4.4	<i>Änderung der Bodenbedeckung durch die Kreiselegge</i>	60
4.5	SPEZIALGERÄTE	64
4.5.1	<i>Einfluss der sekundären Bodenbearbeitungsgeräte auf die Bodenbedeckung</i>	65
4.6	EINFLUSS DER BEARBEITUNGSGESCHWINDIGKEIT	67
4.7	BEWERTUNG DER ARBEITSHYPOTHESEN	67

5	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	69
6	TABELLENVERZEICHNIS.....	72
7	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	74
8	LITERATURVERZEICHNIS	76
9	ANHANG	80

Kurzfassung

Das BAW Petzenkirchen (STRAUSS P. , 2013) führte in den Jahren 2012/2013 eine Evaluierungsstudie der ÖPUL Maßnahmen "Begrünung von Ackerflächen" und "Mulch- und Direktsaat" durch. Die 146 untersuchten Schläge ergaben einen durchschnittlichen Bedeckungsgrad von 12 %. Der vielfach in der Literatur als erosionsmindernd definierte Wert von mind. 30 % Bodenbedeckung wurde auf keinem Schlag erreicht. Die erhobenen Bedeckungsgrade reichen von 1 % bis 31 % Bodenbedeckung. Welche Faktoren diese hohe Streuung verursachen, wird in dieser Masterarbeit geklärt.

Dazu wurde die neue OBIA – Methode (BAUER & STRAUSS, 2013) zur Analyse des Bedeckungsgrades angewandt. Diese Methode erlaubt es, eine hohe Anzahl von Fotos genau und effizient hinsichtlich des Bedeckungsgrades durch Pflanzenreste mit dem PC zu analysieren.

Um zu klären, wie die großen Unterschiede im Bedeckungsgrad entstehen, werden die Faktoren Bearbeitungsgerät (Grubber, Kreiselegge, Feingrubber und Scheibenegge), Arbeitstiefe, Anzahl der Überfahrten, Bodenart und oberirdische Biomasse auf 12 Standorten in den Gebieten mit den höchsten Anteilen an Hackfrüchten in Österreich untersucht. Zu diesem Zweck wurden von jeder Bearbeitungsvariante je Standort 5 Fotos, jeweils vor und nach der Bodenbearbeitung, aufgenommen, mit der OBIA – Methode analysiert und statistisch ausgewertet.

Es zeigte sich, dass die oberirdisch vorhandene Biomasse nur einen geringen Einfluss auf den Bedeckungsgrad nach der Bodenbearbeitung aufweist. Die angeführten Literaturquellen stellen aber mehrfach fest, dass ein enger Zusammenhang zwischen Biomasse und Bedeckungsgrad nach erfolgter Bearbeitung besteht.

Die Textur, die absoluten Sand-, Ton-, und Schluffgehalte haben nur einen geringen Einfluss auf den Bedeckungsgrad. Böden mit tendenziell höheren Schluffgehalten (>55 %) weisen, unabhängig von der oberirdischen Biomasse und der Bearbeitung, signifikant geringere Bedeckungsgrade auf.

Bei der Beurteilung der unterschiedlichen Bearbeitungsgeräte, im Frühjahr, hinterließ der Feingrubber die höchsten Bedeckungsgrade mit durchschnittlich 18,8 %.

Die Scheibenegge reduziert durch ihre wendende Bodenbearbeitung den Bedeckungsgrad am stärksten auf durchschnittlich 10,1 %. Der Grubbereinsatz beließ den Boden mit 11,7 % bedeckt. Die Kreiselegge erzielte mit 15,9 % Bodenbedeckung bei seichter Arbeitstiefe hohe Bedeckungsgrade. Bei tieferer Arbeitstiefe reduzierte sie die Bodenbedeckung ähnlich stark wie der Grubber oder die Scheibenegge.

Generell führt eine Erhöhung der Arbeitstiefe zu einer Reduktion des Bedeckungsgrades. Vor allem beim Grubber weist die Bearbeitungstiefe einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad auf. Auch bei der Scheibenegge führt eine Erhöhung der Arbeitstiefe zu einer Reduktion des Bedeckungsgrades. Die Anzahl an Überfahrten, bei sonst gleichen Umständen, hat keinen Einfluss auf den Bedeckungsgrad. Da die Bodenart nicht beeinflusst werden kann, ist es daher notwendig, bei der Bodenbearbeitung den Fokus auf die Wahl des Arbeitsgerätes, die Arbeitstiefe und die oberirdischen Biomasse zu legen.

Abstract

An evaluation study by BAW Petzenkirchen (STRAUSS P. , 2013) in the years 2012 and 2013 came to the result that on fields where the ÖPUL measure “Begrünung von Ackerflächen” and the measure “Mulch- und Direktsaat” had been applied, a mean value of 12 % of the surface was covered with plant residues. The value of 30 % coverage which is stated in literature could not be achieved on almost any field. The actual measured values reach from 1 to 31 %. The influencing factors for this wide spreading should be investigated in this master thesis.

To measure soil coverage values, the recently developed OBIA – method (BAUER & STRAUSS, 2013) will be used. This method enables to rapidly analyse the soil coverage by plants and plant residues. To investigate the reasons behind the big differences in soil cover, the factors tillage implement (cultivator, rotor tiller, chisel plow and disk tiller), working depth, number of passes, soil type and surface biomass were tested at 17 locations in Austria. For this purpose 5 photos of each tillage treatment on each location were taken, analysed with the OBIA – method and statistically interpreted.

The results showed that the amount of biomass on the soil surface prior to tillage had no influence on the soil coverage after tillage. In contrast to this result, a number of papers show that a relationship between biomass and soil coverage after tillage exists.

The absolute amounts of silt, clay and sand seem to have just a little influence on the coverage by plant residues. Independent of biomass amounts, soils with high (>55 %) amounts of silt exhibit lower soil coverage than soils with lower silt content, when compared within the same tillage treatment.

The analyses of the implements showed that chisel plow resulted in the highest mean percentage of soil covered (18,8 %). The disk tiller flips the soil and reduced the coverage to a mean percentage of 10,1 %. The cultivator left 11,7 % of the soil surface covered. If the rotor tiller was used with a shallow working depth, it maintained a rather high mean cover percentage of 15,9 %. Increasing the working depth of the rotor tiller lowered the soil coverage to the same level as the cultivator or the disk tiller.

Generally an increase in working depth led to a decrease of soil covered by plant residues, especially when it came to the cultivator and the disk tiller. The number of passes over the field with the same implement at the same working depth had no influence on the soil coverage.

Soil type cannot be influenced by the farmer, to prevent erosion. Therefore, at spring tillage the focus should be laid on the choice of the tillage implement, the working depth and the amount of biomass on the soil surface.

1 Einleitung und Zielsetzung

Mit dem Ziel einer umweltschonenden Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen hat Österreich im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union das österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft, kurz ÖPUL, etabliert. Um dieses Ziel zu erreichen, werden verschiedenste Maßnahmen angeboten. Landwirte, die an entsprechenden Maßnahmen freiwillig teilnehmen, erhalten bei Einhaltung der in der Maßnahme vorgesehenen Bewirtschaftungsweise eine entsprechende Ausgleichszahlung.

Eine dieser Maßnahmen lautet "Mulch- und Direktsaat" und verfolgt zwei Ziele (BMLFUW, ÖPUL 2007, 2010):

- Reduktion des Nährstoffaustrages in Oberflächengewässer
- Schutz des Bodens vor Wind- und Wassererosion.

Um als Landwirt an dieser Maßnahme teilnehmen zu können, muss auch an der Maßnahme "Begrünung von Ackerflächen" teilgenommen werden. Eine maximal vierwöchige Pause zwischen der ersten Bearbeitung und der Ansaat der Folgekultur ist zulässig. Eine wendende Bodenbearbeitung wie z.B. mit dem Pflug ist nicht vorgesehen (BMLFUW, ÖPUL 2007, 2010). Im Jahr 2011 haben Betriebe mit einer Gesamtfläche von 139.851 ha an der Maßnahme "Mulch und Direktsaat" teilgenommen. Dies sind rund 10 % des 1,354.360 ha umfassenden Ackerlandes in Österreich. Bezogen auf die Fläche, auf der Hackfrüchte und Sommerungen kultiviert werden (546.491 ha), beträgt der Anteil an Mulchsaat ca. 26 % (BMLFUW, GRÜNER BERICHT 2012, 2012).

Das Ziel "Reduktion des Nährstoffaustrages in Oberflächengewässer" kann durch die Maßnahme "Begrünung von Ackerflächen" erreicht werden (LIEBHARD, 2005). Ob die Maßnahme "Mulch und Direktsaat" das Ziel "Schutz des Bodens vor Wind- und Wassererosion" erreichen kann, wurde bereits 2003 in einem Forschungsprojekt des Umweltbundesamtes, der Universität für Bodenkultur und des Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt des Bundesamtes für Wasserwirtschaft (BAW Petzenkirchen) untersucht.

Im Rahmen einer Literaturrecherche und einer Erosions-Modellrechnung konnte festgestellt werden, dass Erosionsschutzmaßnahmen des ÖPUL Programmes 2000 die Erosion um 76 % (Median) im Vergleich zu konventioneller Bodenbearbeitung verringern können. Bei der konventionellen Bodenbearbeitung wurde eine wendende Bodenbearbeitung unterstellt (STRAUSS, ET AL., 2003).

1.1 Definition Mulchsaat

“Es gibt leider noch keine einheitliche Systematik der Bodenbearbeitung, welche sowohl die Wirkungen auf den Boden als auch die eingesetzte Technik ausreichend erkennen lässt“ (BOXBERGER, 2011). LIEBHARD (2010) unterteilt die Bodenbearbeitung in die in Tabelle 1 aufgelisteten Systeme.

Tabelle 1: Bodenbearbeitungssysteme (modifiziert nach LIEBHARD, 2010)

Bodenbearbeitungssystem	Verfahrensschritte
Konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug	<ul style="list-style-type: none"> • vor jeder Hauptfrucht wendende Bearbeitung auf Krumentiefe mit dem Pflug • organische Masse wird vollständig vergraben • vor der Saat erfolgt eine Saatbettbereitung auf Saatgutablagertiefe
Alternative Bodenbearbeitung ohne Pflug	<ul style="list-style-type: none"> • vor jeder Hauptfrucht flächendeckende (wühlende) Bodenbearbeitung bis zu 20 cm Tiefe, meist mit dem Grubber • ev. flache Saatbettbereitung mit gezogenen oder rotierenden Geräten • ein geringer Teil der organischen Masse (Ernterückstände und/oder Rückstände der Zwischenfrucht) verbleibt auf der Oberfläche
Minimale Bodenbearbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • vor jeder Hauptfrucht flächendeckende (wühlende) Bodenbearbeitung bis zu 10 cm Tiefe, meist mit dem Grubber • ev. flache Saatbettbereitung mit gezogenen oder rotierenden Geräten • Saat erfolgt als Mulchsaat (Direktsaat) • ein großer Teil der organischen Masse (Ernterückstände und/oder Rückstände der Zwischenfrucht) verbleibt auf der Oberfläche
Direktsaat im System	<ul style="list-style-type: none"> • es wird keine Bodenbearbeitung durchgeführt • bei der Saat wird der Boden nur in der Saatreihe auf Saattiefe geöffnet • die gesamte organische Masse bleibt auf der Oberfläche
Kombiniert-integrierte Bodenbearbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • innerhalb einer gesamten Fruchtfolgerotation wird nur einmal auf Krumentiefe mit dem Pflug gewendet • ansonsten wird die minimale Bodenbearbeitung eingesetzt • Saat erfolgt meist als Mulchsaat

Die Mulchsaat kann in zwei Verfahren unterteilt werden (BUCHNER & KÖLLER, 1990):

- Mulchsaat mit Saatbettbereitung: Saat in ganzflächig oder streifenweise eingearbeitete Pflanzenrestdecke
- Mulchsaat ohne Saatbettbereitung: Saat in unbearbeitete, abgefrorene oder chemisch behandelte Pflanzenrestdecke

Die Mulchsaat kann bei allen in Tabelle 1 erwähnten Bodenbearbeitungssystemen, außer dem System konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug, eingesetzt werden. In Bezug auf die Wirkung der Mulchsaat auf die Qualität des Erosionsschutzes ist eine Definition nach der Art der Bodenbearbeitung und der Aussaat nicht ausreichend, weil der relative Bodenabtrag sich mit zunehmender Bodenbedeckung durch Mulch ändert (Abbildung 1).

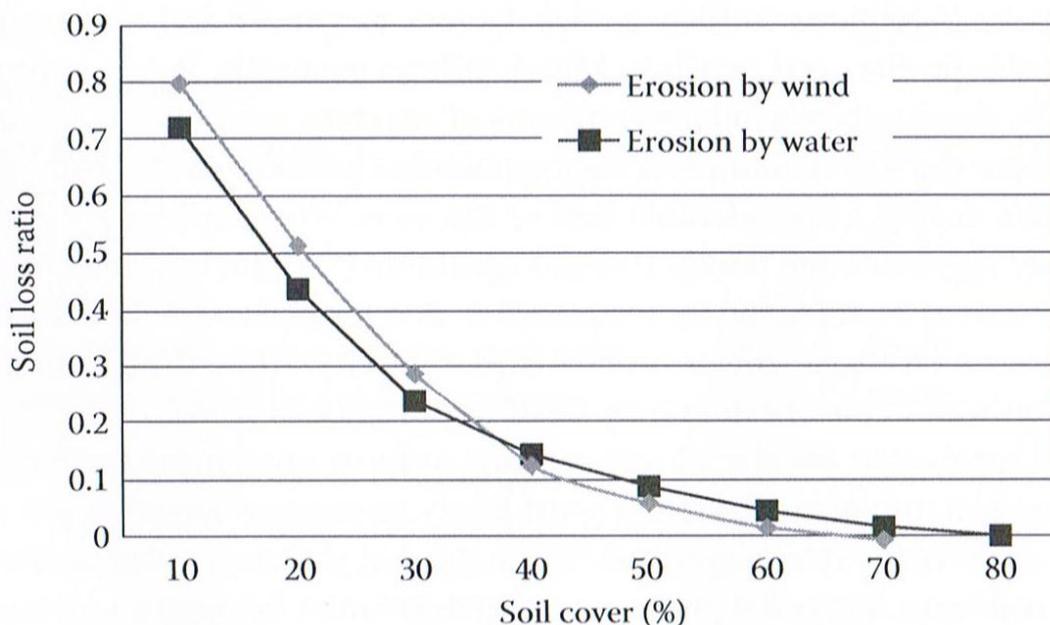


Abbildung 1: Änderung des relativen Bodenabtrags in Abhängigkeit der Bodenbedeckung mit Mulch (UNGER, ET AL., 2012)

Häufig stellt sich die Frage, welcher Bedeckungsgrad bei gegebener Zielerfüllung des optimalen Erosionsschutzes und optimaler Bewirtschaftbarkeit anzustreben ist. Ein sehr niedriger Bodenbedeckungsgrad verursacht einen sehr hohen Bodenabtrag (MARQUES, ET AL., 2007), ein sehr hoher Bodenbedeckungsgrad kann allerdings zu Deformationen des Keimlings führen (KREITMAYR, 2004). Daher teilt KREITMAYR (2004) die Bedeckungsgrade mit Mulch in drei Bereiche, dargestellt in Tabelle 2, ein.

Tabelle 2: Änderung des Bodenabtrags durch die Mulchauflage (modifiziert nach KREITMAYR, 2004 u. UNGER, ET AL., 2012)

Bedeckungsgrad	Reduzierung des relativen Bodenabtrags⁺
Minimalbedeckung < 10 %	ca. -30 % Bodenabtrag
Optimalbedeckung ca. 30 %	ca. -75 % Bodenabtrag
Maximalbedeckung > 50 %	ca. -90 % Bodenabtrag

⁺ ... bezogen auf Wasserosion

Ein Bedeckungsgrad von 30 % und mehr gilt in den USA auch als Richtwert für die Konservierende Bodenbearbeitung (JOHNSON, 1988). Scheffer und Schachtschabel (SCHEFFER, ET AL., 2010) bezeichnen 30 – 50 % Bodenbedeckung mit Mulchmaterial als meistens ausreichend, um den Boden vor Erosion zu schützen.

Im Zuge einer Evaluierungsstudie hat das BAW Petzenkirchen (STRAUSS P., 2013) in den Jahren 2012 und 2013 eine Felderhebung durchgeführt, um den Bedeckungsgrad des Bodens mit organischem Material nach der Aussaat von Hackfrüchten in Österreich zu erfassen. Dazu wurde der Grad der Bodenbedeckung von 146 Schlägen mit abfrostenden Zwischenfrüchten, auf denen die ÖPUL Maßnahme "Mulch und Direktsaat" beantragt war, vor und nach der Saat bzw. der Saatbettbereitung ausgewertet.

Dabei zeigte sich, dass im Durchschnitt der Jahre 2012 und 2013 ein Bedeckungsgrad von 12 % vorlag (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Durchschnittliche Bodenbedeckung 2012/2013 (STRAUSS P., 2013)

Jahr	Anzahl der Schläge	Bodenbedeckung in %		
		Minimum	Mittelwert	Maximum
2012	83	6 %	15 % ± 5,4 %	31 %
2013	63	1 %	8 % ± 3,8 %	27 %
Summe	146	1 %	12 % ± 5,7 %	31 %

Bei einem Bedeckungsgrad von 12 % kann der relative Bodenabtrag theoretisch um ca. 25 % gemindert werden. Jedoch haben HÖSL UND STRAUSS (2013) festgestellt, dass geringe Bedeckungsgrade mit Mulchmaterial, im Vergleich zu einem gepflügten Boden ohne jegliche Bodenbedeckung, sogar zu einem höheren Oberflächenabfluss und Bodenabtrag führen können.

„Eine Erklärung für dieses Verhalten wäre, dass durch die Tiefenlockerung des Bodens durch Pflügen mehr Beregnungswasser infiltrieren konnte, als bei seicht bearbeiteten Mulchsaatvarianten, ...“ (HÖSL & STRAUSS, 2014). Mulchsaatvarianten mit höheren Bedeckungsgraden wiesen einen wesentlich geringeren Oberflächenabfluss und Bodenabtrag als die gepflügte Variante auf (HÖSL & STRAUSS, 2014). Dies bestätigt ebenfalls den zuvor erwähnten Bedeckungsgrad von mindestens 30 %, um eine erosionsmindernde Wirkung der Mulch- und Direktsaat zu erreichen. Einem Teil der LandwirtInnen gelingt dies, andererseits gibt es Schläge, auf denen trotz Mulch- und Direktsaat fast keine Bodenbedeckung nach der Bearbeitung vorliegt (Tabelle 3).

1.2 Zielsetzung

Um zu klären, welche Faktoren diese großen Unterschiede im Bedeckungsgrad bei der Anwendung von Mulch- und Direktsaat beeinflussen, werden folgende Einflussgrößen in dieser Arbeit untersucht:

- **Bearbeitungsgerät**
- **Bearbeitungstiefe**
- **Anzahl der Überfahrten**
- **Biomassemenge der Winterbegrünung**
- **Bodenbedeckung der Zwischenfrucht vor der Bodenbearbeitung**
- **Bodenart**

1.3 Bestimmung des Bodenbedeckungsgrades

Um die Auswirkungen der erwähnten Faktoren auf den Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung feststellen zu können, war es notwendig, eine Methode zu verwenden, die eine effiziente Analyse des Bedeckungsgrades ermöglicht. In der Praxis werden derzeit manuell-visuelle Methoden zur Feststellung des Bedeckungsgrades eingesetzt (PFORTE, ET AL., 2012).

Drei häufig eingesetzte Methoden zur Bestimmung des Bodenbedeckungsgrades sind die “line-transect“, “meterstick“ und die “photographic“ Methode (LAFLEN, ET AL., 1981). Bei der “line-transect“ Methode wird ein 15,24 m langes Seil quer zu den Pflanzenreihen auf den Boden gelegt, so dass das Seil bei einer Pflanzenreihe endet.

Im Seil befinden sich 100 Knoten mit einem Abstand von 15,24 cm. Befindet sich unter einem Ende eines Knoten ein Pflanzenrest, wird dieser gezählt.

Die "meterstick" Methode verfolgt einen ähnlichen Ansatz. Dabei wird ein 1 Meter langer Stab mit Zentimeterskala quer zu den Pflanzreihen auf den Boden gelegt, die Enden des Stabes berühren eine Reihe. Um den Bedeckungsgrad des Bodens mit Pflanzenresten zu ermitteln, wird die jeweilige Länge der Pflanzenreste unter dem Stab aufsummiert. Die "photographic" Methode ist technisch etwas aufwendiger. Es wird die Fläche zwischen zwei Reihen fotografiert. Das Foto wird auf einen, mit einem Gitternetz versehenen Bildschirm projiziert (Anm.: bei digitalen Fotos, wie sie heute üblich sind, kann mit einer Software ein Gitter über das Foto gelegt und das Foto am Bildschirm ausgewertet werden). Jede Kreuzung zweier Linien, unter der sich ein Pflanzenrest befindet, wird gezählt. Die Prozentzahl der gezählten Kreuzungen entspricht der Prozentzahl Bodenbedeckung (LAFLEN, ET AL., 1981).

Andere Methoden beruhen auf dem Vergleich des Standortes mit einer Referenzfläche, von welcher der Bedeckungsgrad bekannt ist (RIBEIRO, ET AL., 2011). Das Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (BRUNOTTE, S.A.) hat zu diesem Zweck einen Fächer mit Referenzfotos zur Bestimmung des Bodenbedeckungsgrades entwickelt (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: FAL Fächer zur Bestimmung der Bodenbedeckung (BRUNOTTE, S.A.)

Diese Methode reduziert den Zeitaufwand im Vergleich zu den Methoden “line-transect“, “meterstick“ und “photographic“ enorm. Eine exakte Abschätzung des Bedeckungsgrades ist aufgrund der sehr groben Abstufung in 10 %-Schritten und der sehr hohen Subjektivität allerdings nicht möglich.

Moderne Methoden beruhen auf computergestützter Analyse digitaler Bilder, wobei es zwei Ansätze gibt. Die Erhebung der Bodenbedeckung online, bei der sich die Kamera über den Boden bewegt, wurde von PFORTE, ET AL. (2012) in ihrem Prototyp umgesetzt. Dieser Ansatz produziert gute Ergebnisse, weist aber die Nachteile hoher technischer Komplexität und Kosten auf. Der zweite Ansatz basiert auf statischer Bildanalyse. Es werden digitale Fotos von der Bodenoberfläche erstellt, welche in weiterer Folge mit entsprechender Software ausgewertet werden. RIBEIRO, ET AL., (2011) haben eine auf Bildsegmentierung basierende Methode vorgestellt. Die Resultate, die erzielt werden können, sind mit einer Abweichung von Vergleichsmessungen mit manuellen Methoden von einigen Prozent annehmbar (siehe Abbildung 3). Für jedes Bild müssen die Segmentierungsparameter angepasst werden (RIBEIRO, ET AL., 2011). Dies erhöht den Bearbeitungsaufwand.

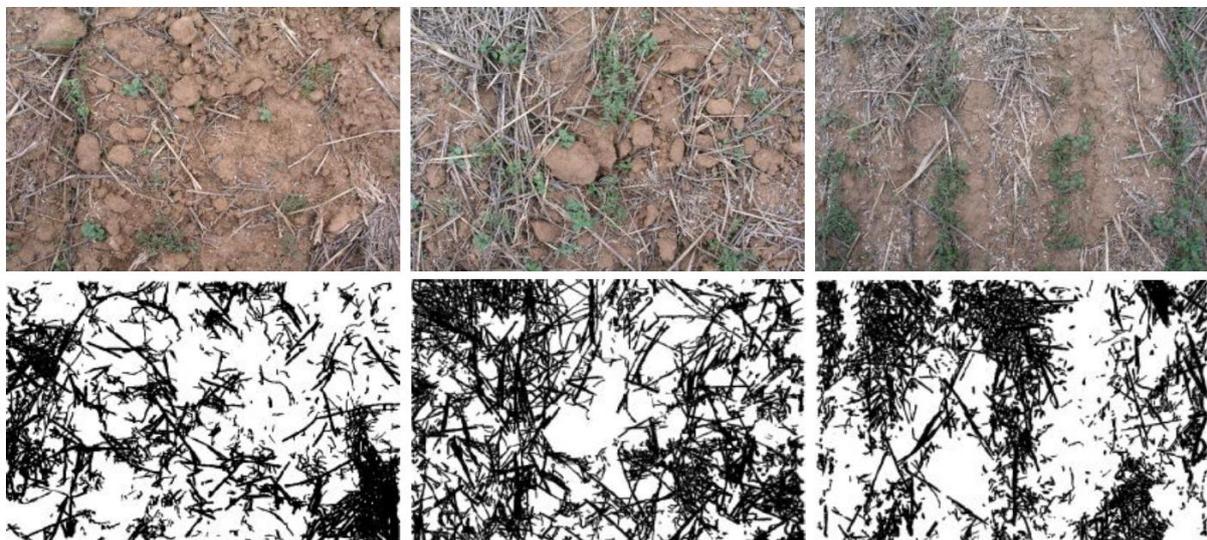


Abbildung 3: Beispiele für die Analyse der Bodenbedeckung (RIBEIRO, ET AL., 2011)

Methoden, die auf Satellitentechnik basieren, weisen eine zu geringe räumliche Auflösung auf, um den Bedeckungsgrad mit Pflanzenresten bestimmen zu können (RIBEIRO, ET AL., 2011).

2 Arbeitshypothesen

Um die gestellte Frage, nach dem Einfluss der Faktoren auf den Bedeckungsgrad des Bodens mit Pflanzenresten, beantworten zu können, werden sechs Hypothesen aufgestellt.

2.1 Bodenbearbeitung

Hypothese 1: Das Bodenbearbeitungsgerät hat einen Einfluss auf den Bodenbedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 2: Die Anzahl der Überfahrten hat einen Einfluss auf den Bodenbedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 3: Die Bodenbearbeitungstiefe hat einen Einfluss auf den Bodenbedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

2.2 Organische Masse

Hypothese 4: Die Masse an organischem Material auf der Bodenoberfläche vor der Bodenbearbeitung hat einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 5: Der Bedeckungsgrad mit organischem Material vor der Bodenbearbeitung hat einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

2.3 Bodenart

Hypothese 6: Die Bodenart hat einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

3 Material und Methoden

3.1 OBIA – Methode (BAUER & STRAUSS, 2013)

Um eine hohe Anzahl an unterschiedlichen Standorten mit hoher Genauigkeit auf den Bodenbedeckungsgrad mit Pflanzenresten zu beurteilen, waren die zur Verfügung stehenden Methoden, wie in Kapitel 1.3 dargelegt, nicht ausreichend. Daher wurde am BAW Petzenkirchen eine weitere Methode entwickelt, um diesen Ansprüchen gerecht zu werden. Diese Methode wurde in dieser Arbeit eingesetzt.

Die Methode beruht auf objektbasierter Bildanalyse (OBIA). Dabei werden nicht einzelne Pixel, sondern Objekte welche aus Pixel mit gleichen Eigenschaften hervorgehen, beurteilt. Das in der Methode verwendete Programm eCognition von Trimble kann ein Foto objektbasiert analysieren.

Dazu wird von der zu analysierenden Bodenoberfläche vertikal von oben ein Foto erstellt, das ca. 1 m² abbildet. Es kann eine handelsübliche Digitalkamera verwendet werden. Die Software erstellt auf Basis eines Algorithmus eine Segmentierung des Bildes in Objekte. In Abbildung 4 ist eine Aufnahme vor (linkes Bild) und nach (rechtes Bild) der Segmentierung dargestellt.



Abbildung 4: Beispiel Segmentierung durch die Software

Nach der Segmentierung des Bildes werden auf Basis vorgegebener Regeln die entstandenen Objekte Klassen zugeteilt. Folgende Klassen wurden definiert:

- Schatten
- Vegetation
- Pflanzenreste
- Steine
- Unsicher

All jene Objekte, die keiner dieser Klassen zuzuordnen sind, werden als offener Boden angenommen. Die Klassifizierung erfolgt nach in Abbildung 5 dargestellten Reihenfolge und Parametern.

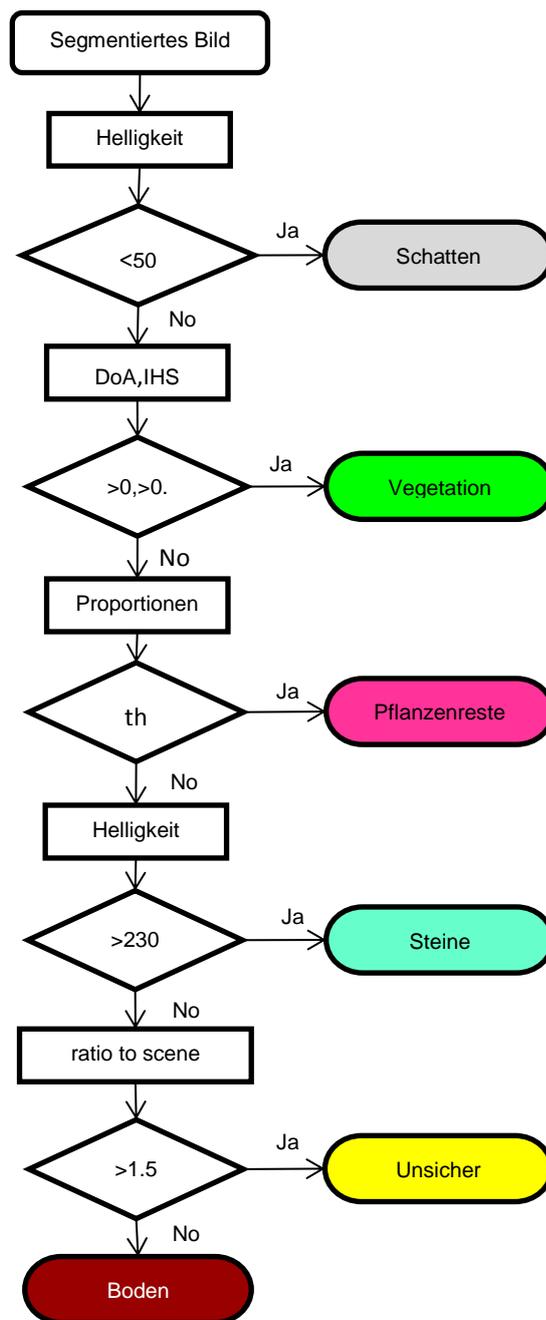


Abbildung 5: Klassifizierungsschema (modifiziert nach BAUER & STRAUSS, 2013)

Zuerst werden all jene Objekte, die eine Helligkeit < 50 haben, als Schatten klassifiziert. Die verbleibenden Objekte werden nach der DoA (Degree of Artificiality) (SIBIRYAKOV, 1996) und IHS Funktion zur Klasse "Vegetation" zugeteilt. Die restlichen Objekte werden aufgrund ihres Längen-Breiten-Verhältnisses, ihrer Rechteckigkeit, der Anzahl an Ästen und der Homogenität als Pflanzenreste klassifiziert.

Das Problem, dass sich Pflanzenreste und Boden farblich oft nur sehr gering unterscheiden und somit nur ungenügend differenziert werden können, können durch diese Art der Klassifizierung auf Basis der Form der Objekte umgangen werden. Objekte mit einer Helligkeit über 230 werden der Klasse der Steine (aber auch Düngekörner) zugeordnet. Mit der Regel „ratio to scene“ wird festgestellt, ob die zuvor festgelegten Regeln bestmöglich erfüllt werden. Diese Funktion kontrolliert, ob sich bei den bisher nicht klassifizierten Objekten solche Objekte befinden, welche sich in ihrer Farbtintensität von der Grundmenge abheben. Falls dies zutrifft, werden betroffene Objekte der Klasse „Unsicher“ zugeteilt. Die restlichen Objekte werden als unbedeckter Boden angenommen. In den Abbildungen 6 bis 10 ist die Zuordnung zu den Klassen dargestellt (Anm.: die Klassen Schatten, Steine und Unsicher sind in diesem Bild nicht vorhanden). Jeder Klasse ist eine individuelle Farbe zugeordnet.



Abbildung 6: Beispielbild Analyse Bodenbedeckung

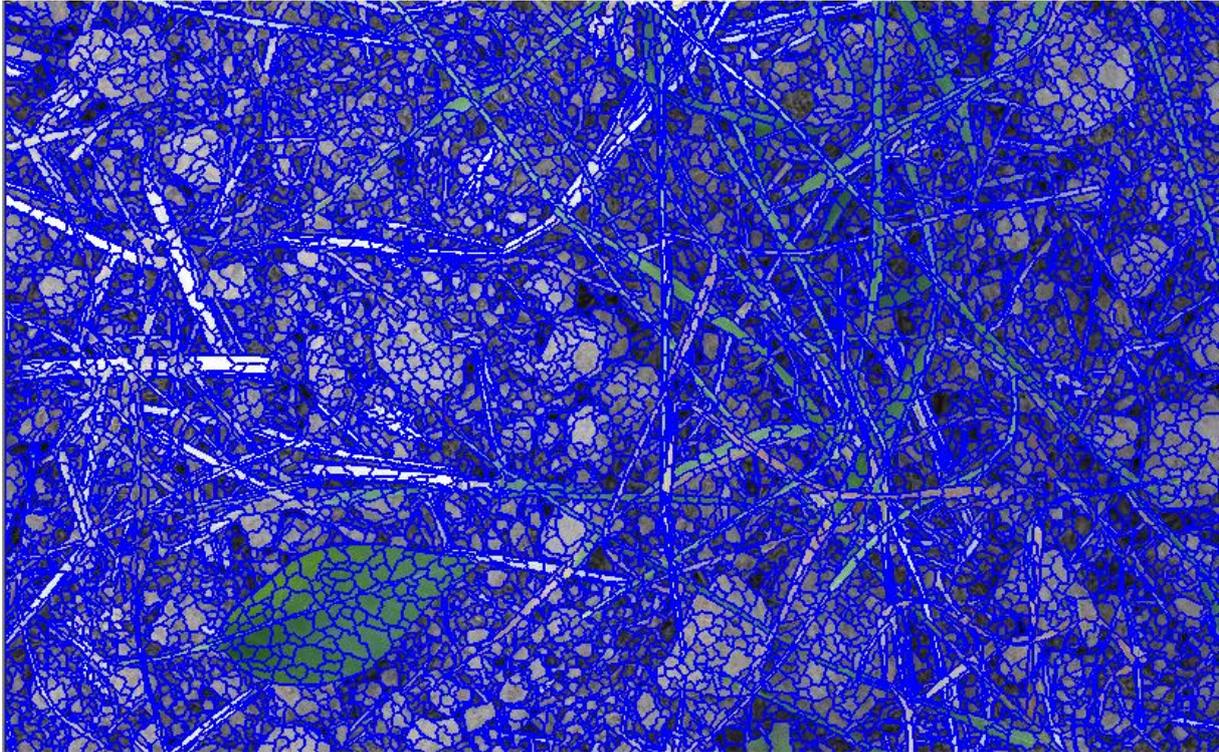


Abbildung 7: Beispielbild Analyse Bodenbedeckung – Segmentierung



Abbildung 8: Beispielbild Analyse Bodenbedeckung - Klassifizierung Vegetation

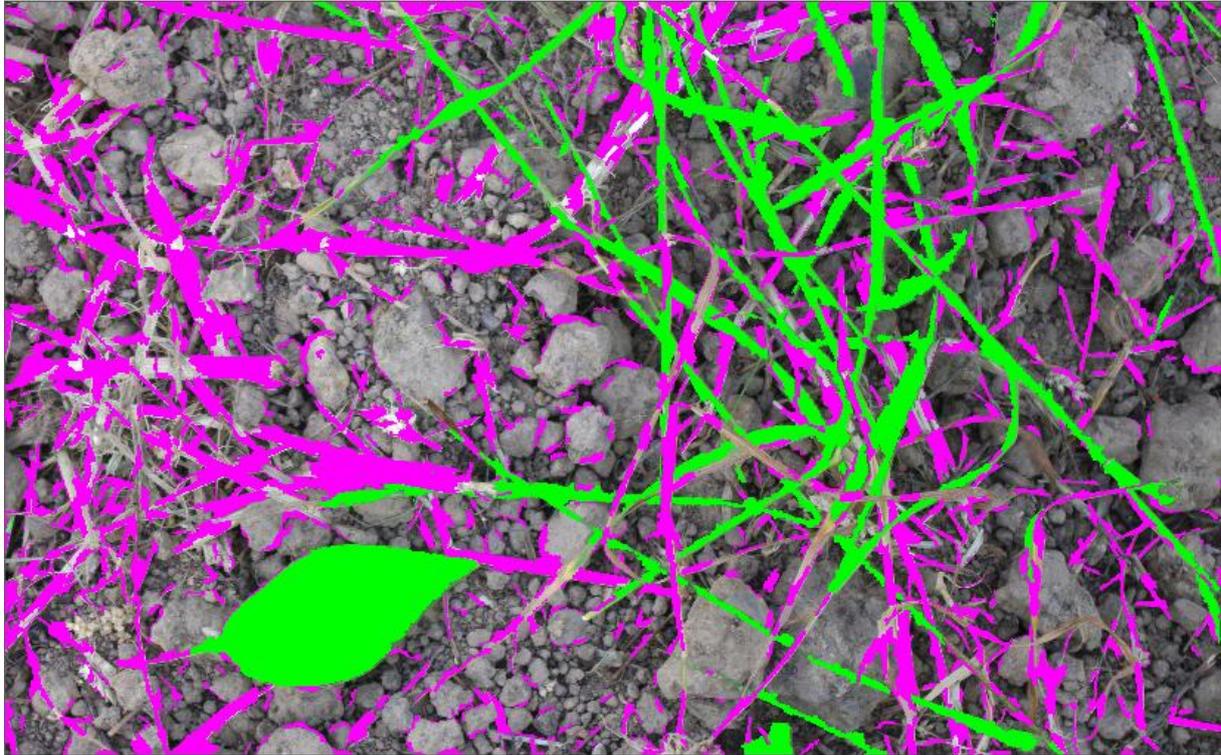


Abbildung 9: Beispielbild Analyse Bodenbedeckung – Klassifizierung Pflanzenreste

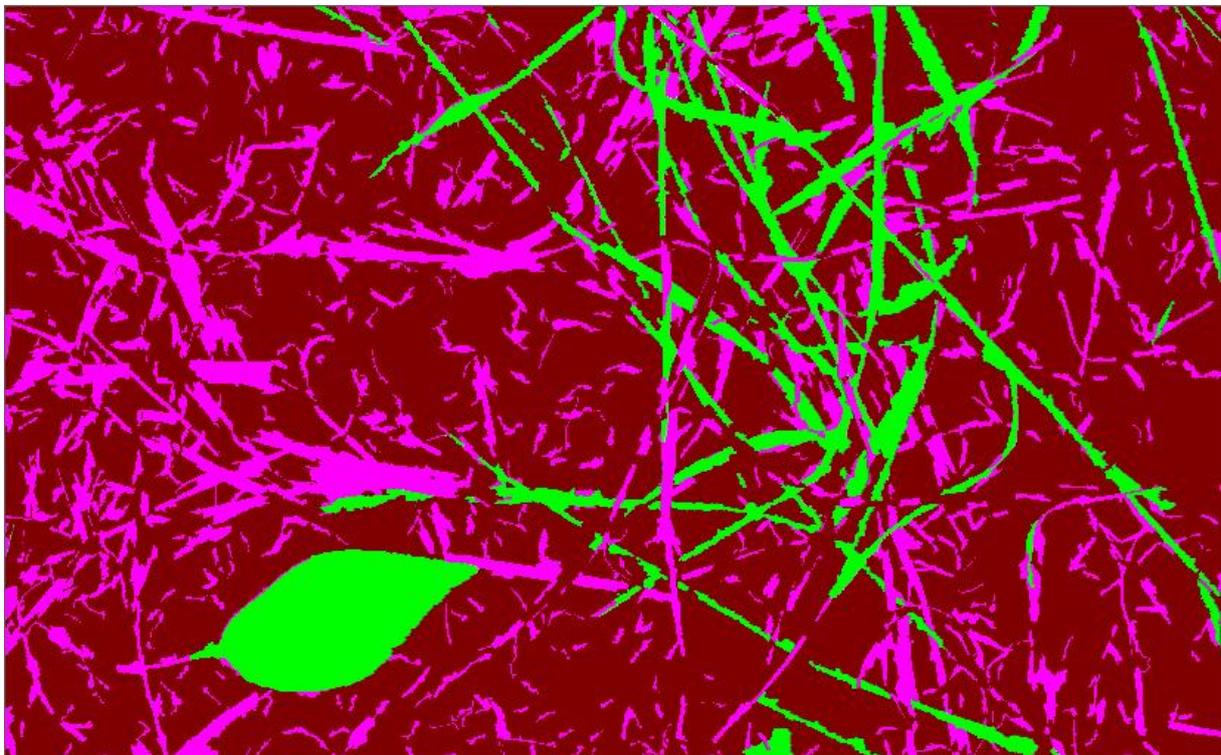


Abbildung 10: Beispielbild Analyse Bodenbedeckung - Klassifizierung Boden

Die Klassen werden bezüglich Ihres Anteils am gesamten Bildausschnitt ermittelt. Für das in Abbildung 6 dargestellte Bild ergeben sich daraus die in Tabelle 4 ersichtlichen Werte. Der für das Beispielbild ausgewählte Bereich des Bodens weist einen Bedeckungsgrad mit Pflanzenresten von 16,9 % auf.

Tabelle 4: Klassifizierung Beispielbild

Klasse	Anteil am gesamten Bild
Schatten	0 %
Vegetation	10,6 %
Pflanzenreste	16,9 %
Steine	0 %
Unsicher	0 %
Boden	72,5 %
Summe	100 %

Ein Vergleich der Genauigkeit der OBIA Methode mit einer manuellen Methode („photographic“ Methode) ergibt für einen Bedeckungsgrad von 25 % eine maximale Abweichung von 2,8 % (Konfidenzintervall 95%) für die manuelle Methode und 3,1 % (Konfidenzintervall 95 %) für die OBIA Methode.

Der größte Vorteil der objektbasierten Bildanalyse gegenüber der manuellen Methode ist die enorme Zeitersparnis. Diese Methode erfordert einen Zeitaufwand je Foto von wenigen Minuten, die „photographic“ Methode bis zu 2 Stunden je Foto. Die OBIA - Methode reduziert somit Zeitaufwand für die Analyse eines Fotos im Vergleich zur Analyse mit der „photographic“ Methode auf ein Zehntel.

Die OBIA Methode wurde für einen Bedeckungsgrad von 0 – 50 % entwickelt. Somit muss bei Bedeckungsgraden von über 50 % eine andere Methode verwendet werden. Da die zu analysierenden Fotos in dieser Arbeit zum größten Teil wesentlich weniger als 50 % Bedeckung aufwiesen, ergab diese Einschränkung kein Problem. Bei Fotos mit mehr als 50 % Bedeckung wurde auf manuelle Methoden (BRUNOTTE, s.A.) zurückgegriffen.

3.2 Standorte

In Österreich befinden sich die Ackerflächen mit einem hohen Anteil an Hackfrüchten in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark (BMLFUW, GRÜNER BERICHT 2012, 2013). Die Anlage der Versuchsstandorte erfolgte daher in diesen Bundesländern. Weiters wurde ein Standort im Burgenland ausgewertet.

Da in Österreich unterschiedlichste Mischungen an Pflanzenarten als Begrünungen eingesetzt werden, war es nötig, möglichst unterschiedliche Mischungen zu analysieren. Der Verein „Oberösterreichische Wasserschutzberatung“ des Landes Oberösterreich und der Landwirtschaftskammer Oberösterreich (Wasserschutzberatung) führt jährlich Versuche mit unterschiedlichen Begrünungsmischungen auf Versuchsfeldern in Oberösterreich durch und stellte diese Fläche zur Analyse zur Verfügung.

Ein weiteres Auswahlkriterium der Standorte war die vorhandene Bodenart. Ziel war es, Standorte mit möglichst vielen unterschiedlichen Bodenarten zu untersuchen.

Weitere Standorte wurden im Waldviertel, im Marchfeld, im niederösterreichischen Zentralraum, im Burgenland und der Südoststeiermark nach denselben Kriterien ausgewählt.

In Abbildung 11 ist die räumliche Verteilung der Versuchsstandorte in Österreich angeführt.

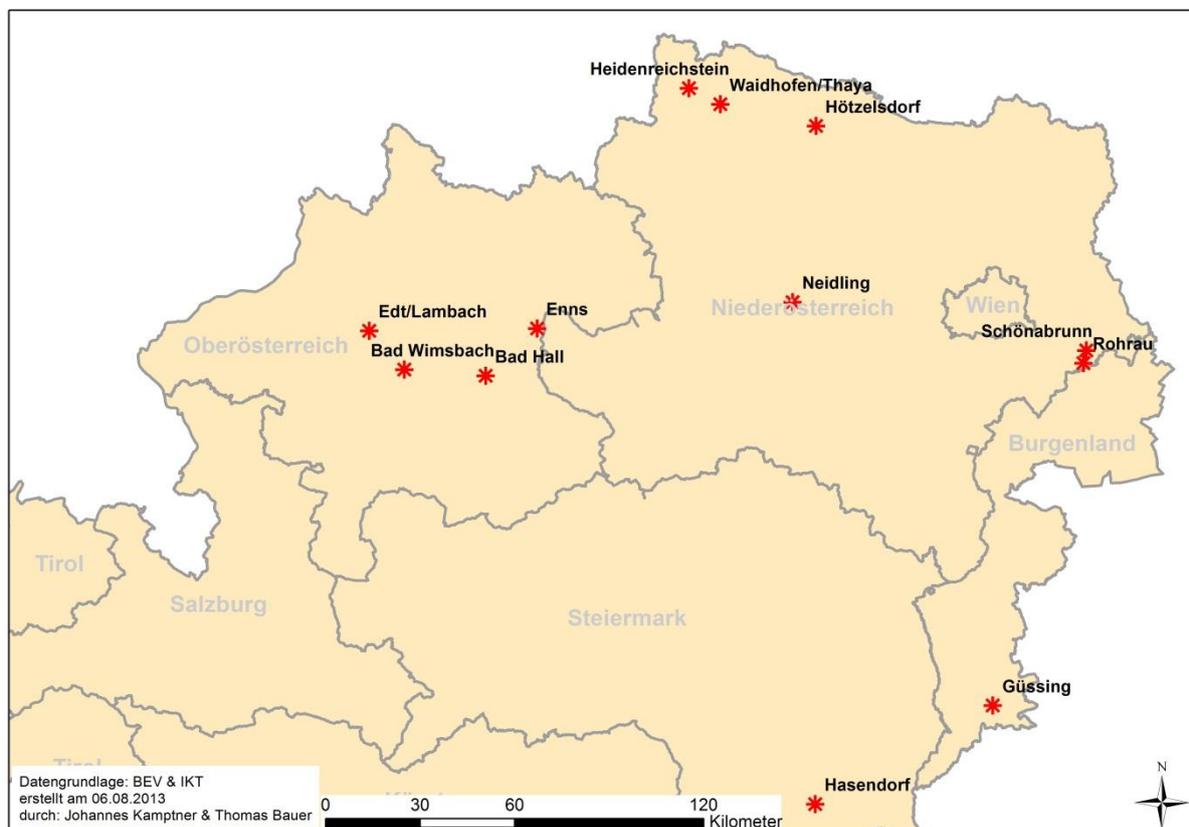


Abbildung 11: Verteilung der Versuchsstandorte in Österreich

3.2.1 Charakterisierung der Standorte

In den Abbildungen 12 – 29 sind die auf den Standorten vorhandenen Bodentypen, Gründigkeiten (BFW, 2013), Klimabedingungen von August 2012 bis März 2013 (AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG, 2013; AMT DER OÖ. LANDESREGIERUNG, 2013; AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 2013; AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, 2013), der Jahresniederschlag im langjährigen Mittel (ZAMG, 2013) sowie die verwendeten Begrünungsmischungen, der Aussaatzeitpunkt und die Aussaatstärke in kg/ha dargestellt.

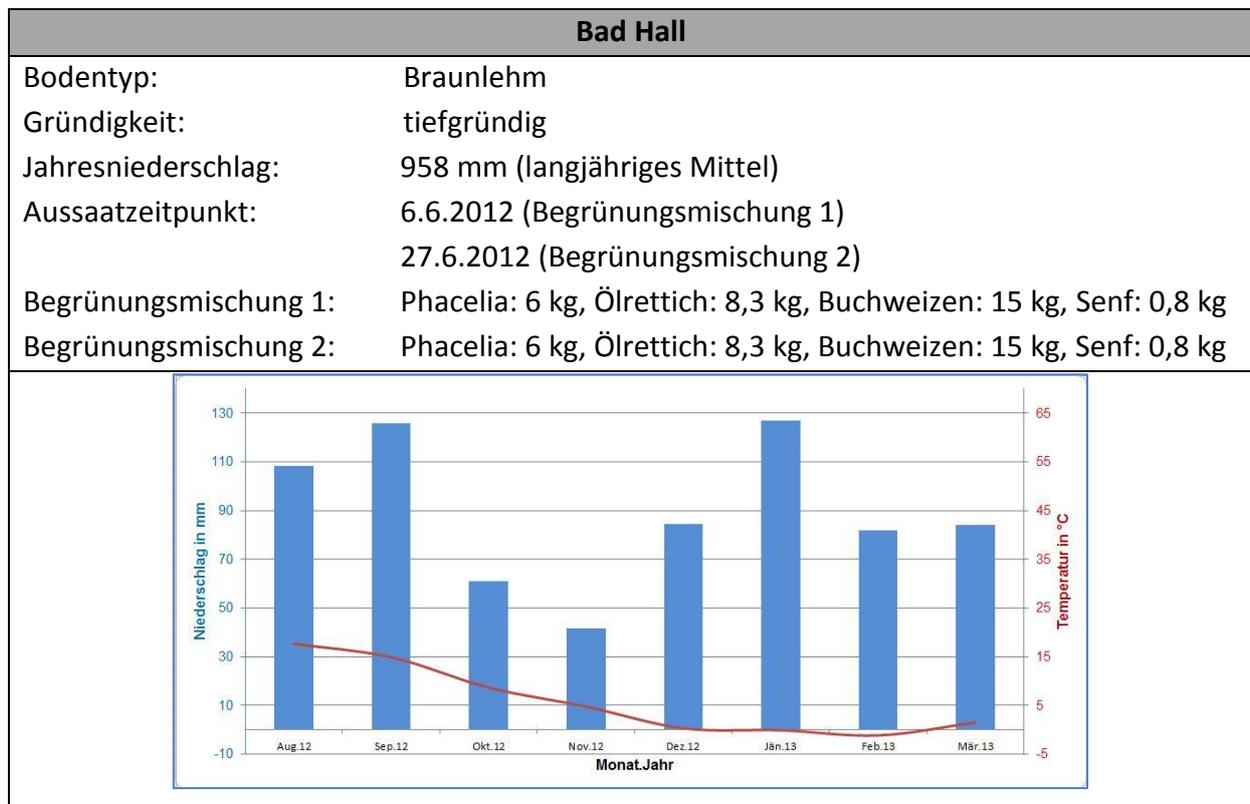


Abbildung 12: Standortcharakterisierung Bad Hall

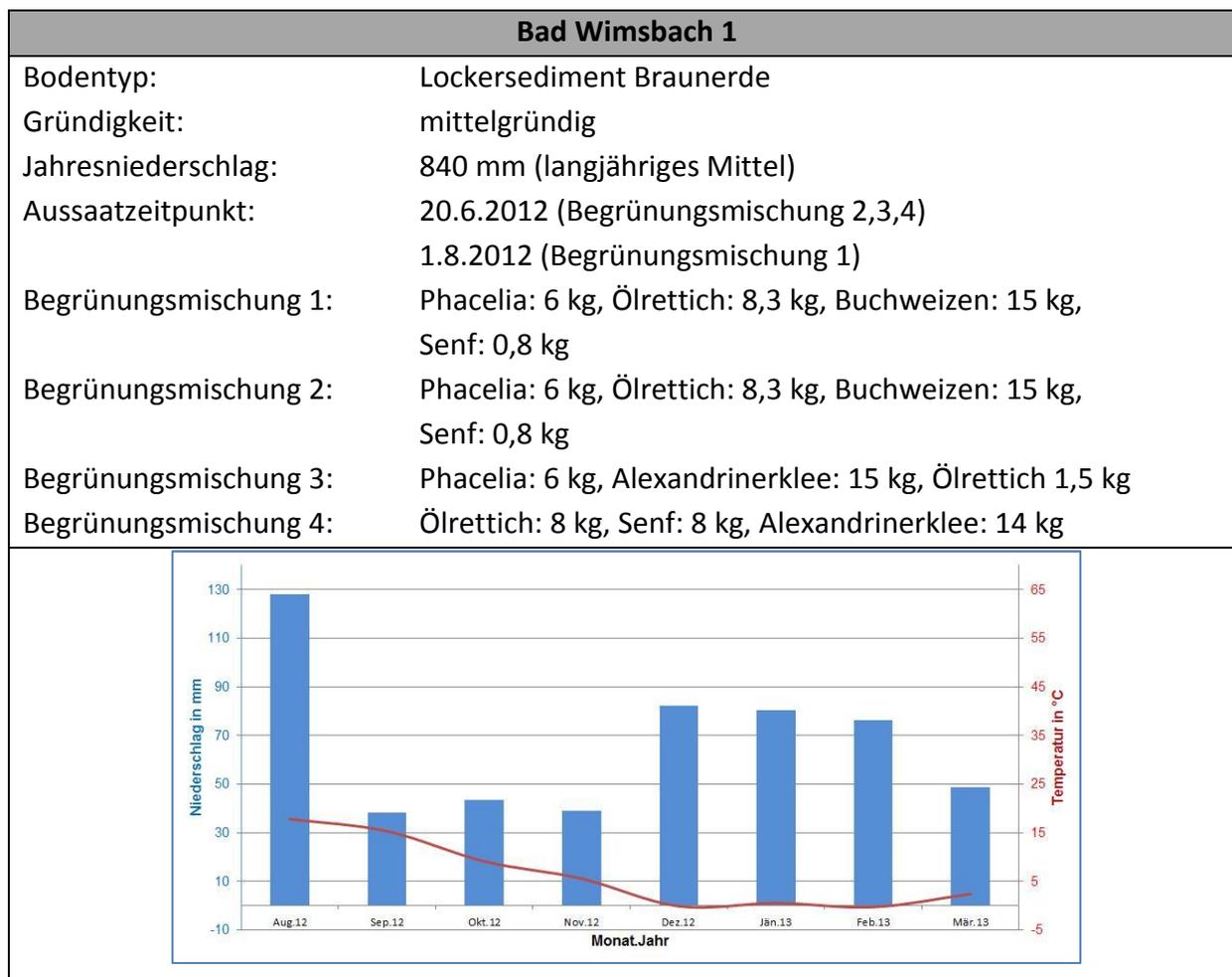


Abbildung 13: Standortcharakterisierung Bad Wimsbach 1

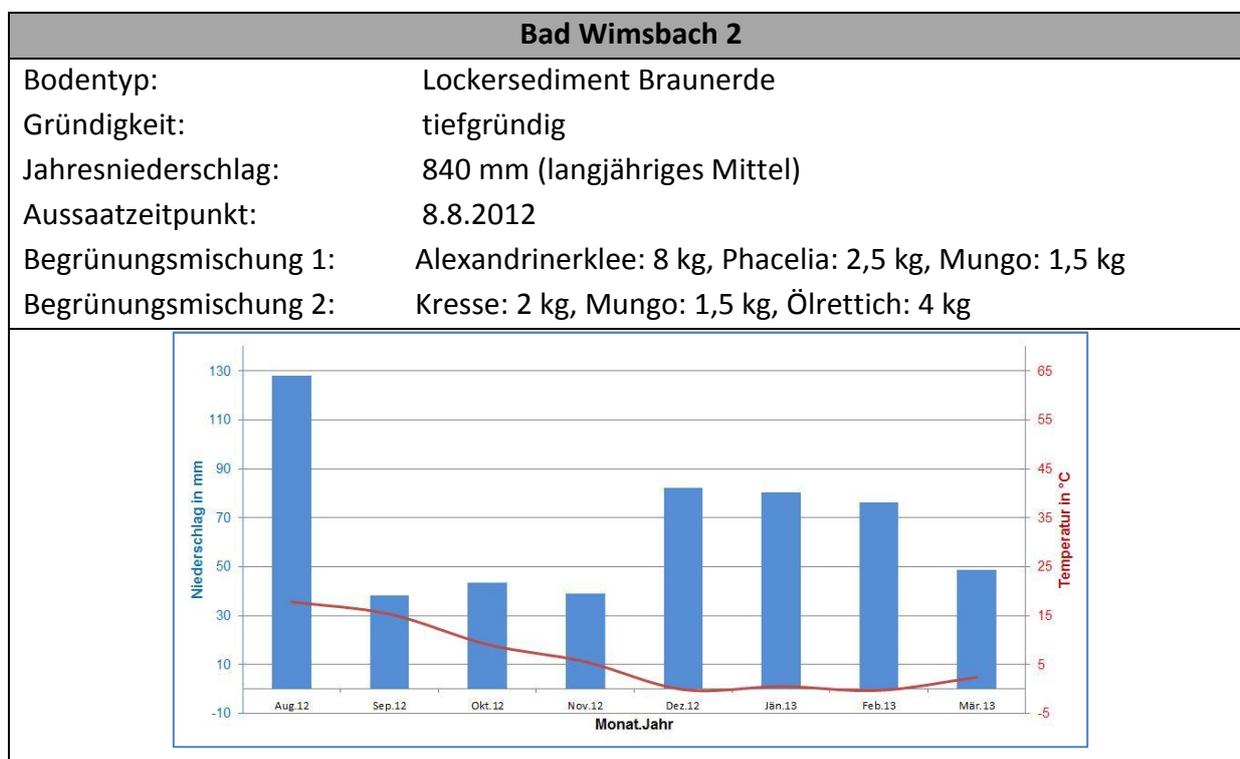


Abbildung 14: Standortcharakterisierung Bad Wimsbach 2

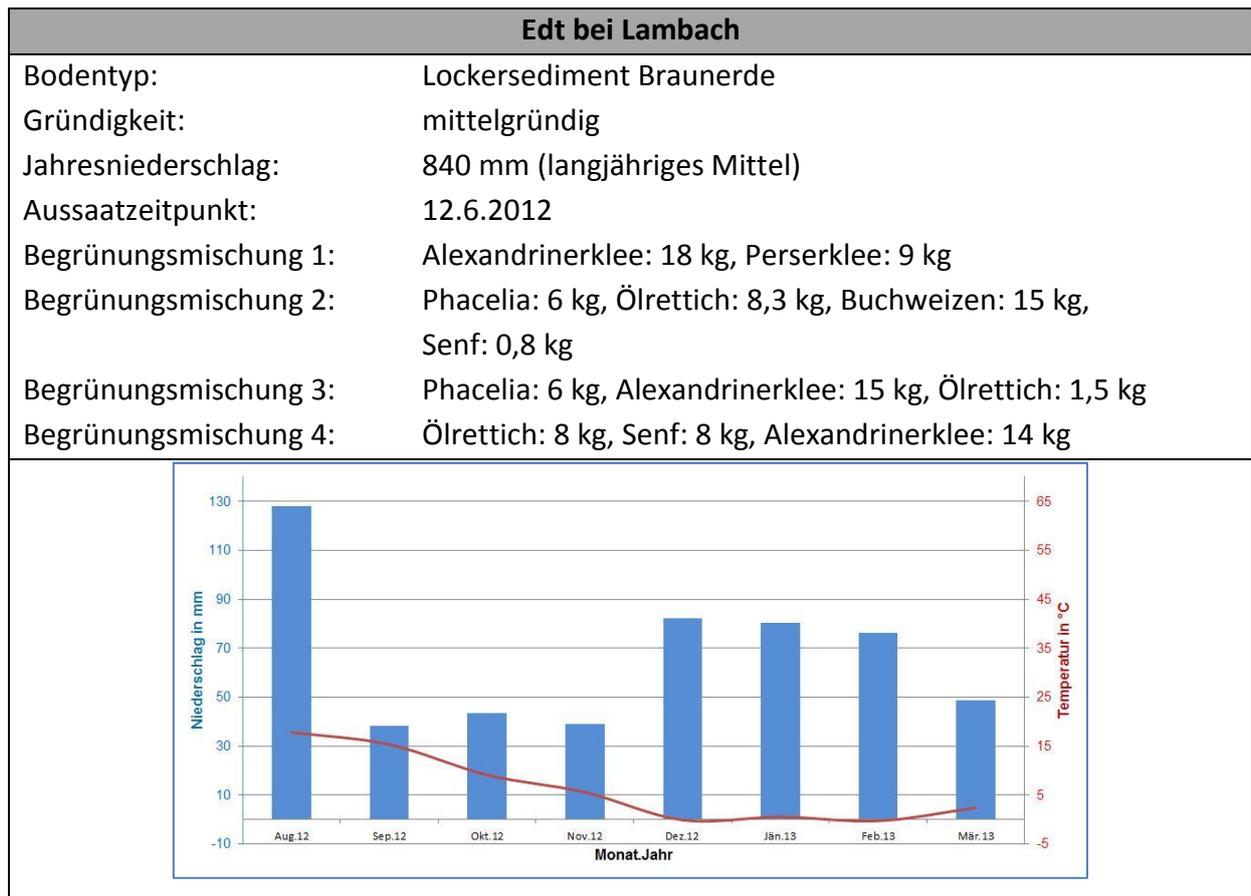


Abbildung 15: Standortcharakterisierung Edt bei Lambach

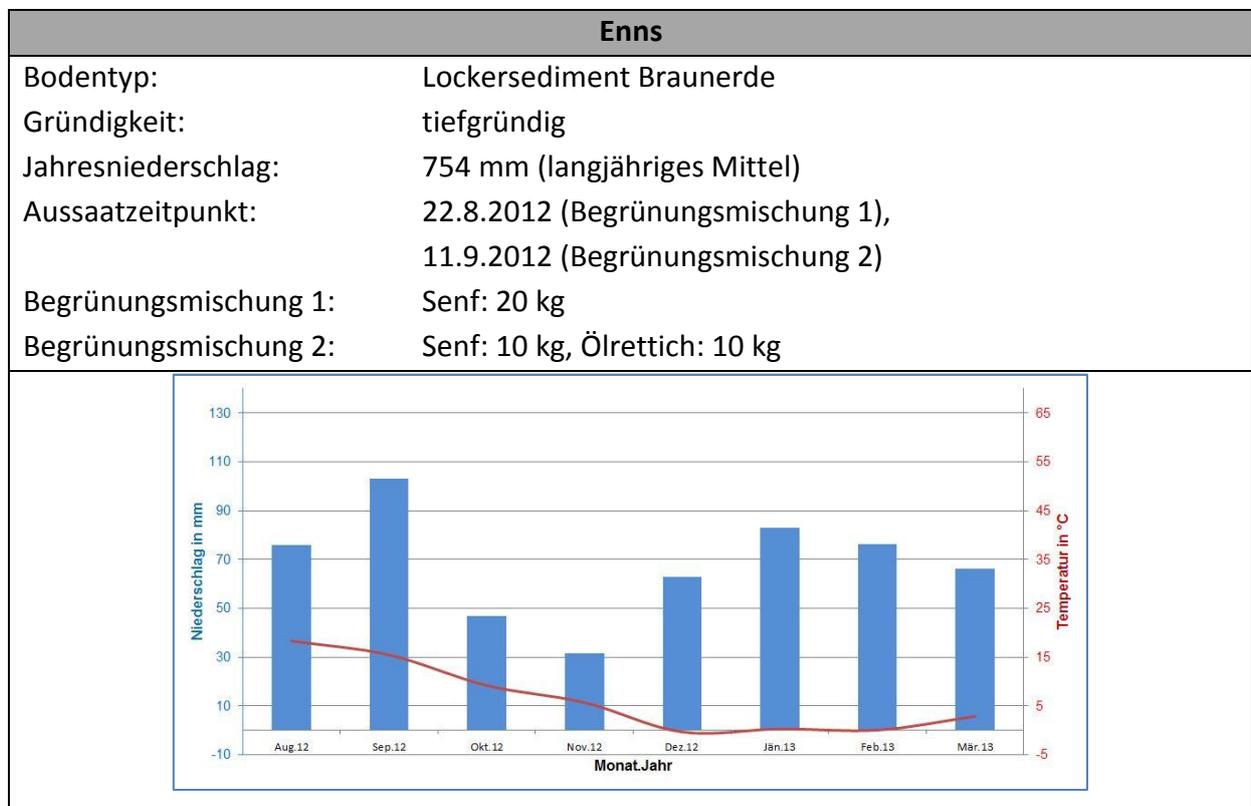


Abbildung 16: Standortcharakterisierung Enns

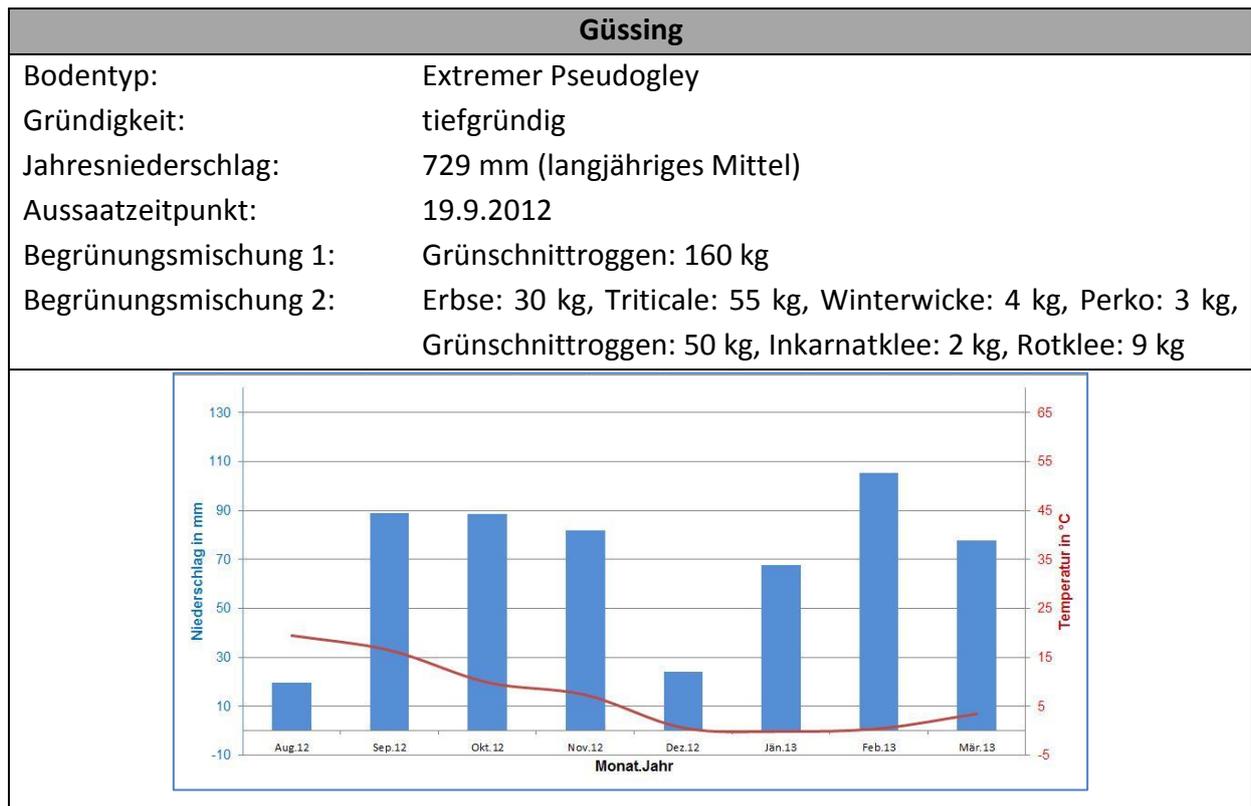


Abbildung 17: Standortcharakterisierung Güssing

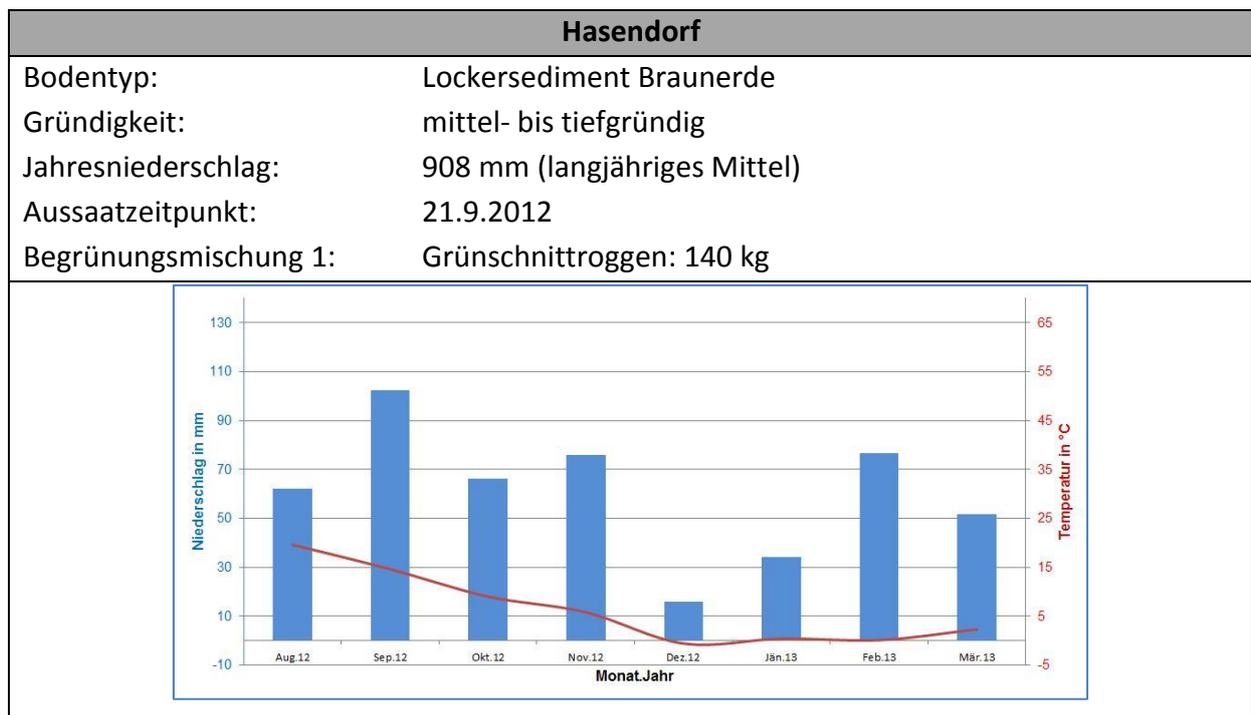


Abbildung 18: Standortcharakterisierung Hasendorf

Heidenreichstein 1

Bodentyp:	Bodenformkomplex (entwässerter, kalkfreier Gley, kalkfreier, typischer Gley)
Gründigkeit:	seicht- bis mittelgründig
Jahresniederschlag:	679 mm (langjähriges Mittel)
Aussaatzeitpunkt:	20.8.2012 (Begrünungsmischung 1) 25.8.2012 (Begrünungsmischung 2)
Begrünungsmischung 1:	Phacelia: 4 kg, Ölrettich: 5,5 kg, Buchweizen: 10 kg, Senf: 0,5 kg
Begrünungsmischung 2:	Senf: 16 kg

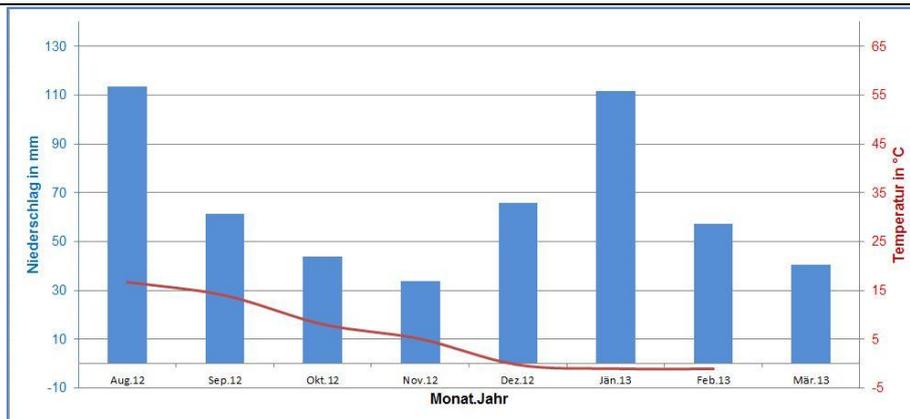


Abbildung 19: Standortcharakterisierung Heidenreichstein 1

Heidenreichstein 2

Bodentyp:	Hanggley
Gründigkeit:	mittelgründig
Jahresniederschlag:	679 mm (langjähriges Mittel)
Aussaatzeitpunkt:	20.8.2012
Begrünungsmischung 1:	Phacelia: 4 kg, Ölrettich: 5,5 kg, Buchweizen: 10 kg, Senf: 0,5 kg
Begrünungsmischung 2:	Senf: 5 kg, Erbse: 135 kg

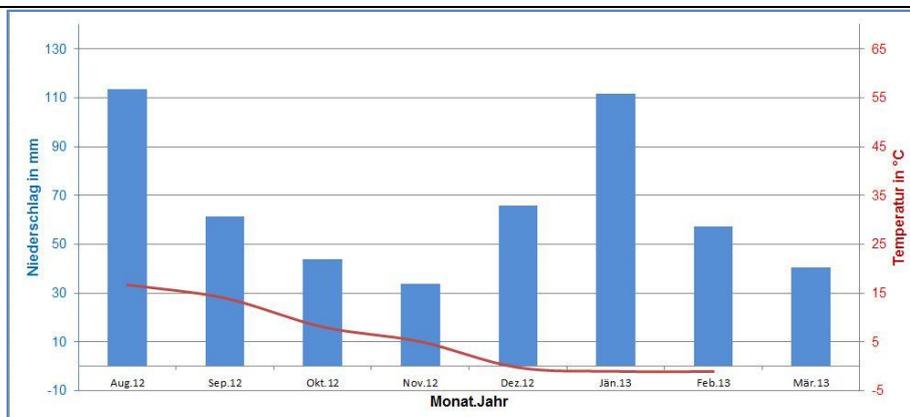


Abbildung 20: Standortcharakterisierung Heidenreichstein 2

Heidenreichstein 3

Bodentyp:	Felsbraunerde
Gründigkeit:	seichtgründig
Jahresniederschlag:	679 mm (langjähriges Mittel)
Aussaatzeitpunkt:	20.8.2012
Begrünungsmischung 1:	Phacelia: 4 kg, Ölrettich: 5,5 kg, Buchweizen: 10 kg, Senf: 0,5 kg
Begrünungsmischung 2:	Senf: 5 kg, Erbse: 135 kg

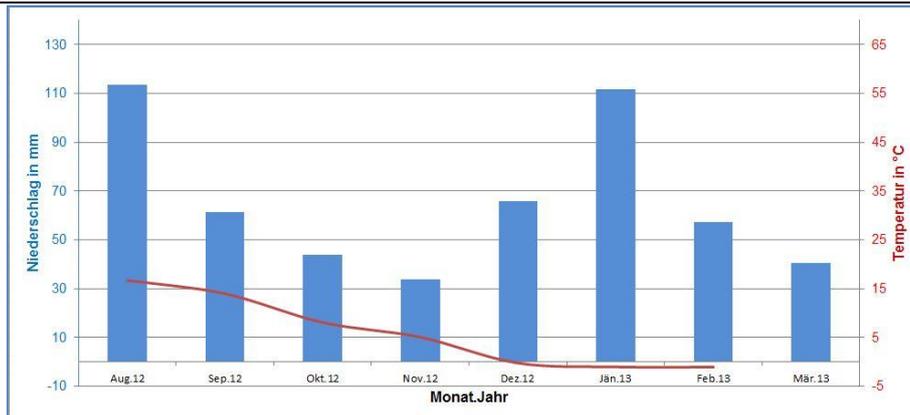


Abbildung 21: Standortcharakterisierung Heidenreichstein 3

Hötzlsdorf 1

Bodentyp:	Felsbraunerde
Gründigkeit:	mittelgründig
Jahresniederschlag:	589 mm (langjähriges Mittel)
Aussaatzeitpunkt:	15.8.2012
Begrünungsmischung 1:	Phacelia: 35 kg, Senf: 35 kg

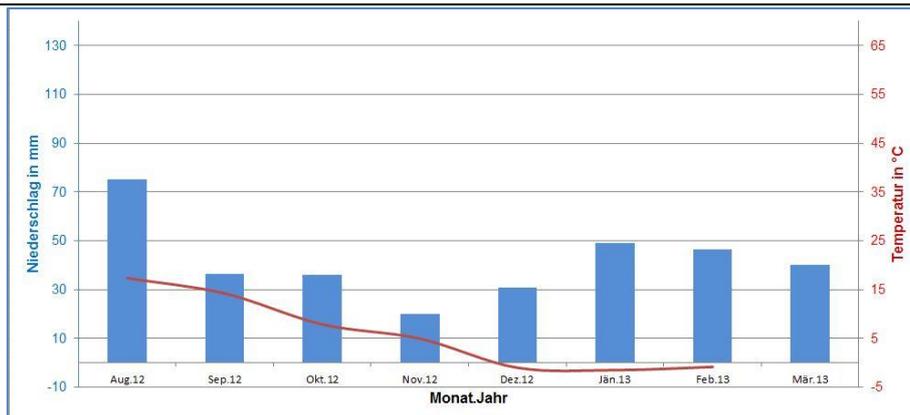


Abbildung 22: Standortcharakterisierung Hötzlsdorf 1

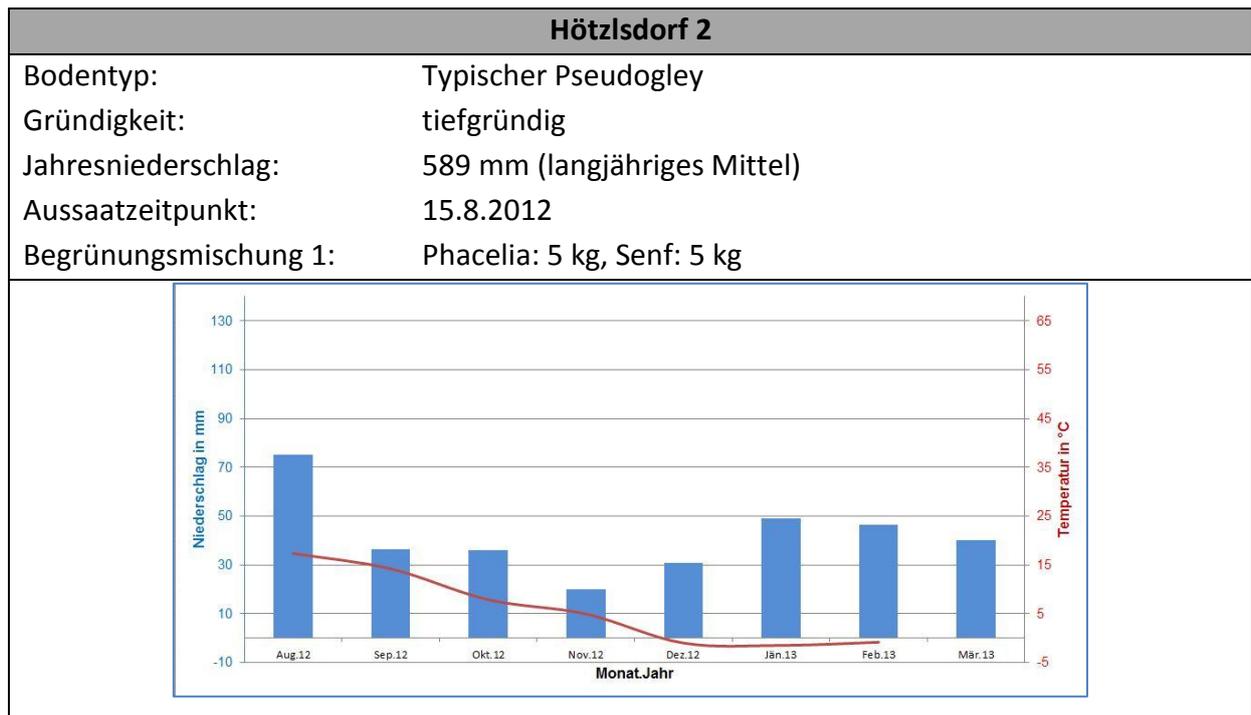


Abbildung 23: Standortcharakterisierung Hötzlsdorf 2

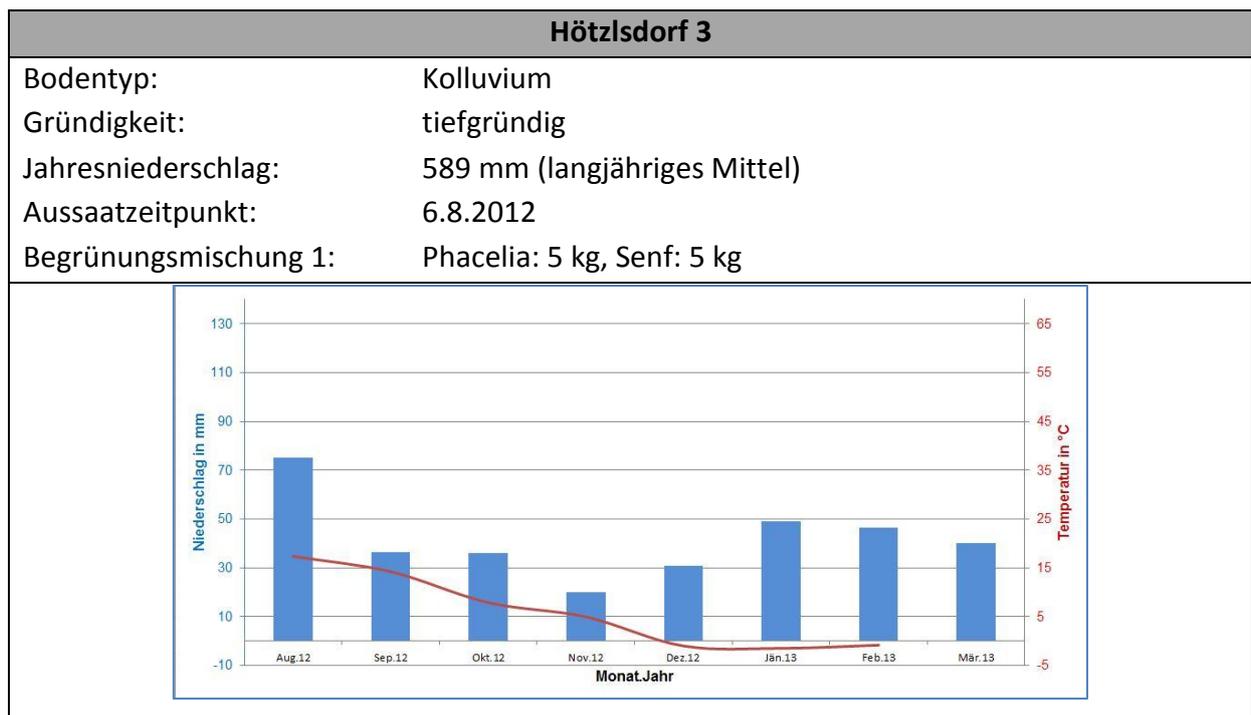


Abbildung 24: Standortcharakterisierung Hötzlsdorf 3

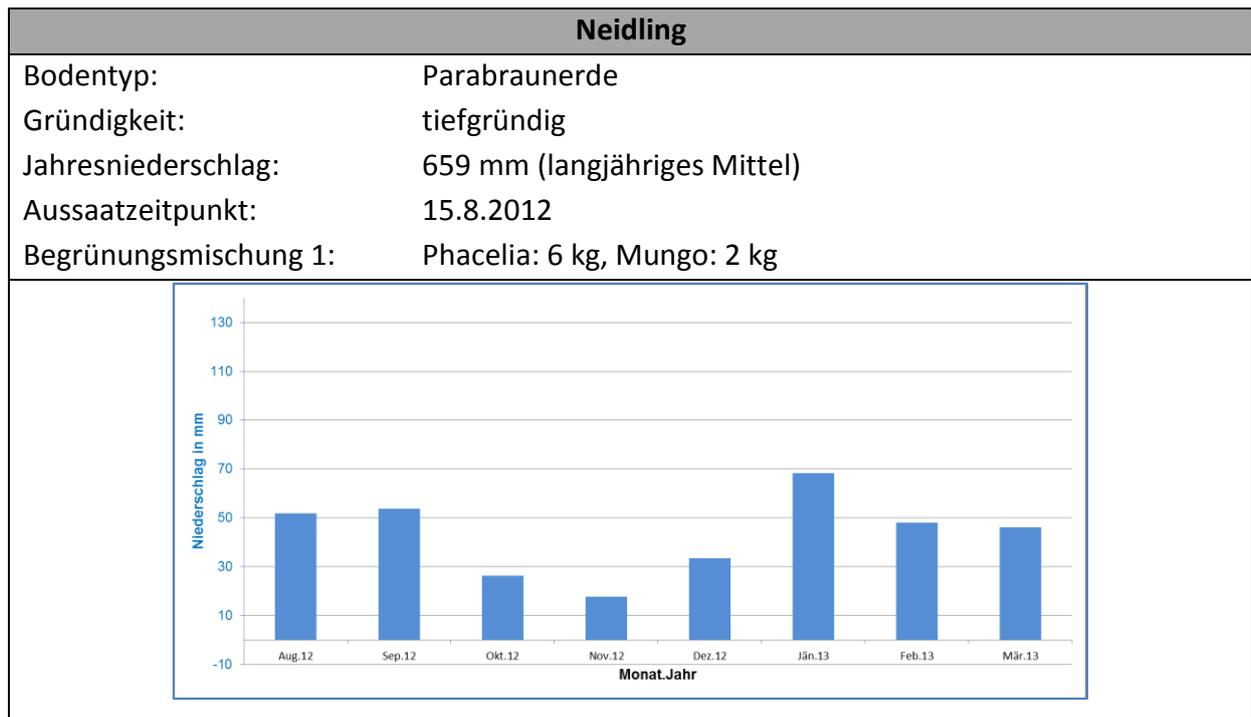


Abbildung 25: Standortcharakterisierung Neidling

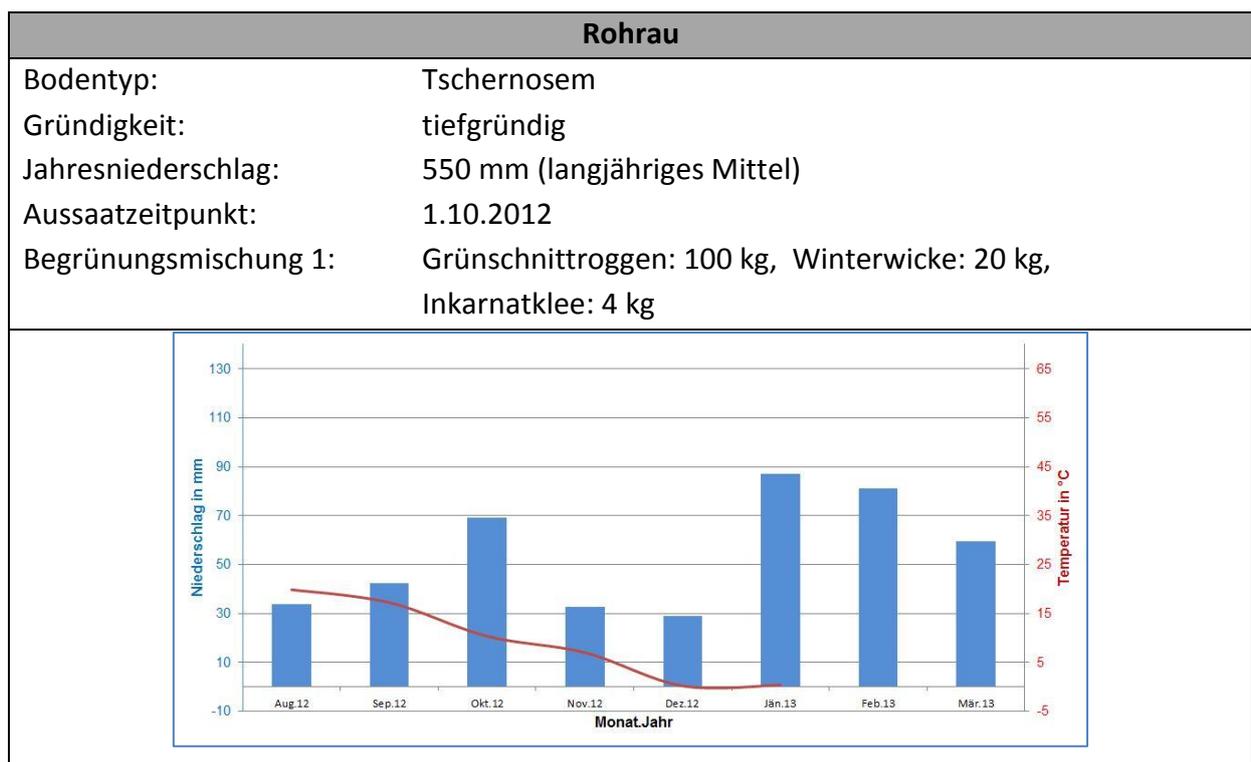


Abbildung 26: Standortcharakterisierung Rohrau

Schönabrunn

Bodentyp:	Bodenformkomplex (entkalkter Tschernosem, Paratschernosem)
Gründigkeit:	stark schwankend
Jahresniederschlag:	550 mm (langjähriges Mittel)
Aussaatzeitpunkt:	1.10.2012
Begrünungsmischung 1:	Grünschnitttrogen: 100 kg, Winterwicke: 20 kg, Inkarnatklee: 4 kg



Abbildung 27: Standortcharakterisierung Schönabrunn

Waidhofen an der Thaya

Bodentyp:	Lockersediment Braunerde
Gründigkeit:	tiefgründig
Jahresniederschlag:	667 mm (langjähriges Mittel)
Aussaatzeitpunkt:	9.8.2012
Begrünungsmischung 1:	Senf: 3 kg, Phacelia: 7 kg
Begrünungsmischung 2:	Platterbse: 48 kg, Meliorationsrettich: 2 kg

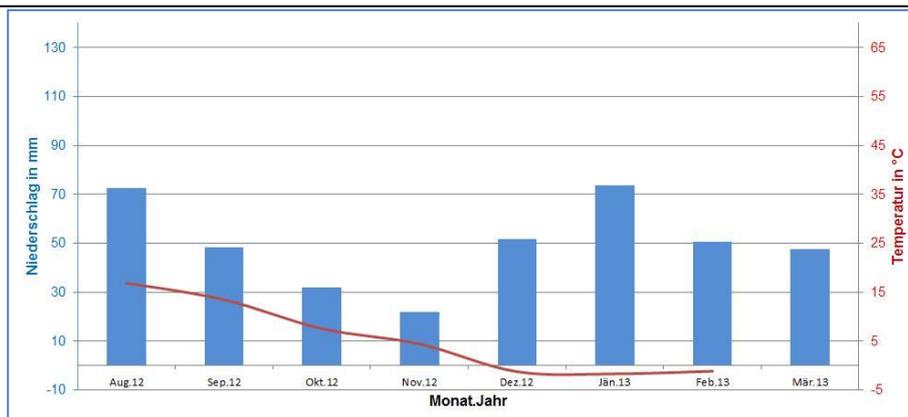


Abbildung 28: Standortcharakterisierung Waidhofen a.d.T

3.2.2 Auswahl Bodenbearbeitungsgeräte

Ziel dieser Arbeit war, die Auswirkungen der Bodenbearbeitungsgeräte auf den Bedeckungsgrad des Bodens mit Pflanzenresten zu ermitteln. Dabei soll die Praxisrelevanz berücksichtigt werden. Daher wurden jene Landwirte, auf deren Feldern Versuche durchgeführt wurden, dahingehend befragt, welche Bearbeitungsgeräte in welcher Weise unter den Landwirten in ihrer Umgebung zur Bodenbearbeitung nach Winterbegrünungen eingesetzt werden. Zusätzlich wurden Landwirte in Ober- und Niederösterreich befragt, welche Geräte sie im Frühjahr zu Bodenbearbeitung einsetzen. Die angeführten Geräte wurden nachfolgend auch zur Bodenbearbeitung auf den Versuchsstandorten eingesetzt. Weiters wurden bei den Landwirten übliche Gerätekombinationen beurteilt.

Am Standort Bad Wimsbach wurde von der Landwirtschaftskammer Oberösterreich ein Versuch mit alternativen Bodenbearbeitungsgeräten und Sämaschinen durchgeführt. Diese Geräte wurden zusätzlich zu den praxisüblichen verwendeten Geräten bewertet. Tabelle 5 zeigt die am jeweiligen Standort eingesetzten Geräte mit der Scharform, dem Nachlaufgerät sowie der Arbeitsbreite.

Tabelle 5: Bodenbearbeitungsgeräte auf dem jeweiligen Standort

Standort	Gerät	Hersteller / Typ	Scharform	Nachlaufgerät	Arbeitsbreite im Meter
Bad Hall	Kurzscheibenegge	Amazone / Catros	Scheibensech	Keilringwalze aus Gummi	3 m
	Kreiselegge	Amazone / KE	Rotierende Flachzinken	Keilringwalze aus Gummi	3 m
	Feingrubber	Einböck / Taifun	Federzinken mit Schmalschar	Gezahnte Flachstabwalze	5 m
Bad Wimsbach 1,2	Grubber	Regent / Tukan	Flügelschar	Scheibenseche / Ringwalze	3 m
	Kreiselegge	Lely (Tulip) / Roterra	Rotierende Tropfenzinken	Sternpackerwalze	3 m
Edt bei Lambach	Grubber	Pöttinger / Synkro 3800 SH	Flügelschar	Scheibenseche / Pendel-Rotopack-Walzen	3,8 m
	Kreiselegge	Frandent / N.14	Rotierende Flachzinken	Zahnpackerwalze	3 m
Enns	Grubber	Lemken / Smaragd	Flügelschar	Scheibenseche / Stabwalze	3 m
	Kreiselegge	Lely / 300-20	Rotierende Tropfenzinken	Stabwalze	3 m

Güssing	Kurzscheibenegge	Horsch / Express 3TD	Scheibensech	FarmFlex Packer	3 m
	Grubber	Pöttinger / Synkro S	Flügelschar	Stabwalze	4 m
Hasendorf	Grubber	Hatzenbichler / Puma	Flügelschar	Flachstabwalze	3 m
Heidenreichst. 1,2,3	Kurzscheibenegge	Pöttinger / Vinodisc	Scheibensech	Zwei Stabwalzen	3 m
	Kreiselegge	Pöttinger / Lion 301	Rotierende Flachzinken	Stabwalze	3 m
Hötzlsdorf 1,2,3	Feingrubber	Kongskilde / Vibro Master 2500	Federzinken mit Schmalschar	Flachstabwalze	6,5 m
	Kurzscheibenegge	Amazone / Catros	Scheibensech	Keilringwalze aus Gummi	4 m
Neidling	Kreiselegge	Breviglieri / MK100/250	Rotierende Flachzinken	Stabwalze	3 m
Rohrau	Grubber	Einböck / Taifun	Flügelschar	Stabwalze und Gezahnte Flachstabwalze	4 m
	Kurzscheibenegge	Pöttinger / Vinodisc	Scheibensech	Zwei Stabwalzen	3 m
Schönabrunn	Grubber	Einböck / Taifun	Flügelschar	Stabwalze und Gezahnte Flachstabwalze	4 m
	Kurzscheibenegge	Pöttinger / Vinodisc	Scheibensech	Zwei Stabwalzen	3 m
Waidhofen a.d.T.	Grubber	Regent / Tukan	Flügelschar	Flachstabwalze	3 m
	Kreiselegge	Pöttinger / Lion 301	Rotierende Flachzinken	Stabwalze	3 m

3.2.3 Erhebung der Biomasse und der Bodenart

- Oberirdische Biomasse

Um den Einfluss der oberirdischen Biomasse der Begrünung beurteilen zu können, wurde im Herbst 2012 auf den Versuchsstandorten eine Erhebung der Biomassemenge durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden von jeder Begrünungsvariante drei Proben gezogen. Eine Probe umfasste die gesamte oberirdische Biomasse, die auf einem Quadratmeter Fläche vorhanden war (Schnitthöhe ca. 3 cm). Die geerntete Biomasse wurde anschließend im Trocknungsschrank bei 75 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen.



Abbildung 29: Erhebung Biomasse

- Bodenart

Zur Bestimmung der Bodenart wurde pro Standort eine Mischprobe aus der Krume von 0 bis 10 cm gezogen. Diese wurde vom BAW Petzenkirchen nach der ÖNORM L-1050 (AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE, 2013) analysiert.

3.3 Versuchsanordnung

Von den Landwirten werden überwiegend Flügelschargrubber und anschließend Kreiselegge als Bodenbearbeitungsgeräte eingesetzt (Tabelle 5). Für diese Geräte wurden exakte Vorgaben, die bei der Bodenbearbeitung für den Versuch einzuhalten waren, definiert. Da sich die Erhebung der genauen Bearbeitungstiefe im Feld als nicht durchführbar herausstellte, wurden zwei Klassen Bearbeitungstiefe festgelegt. Die Klasse **“Seicht“**, weist eine Bearbeitungstiefe, abhängig vom Gerät, von 3 bis 8 cm für den Grubber bzw. 3 bis 5 cm für die Kreiselegge auf. Sowie eine Klasse **“Tief“** mit Bearbeitungstiefen von 5 bis 10 cm für die Kreiselegge oder 10 bis 15 cm für den Grubber. Für die nachfolgende Bearbeitung der bereits gegrubberten Flächen mit der Kreiselegge wurde die Klasse **“Normal“** mit einer Bearbeitungstiefe von 4 bis 6 cm gebildet. Um die Auswirkungen der Anzahl an Überfahrten auf den Bedeckungsgrad beurteilen zu können, wurden die Flächen mit gleichbleibender Arbeitstiefe zweimal bearbeitet.

Somit ergaben sich die in Tabelle 6 ersichtlichen Versuchsanordnungen.

Tabelle 6: Bearbeitungsvarianten Grubber + Kreiselegge

Nr.	Gerät 1	Bearbeitungs- tiefe	Anzahl der Überfahrten	Gerät 2	Bearbeitungs- tiefe	Anzahl der Überfahrten
1	Grubber	Seicht	1	-	-	-
2	Grubber	Seicht	2	-	-	-
3	Grubber	Seicht	1	Kreiselegge	Normal	1
4	Grubber	Seicht	2	Kreiselegge	Normal	1
5	Grubber	Tief	1	-	-	-
6	Grubber	Tief	2	-	-	-
7	Grubber	Tief	1	Kreiselegge	Normal	1
8	Grubber	Tief	2	Kreiselegge	Normal	1
9	Kreiselegge	Seicht	1	-	-	-
10	Kreiselegge	Tief	2	-	-	-

Weitere Bodenbearbeitungsgeräte wie Scheibenegge, Feingrubber, etc. wurden ebenfalls auf ihre Wirkung in Bezug auf Anzahl der Überfahrten und Bearbeitungstiefe bewertet. In Summe ergaben sich 20 unterschiedliche Bearbeitungsvarianten, welche in Tabelle 6 und Tabelle 7 angeführt sind.

Tabelle 7: Bearbeitungsvarianten Feingrubber, Scheibenegge

Nr.	Gerät 1	Bearbeitungs- tiefe	Anzahl der Überfahrten	Gerät 2	Bearbeitungs- tiefe	Anzahl der Überfahrten
11	Feingrubber	Seicht	1	-	-	-
12	Feingrubber	Seicht	2	-	-	-
13	Feingrubber	Seicht	1	Kreiselegge	Normal	1
14	Feingrubber	Seicht	2	Kreiselegge	Normal	1
15	Scheibenegge	Seicht	1	-	-	-
16	Scheibenegge	Seicht	2	-	-	-
17	Scheibenegge	Tief	1	-	-	-
18	Scheibenegge	Tief	2	-	-	-
19	Scheibenegge	Seicht	1	Feingrubber	Seicht	1
20	Scheibenegge	Seicht	1	Kreiselegge	Normal	1
21	Scheibenegge	Seicht	2	Kreiselegge	Normal	1

Wie in Kapitel 3.2.2 erwähnt, wurden am Standort Bad Wimsbach von der Landwirtschaftskammer Oberösterreich alternative Bodenbearbeitungsgeräte und Sämaschinen getestet. Diese sind in Tabelle 8 aufgelistet. Weiters wurde am Standort Enns zusätzlich eine Direktsämaschine eingesetzt.

Da diese Geräte nur am jeweiligen Standort vorhanden waren, werden sie nicht in die allgemeine Beurteilung mit einbezogen, sondern extra ausgewertet.

Tabelle 8: Alternative Bodenbearbeitungsgeräte und Sämaschinen

Gerätehersteller / Typenbezeichnung	Arbeitsweise	Foto vom Gerät
Kuhn / Striger R	Bodenbearbeitungsgerät: Lockerung eines schmalen Streifens in dem nachfolgend die Saat mittels Einzelkornsämaschine erfolgt	
Amazone / AD-P Special	Mulchsämaschine: Oberflächige Auflockerung der gesamten Arbeitsbreite durch zapfwellengetriebenen Kreiselgrubber mit Keilringwalze, Saat mittels Scheibenscharen	
Kuhn / Pneumasem 2	Pneumatische Einzelkornsämaschine: mit Spezielschar, um direkt ohne vorherige Bodenbearbeitung die Saat durchführen zu können	
Kleine / Uni Corn 3	Mechanische Einzelkornsämaschine: mit Spezielschar, um direkt ohne vorherige Bodenbearbeitung die Saat durchführen zu können	
Hörtenhuemer / Ökosem	Frässämaschine: Fräsen eines schmalen Streifens und Saat in den gefrästen Streifen	

Um den Einfluss der oberirdischen Biomasse auf den Bedeckungsgrad nach der Bodenbearbeitung erheben zu können, wurden die in Tabelle 6 und 7 angeführten Varianten auf Flächen mit unterschiedlichen Begrünungsmischungen und klimatisch unterschiedlichen Standorten und somit unterschiedlich hohen Biomasseaufwüchsen durchgeführt.

Da die Versuchsstandorte räumlich weit voneinander entfernt liegen (Abbildung 1) und die Bodenbearbeitung im Frühjahr in einem kleinen Zeitfenster stattfand, wurden die Erhebungen von mehreren Personen gleichzeitig durchgeführt. Zur Gewährleistung einer einheitlichen Versuchsdurchführung auf allen Standorten, wurde ein Durchführungsleitfaden bzw. -protokoll erstellt (siehe Anhang). Es wurden Standort, Begrünungsvariante, Bearbeitungsgerät, -tiefe, Anzahl der Überfahrten und dazugehörige Fotonummern protokolliert.

3.4 Durchführung des Versuches

Zur Veranschaulichung der praktischen Feldversuchsdurchführung wird diese am Standort Bad Wimsbach 1 exemplarisch erläutert.

Alle in Folge erwähnten Fotos wurden in fünffacher Wiederholung aufgenommen. Zur Vereinfachung wird im Weiteren jeweils nur ein Foto beispielhaft dargestellt.

3.4.1 Exemplarische Versuchsbeschreibung

Vor der Bodenbearbeitung wurden von jeder Parzelle mit unterschiedlichen Begrünungsmischungen Fotos aufgenommen.

Anschließend wurde die Parzelle mit dem Grubber in der Tiefe "Seicht" einmal und zweimal bearbeitet. Die gleiche Vorgehensweise erfolgte mit der Bearbeitungstiefe "Tief". Anschließend wurde die gegrubberte Parzelle mit der Kreiselegge in der Tiefe "Normal" bearbeitet. Weiters wurde die nicht bearbeitete Fläche mit der Kreiselegge jeweils "Seicht" und "Tief" bearbeitet. Nach jedem Arbeitsgang wurden Fotos aufgenommen. Mit dieser Vorgehensweise wurde die Änderung der Bodenbedeckung durch die Bodenbearbeitung ermittelt.

Sämtliche Fotos wurden mit der Software „eCognition“ und der OBIA – Methode (BAUER & STRAUSS, 2013) analysiert und ausgewertet. In den Tabellen 9 – 19 sind die erwähnten Fotos, die Analyse mit der OBIA - Methode und die Anteile der Klassen Schatten, Vegetation, Pflanzenreste, Steine, Unsicher und Boden am gesamten Foto in Prozent exemplarisch dargestellt.

Tabelle 9: Beispiel Fotoauswertung - Vor der Bodenbearbeitung

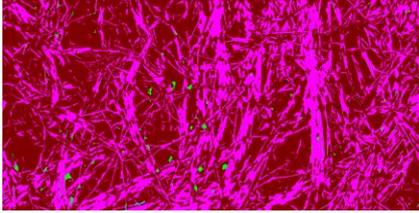
Vor der Bodenbearbeitung		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,0 %
		Vegetation: 0,6 %
		Pflanzenreste: 37,2 %
		Steine: 0,1 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 62,1 %

Tabelle 10: Beispiel Fotoauswertung – Grubber, Tiefe: “Seicht“, 1 Überfahrt

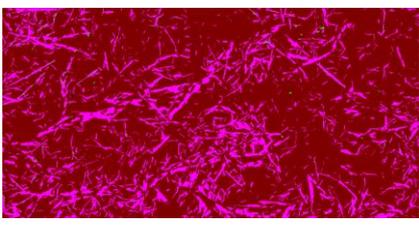
Grubber, Tiefe: “Seicht“, 1 Überfahrt		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,1 %
		Vegetation: 0,2 %
		Pflanzenreste: 26,8 %
		Steine: 0,0 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 72,9 %

Tabelle 11: Beispiel Fotoauswertung – Grubber, Tiefe: “Seicht“, 1 Überfahrt + Kreiselegge

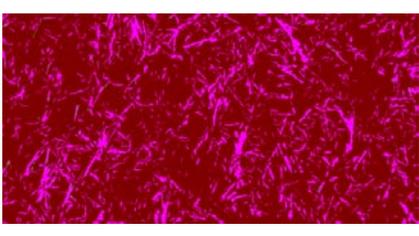
Grubber, Tiefe: “Seicht“, 1 Überfahrt + Kreiselegge		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,0 %
		Vegetation: 0,1 %
		Pflanzenreste: 14,6 %
		Steine: 0,0 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 85,2 %

Tabelle 12: Beispiel Fotoauswertung – Grubber, Tiefe: “Seicht“, 2 Überfahrten

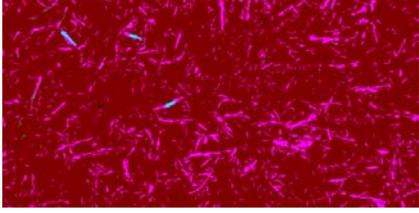
Grubber, Tiefe: “Seicht“, 2 Überfahrten		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,0 %
		Vegetation: 0,1 %
		Pflanzenreste: 9,7 %
		Steine: 0,1 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 90,1 %

Tabelle 13: Beispiel Fotoauswertung – Grubber, Tiefe: "Seicht", 2 Überfahrten + Kreiselegge

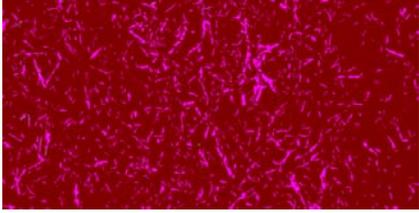
Grubber, Tiefe: "Seicht", 2 Überfahrten + Kreiselegge		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,0 %
		Vegetation: 0,0 %
		Pflanzenreste: 8,9 %
		Steine: 0,0 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 91,1 %

Tabelle 14: Beispiel Fotoauswertung – Grubber, Tiefe: "Tief", 1 Überfahrt

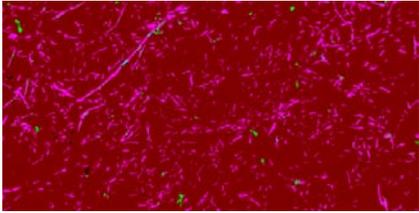
Grubber, Tiefe: "Tief", 1 Überfahrt		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,1 %
		Vegetation: 0,4 %
		Pflanzenreste: 7,3 %
		Steine: 0,0 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 92,2 %

Tabelle 15: Beispiel Fotoauswertung – Grubber, Tiefe: "Tief", 1 Überfahrt + Kreiselegge

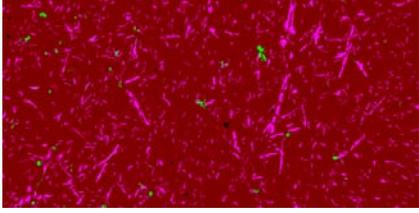
Grubber, Tiefe: "Tief", 1 Überfahrt + Kreiselegge		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,1 %
		Vegetation: 0,4 %
		Pflanzenreste: 7,0 %
		Steine: 0,0 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 92,5 %

Tabelle 16: Beispiel Fotoauswertung – Grubber, Tiefe: "Tief", 2 Überfahrten

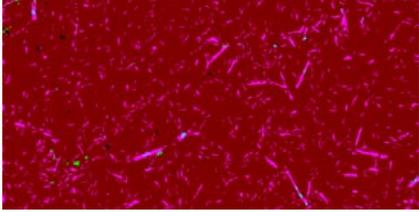
Grubber, Tiefe: "Tief", 2 Überfahrten		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,1 %
		Vegetation: 0,1 %
		Pflanzenreste: 6,1 %
		Steine: 0,1 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 93,6 %

Tabelle 17: Beispiel Fotoauswertung – Grubber, Tiefe: "Tief", 2 Überfahrten + Kreiselegge

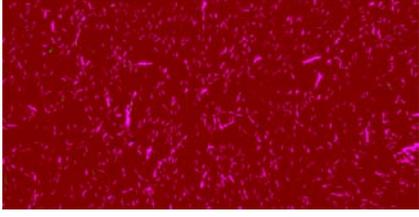
Grubber, Tiefe: "Tief", 2 Überfahrten + Kreiselegge		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,0 %
		Vegetation: 0,0 %
		Pflanzenreste: 5,4 %
		Steine: 0,0 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 94,5 %

Tabelle 18: Beispiel Fotoauswertung – Kreiselegge, Tiefe: "Seicht"

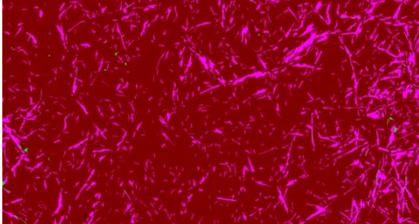
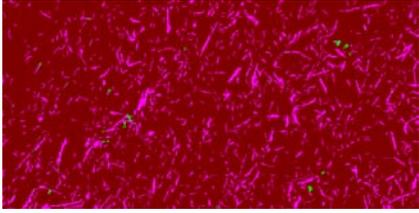
Kreiselegge, Tiefe: "Seicht"		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,0 %
		Vegetation: 0,2 %
		Pflanzenreste: 11,1 %
		Steine: 0,0 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 88,7 %

Tabelle 19: Beispiel Fotoauswertung – Kreiselegge, Tiefe: "Tief"

Kreiselegge, Tiefe: "Tief"		
Foto	OBIA - Methode	Klassen
		Schatten: 0,0 %
		Vegetation: 0,2 %
		Pflanzenreste: 9,5 %
		Steine: 0,0 %
		Unsicher: 0,0 %
		Boden: 90,3 %

3.5 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung wurde die Software SPSS Version 15.0.1 (SPSS Inc.) verwendet. Die in der Arbeit dargestellten Boxplots stellen jeweils den Median, die Box mit 50 % aller Werte, die 95% Whisker sowie Extremwerte und Ausreißer als einzelne Kreise und Kreuze dar (siehe Abbildung 30). Korrelationen wurden mit dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson ermittelt. Die Überprüfung auf Normalverteilung der Werte erfolgte mittels Levene – Test. Die Interpretation der Korrelationen basiert auf dem von BÜHL (2010) publizierten Schlüssel (siehe Tabelle 20). Das Signifikanzniveau wird mit den in Tabelle 21 angeführten Symbolen gekennzeichnet.

Tabelle 20: Interpretation der Korrelationskoeffizienten (BÜHL, 2010)

Wert	Interpretation
bis 0,2	Sehr geringe Korrelation
bis 0,5	Geringe Korrelation
bis 0,7	Mittlere Korrelation
bis 0,9	Hohe Korrelation
über 0,9	Sehr hohe Korrelation

Tabelle 21: Kennzeichnung des Signifikanzniveaus

Symbol	Irrtumswahrscheinlichkeit	Signifikanzniveau
**	< 0,01	hoch signifikant
*	< 0,05	signifikant
kein Symbol	> 0,05	nicht signifikant

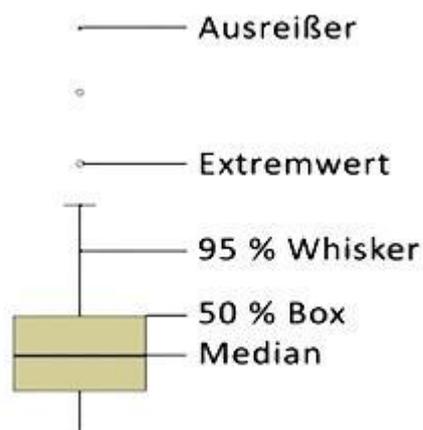


Abbildung 30: Beispiel Boxplot

4 Ergebnisse und Diskussion

Die Analyse des Einflusses der einzelnen Faktoren auf den Bedeckungsgrad erfolgt auf Basis der absoluten Bedeckung in Prozent der Bodenoberfläche. Zusätzlich wird die relative Änderung des Bedeckungsgrades durch die speziellen Einflussfaktoren bewertet, wobei unter relativer Änderung die prozentuelle Änderung der Bodenbedeckung nach einer erfolgten Bearbeitung verstanden wird. Wird der Bedeckungsgrad durch die Bearbeitung mit einem Grubber von 30 % auf 10 % absolute Bodenbedeckung reduziert entspricht dies einer relativen Änderung der Bodenbedeckung um – 67 %.

Um Standortunterschiede auszugleichen, erfolgt die Auswertung der erhobenen Daten über alle Standorte je bewertetem Faktor. Eine Bewertung bzw. ein Vergleich der einzelnen Standorte wird ebenfalls durchgeführt. Die Ergebnisse werden nur bei statistischer Signifikanz erwähnt und interpretiert. Im Anhang sind sämtliche erhobenen Daten angeführt.

4.1 Einfluss der oberirdischen Biomasse auf den Bedeckungsgrad

Die aus den drei Proben gemittelten Biomasseertragswerte und die zugehörigen Standardabweichungen sind in Tabelle 22 angeführt. Die Biomasseertragswerte reichen von 0,8 t/ha in Heidenreichstein 1 bis zu 6,7 t/ha in Hasendorf.

Tabelle 22: Biomasseerträge der Begrünungen in t/ha TM

Standort	Begrünungs- mischung Nummer	Mittelwerte Biomasse in t/ha (gerundet)	Standard- abweichung in t/ha (gerundet)
Bad Hall	1	4,2	1,2
	2	2,7	1,0
Bad Wimsbach 1	1	2,6	0,4
	2	3,0	0,5
	3	3,5	0,2
	4	3,0	0,7
Bad Wimsbach 2	1	2,0	0,5
	2	2,6	0,7
Enns	1	2,5	0,2
	2	1,1	0,2
Hasendorf	1	6,7	-
Heidenreichstein 1	1	0,9	0,1
	2	0,8	0,3
Heidenreichstein 2	1	1,4	0,4
	2	1,8	0,6
Heidenreichstein 3	1	1,1	0,3
	2	1,8	0,8
Hötzlsdorf 1	1	2,3	0,5
Hötzlsdorf 2	1	2,0	0,4
Hötzlsdorf 3	1	2,4	0,4
Neidling	1	3,9	1,0
Waidhofen a.d.T.	1	3,3	0,4
	2	3,2	0,8

4.1.1 Einfluss des Biomasseaufwuchses auf den Bedeckungsgrad vor und nach der Bodenbearbeitung

Die Korrelationsanalyse ergibt für den Zusammenhang von Biomasseaufwuchs und Bedeckungsgrad vor der Bodenbearbeitung eine sehr geringe Korrelation (nicht signifikant). Die im Herbst gemessene Biomasse, die oberirdisch vorhanden war, hat somit einen geringen Einfluss auf die Bodenbedeckung vor der Bodenbearbeitung im Frühling.

Nach der Bearbeitung mit Bodenbearbeitungsgeräten ergibt sich über alle Varianten ein geringer Zusammenhang zwischen oberirdisch vorhandener Biomasse und der Bodenbedeckung (siehe Tabelle 23).

Tabelle 23: Korrelation zwischen Biomasseaufwuchs und Bodenbedeckung

Faktoren		Korrelationskoeffizient
Biomasseaufwuchs	Bedeckungsgrad vor der Bearbeitung	0,27
Biomasseaufwuchs	Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung	0,43**

Bei einer standortspezifischen Beurteilung weist die oberirdisch vorhandene Biomasse an den Standorten Enns und Bad Wimsbach 1 eine hohe Korrelation von 0,76** und 0,80* auf. Die weiteren Standorte weisen keine bzw. eine sehr geringe Korrelation zwischen oberirdischer Biomasse und Bodenbedeckung mit Pflanzenresten nach der Bearbeitung auf.

Aufgrund der trockenen Witterung wurden generell geringe Biomasseaufwüchse erreicht (siehe Tabelle 22). So erreichte zum Beispiel Senf in Enns mit einem Biomasseertrag von 2,5 t/ha den von BUCHNER & KÖLLER (1990) im langjährigen Versuch erhobenen durchschnittlichen Biomasseertrag für Senf von 3 – 3,5 t/ha nicht. Vor allem auf den Standorten im Waldviertel (Heidenreichstein, Hötzlsdorf und Waidhofen a.d.T.) waren die gemessenen Biomasseertragswerte sehr gering.

Am Standort Hasendorf wurde ein Biomasseertrag von 6,7 t/ha vor der Bearbeitung ermittelt. Dabei handelt es sich aber nicht um eine klassische abfrierende Winterbegrünung, sondern um Grünschnittroggen, welcher durch sein Wachstum im Frühjahr mehr Biomasse bilden konnte. Die hohen Standardabweichungen resultieren aus dem zum Teil sehr inhomogenen Aufwuchsmengen der Begrünungen.

Eine Auswertung der von WU, ET AL. (2008) erhobenen Daten ergibt eine hohe Korrelation zwischen Biomasse und Bodenbedeckung vor und nach einer Bodenbearbeitung. Auf den Standorten Enns und Bad Wimsbach 1 bestätigt sich der in der Literatur gefundene Zusammenhang nach erfolgter Bodenbearbeitung.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss der Biomasse auf den Bedeckungsgrad vor der Bearbeitung nicht festgestellt. Dies steht im Gegensatz zu den in der Literatur gefundenen Ergebnissen.

So hat MASEK, ET AL. (2012) einen linear steigenden Zusammenhang zwischen Biomassemenge und Bodenbedeckung gefunden. SLONEKER & MOLDENHAUER (1977) und GREGORY (1982) haben einen nicht linearen Zusammenhang zwischen Biomasse und Bedeckungsgrad festgestellt.

Die in der Literatur gefundenen Zusammenhänge zwischen gebildeter Biomassemenge und Bedeckungsgrad beruhen meist auf Untersuchungen einer Pflanzenart auf einem Standort (HULA, ET AL., 2013). Im Gegensatz dazu wurden in dieser Arbeit unterschiedliche Pflanzenarten in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen und Klimaten auf mehreren Standorten untersucht. UNGER, ET AL. (2012) beschreibt, dass unterschiedliche Pflanzenarten bei gleicher Biomassemenge je Fläche zum Teil stark unterschiedliche Bedeckungsgrade je Fläche aufweisen.

Durch den Verrottungsprozess über den Winter kommt es zu einer Abnahme der Biomasse. Wie STEINER, ET AL. (2000) beschreiben, wird, bei einer geringen Menge an Biomasse, dadurch auch der Bedeckungsgrad des Bodens reduziert. Da in diesem Versuch die Biomasseaufwüchse bereits im Herbst ermittelt und geringe Biomasseerträge gemessen wurden, kam es durch den Verrottungsprozess zu einer Veränderung des Verhältnisses Biomassemenge zu Bodenbedeckung.

Weitere Gründe für den ermittelten geringen Einfluss der Biomasse können die unterschiedliche Pflanzenmorphologie (GREGORY, 1982), die unterschiedliche Reaktion auf mechanische Zerteilung der einzelnen Pflanzenarten durch das Bodenbearbeitungsgerät, der Grad an Verholzung und der Wassergehalt der Pflanzen zum Zeitpunkt der Bodenbearbeitung sein.

4.2 Einfluss des Bedeckungsgrades vor der Bodenbearbeitung auf den Bedeckungsgrad nach der Bodenbearbeitung

Mit einem Korrelationskoeffizient von $r = 0,40^{**}$ weist die Bodenbedeckung vor der Bearbeitung ebenfalls einen geringen Einfluss auf den Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung auf. Hier sind ebenfalls die unterschiedliche Pflanzenmorphologie (GREGORY, 1982), die unterschiedliche Reaktion auf mechanische Zerteilung der einzelnen Pflanzenarten durch das Bodenbearbeitungsgerät, der Grad an Verholzung und der Wassergehalt der Pflanzen zum Zeitpunkt der Bodenbearbeitung zu nennen.

Dieses Ergebnis wird durch die Arbeit von RAPER (2002) bestätigt, der festgestellt hat, dass die Anzahl an stehenden oder flach auf der Bodenoberfläche liegenden Pflanzenresten, also mehr oder weniger Bodenbedeckung vor der Bearbeitung, keinen Einfluss auf die Menge an Pflanzenresten auf der Bodenoberfläche nach der Bearbeitung hat.

4.3 Einfluss der Bodenart auf den Bedeckungsgrad nach der Bodenbearbeitung

In Tabelle 24 sind die auf den Versuchsstandorten erhobenen Bodenarten sowie der Humusgehalt aufgeführt. Die Ergebnisse der Beprobung wurden nach dem österreichischen Texturdreieck (ÖNORM L1050 (AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE, 2013)) in Bodenarten unterteilt. Um den Einfluss der Bodenart bzw. Textur auf die Bodenbedeckung mit abgestorbenem Pflanzenmaterial nach der Bearbeitung zu analysieren, wird der Schluffgehalt herangezogen. Die Schlufffraktion stellt jene Fraktion des mineralischen Bodens dar, welche die höchste Erodierbarkeit sowohl durch Wind als auch durch Wasser aufweist (SCHEFFER, ET AL., 2010). Die Schluffgehalte reichen von 20,9 % bis zu 77,8 %.

Tabelle 24: Bodentextur der Standorte (nach ÖNORM L-1050)

Standort	Sandgehalt	Schluffgehalt	Tongehalt	Bodenart	Humusgehalt
Bad Hall	11,8 %	65,7 %	22,5 %	IU	2,2 %
Bad Wimsbach 1	26,9 %	58,7 %	14,4 %	sU	5,4 %
Bad Wimsbach 2	18,6 %	72,2 %	18,6 %	IU	2,5 %
Edt bei Lambach	53,7 %	32,1 %	14,1 %	IS	2,8 %
Enns	7,2 %	77,8 %	14,9 %	U	1,7 %
Güssing	14,9 %	68,3 %	16,9 %	IU	2,0 %
Hasendorf	50,5 %	38,4 %	11,1 %	IS	3,0 %
Heidenreichstein	73,2 %	21,8 %	5,1 %	S	3,1 %
Heidenreichstein	74,0 %	20,9 %	5,1 %	S	4,1 %
Heidenreichstein	71,8 %	21,3 %	7,0 %	S	3,1 %
Hötzlsdorf 1	30,0 %	49,7 %	20,3 %	sL	3,7 %
Hötzlsdorf 2	19,0 %	58,4 %	22,5 %	IU	2,2 %
Hötzlsdorf 3	65,3 %	23,5 %	11,3 %	IS	2,0 %
Neidling	21,3 %	50,5 %	28,2 %	L	2,0 %
Rohrau	22,0 %	56,9 %	21,1 %	IU	3,3 %
Schönabrunn	42,8 %	41,2 %	16,1 %	sL	2,0 %
Waidhofen a.d.T.	53,4 %	32,8 %	13,9 %	IS	2,5 %

Der Schluffgehalt hat mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = -0,36^{**}$ einen geringen negativen Einfluss auf die Bodenbedeckung nach der Bearbeitung. Dies deutet darauf hin, dass bei höheren Schluffgehalten der Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung geringer ist als bei geringeren Schluffgehalt.

Ebenso weisen der Tongehalt mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,07$ und der Sandgehalt mit $r = 0,26^{**}$ einen sehr geringen bzw. geringen Einfluss auf die Bodenbedeckung nach der Bearbeitung auf.

Auf Basis des österreichischen Texturdreieckes (ÖNORM L 1050) wurden die Bedeckungsgrade in Bezug auf die Textur der Böden untersucht. Bei der Analyse von Böden mit einem Schluffgehalt von $<55\%$ zeigt sich ein um ca. 5 Prozentpunkte signifikant höherer Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung als bei Böden mit einem Schluffgehalt von $>55\%$.

Ein ähnlicher Zusammenhang konnte bei der Analyse von Sandgehalt und Bedeckungsgrad gefunden werden. So wiesen Böden mit einem Sandgehalt über 55% einen um $-2,7\%$ signifikant niedrigeren Bedeckungsgrad auf als Böden mit einem Sandgehalt unter 55% .

Die Analyse der Tongehaltes führte zu keinem signifikanten Unterschied des Bedeckungsgrades.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bodenart nur einen sehr geringen bzw. geringen Einfluss auf den Bodenbedeckungsgrad hat. Da die Bodenart das Wachstum der Pflanzen und somit die Biomassebildung beeinflusst, kann die Bodenart in Zusammenhang mit dem Einfluss der Biomasse gebracht werden. Wie beschrieben, erweist sich der Zusammenhang Biomasse und Bedeckungsgrad, und somit auch der Einfluss der Bodenart, als gering.

Böden mit einem niedrigeren Schluffgehalt weisen trotz der signifikant geringeren Biomassemenge auf diesen Böden einen um ca. 5% höheren Bedeckungsgrad auf als schluffreichere Böden. Dies deutet darauf hin, dass auf Böden mit einem höheren Schluffgehalt beim Bearbeitungsvorgang die Pflanzenreste mehr verschüttet werden als auf Böden mit geringerem Schluffgehalt.

4.4 Bearbeitungsgerät

4.4.1 Einfluss der Bearbeitungsgeräte auf die Bodenbedeckung nach der Bearbeitung

Die in Abbildung 31 dargestellten Boxplots zeigen die Bodenbedeckung mit Pflanzenresten nach der Bearbeitung mit dem jeweiligen Gerät.

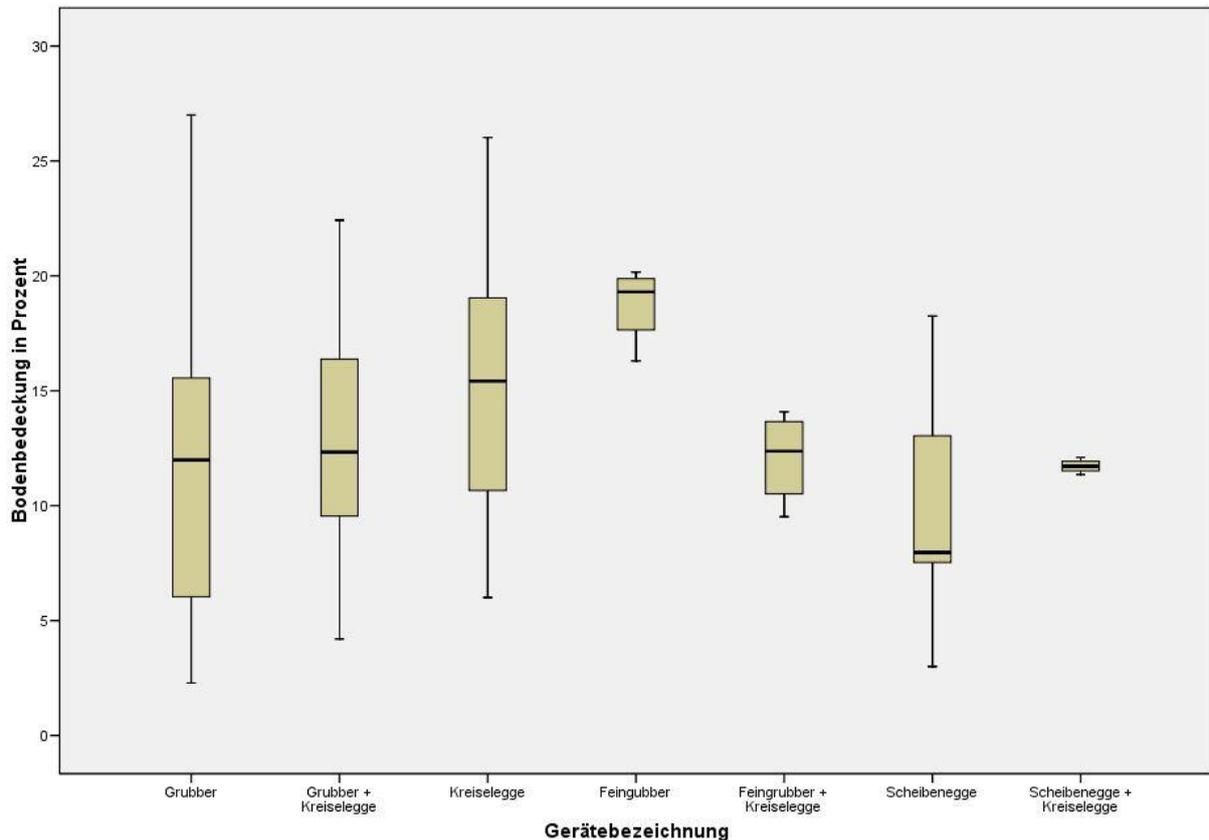


Abbildung 31: Bodenbedeckung in % nach der Bearbeitung

In Tabelle 25 sind die Daten zu Abbildung 31 aufgelistet.

Tabelle 25: Einfluss der eingesetzten Geräte auf die Bodenbedeckung in %

Gerät	N	MW	Std. abw.	Median
Grubber	108	11,7 %	5,8 %	12,0 %
Grubber + Kreiselegge	76	12,6 %	4,5 %	12,3 %
Kreiselegge	42	15,9 %	5,8 %	15,4 %
Feingrubber	4	18,8 %	1,7 %	19,3 %
Feingrubber + Kreiselegge	4	12,1 %	2,0 %	12,4 %
Scheibenegge	15	10,1 %	4,1 %	8,0 %
Scheibenegge + Kreiselegge	4	11,7 %	0,3 %	11,7 %

Die einfaktorielle Anova Analyse ergab mit einem $p = 0,00$ ein hoch signifikantes Ergebnis. Somit unterschieden sich die unterschiedlichen Geräte in Bezug auf den Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung signifikant.

Der Tukey-HSD Test weist einen signifikant höheren Bedeckungsgrad des Feingrubbers im Vergleich zur Scheibenegge aus.

Tabelle 26 stellt den Einfluss der Bearbeitungsgeräte auf den jeweiligen Standorten dar.

Tabelle 26: Einfluss der Bearbeitungsgeräte an den jeweiligen Standorten (Angaben in %)

Bad Hall					Bad Wimsbach 1				
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median	Gerät	MW	N	Std. abw.	Median
Kreiselegge	12,7	4	2,5	12,5	Grubber	8,4	4	1,5	8,6
Feingrubber	18,8	4	1,7	19,3	Grubber + Kreiselegge	9,2	4	1,7	9,3
Feingrubber + Kreiselegge	12,1	4	2,0	12,4					
Scheibenegge	13,4	4	1,9	13,1					
Scheibenegge + Kreiselegge	11,7	4	0,3	11,7					
Bad Wimsbach 2					Edt bei Lambach				
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median	Gerät	MW	N	Std. abw.	Median
Grubber	10,2	8	4,1	9,6	Grubber	20,9	16	3,3	21,0
Kreiselegge	9,6	4	3,4	9,1	Kreiselegge	25,0	8	1,0	25,3
Grubber + Kreiselegge	7,9	8	2,7	6,9	Grubber + Kreiselegge	18,5	16	2,4	19,1
Enns					Güssing				
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median	Gerät	MW	N	Std. abw.	Median
Grubber	9,2	8	4,8	7,1	Grubber	4,9	4	0,5	4,9
Kreiselegge	12,6	4	6,6	10,9	Scheibenegge	7,0	5	2,4	7,8
Grubber + Kreiselegge	8,6	8	3,9	7,2					
Hasendorf					Heidenreichstein 1				
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median	Gerät	MW	N	Std. abw.	Median
Grubber	4,7	20	1,6	5,2	Grubber	12,7	8	1,2	12,6
					Kreiselegge	12,9	4	3,5	12,8
					Grubber + Kreiselegge	10,9	8	1,9	11,2

Heidenreichstein 2					Heidenreichstein 3				
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median	Gerät	MW	N	Std. abw.	Median
Grubber	13,2	8	2,8	12,6	Grubber	12,4	8	1,2	12,5
Kreiselegge	13,4	4	3,2	13,3	Kreiselegge	13,9	4	3,1	14,1
Grubber + Kreiselegge	9,5	8	0,8	9,7	Grubber + Kreiselegge	10,3	8	1,0	9,9
Hötzlsdorf1					Hötzlsdorf 2				
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median	Gerät	MW	N	Std. abw.	Median
Scheibenegge	16,0	2	3,1	16,0	Scheibenegge	7,7	1	.	7,7
Hötzlsdorf 3					Neidling				
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median	Gerät	MW	N	Std. abw.	Median
Scheibenegge	6,9	1	.	6,9	Kreiselegge	16,4	2	0,7	16,4
Rohrau					Schönabrunn				
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median	Gerät	MW	N	Std. abw.	Median
Grubber	8,7	4	0,9	8,7	Grubber	8,6	4	0,3	8,6
Scheibenegge	7,5	2	0,1	7,5					
Waidhofen a.d.T.									
Gerät	MW	N	Std. abw.	Median					
Grubber	15,6	16	2,0	15,6					
Kreiselegge	16,8	8	3,2	16,4					

In Abbildung 32 sind die relativen Änderungen der Bodenbedeckung durch die jeweiligen Geräte dargestellt.

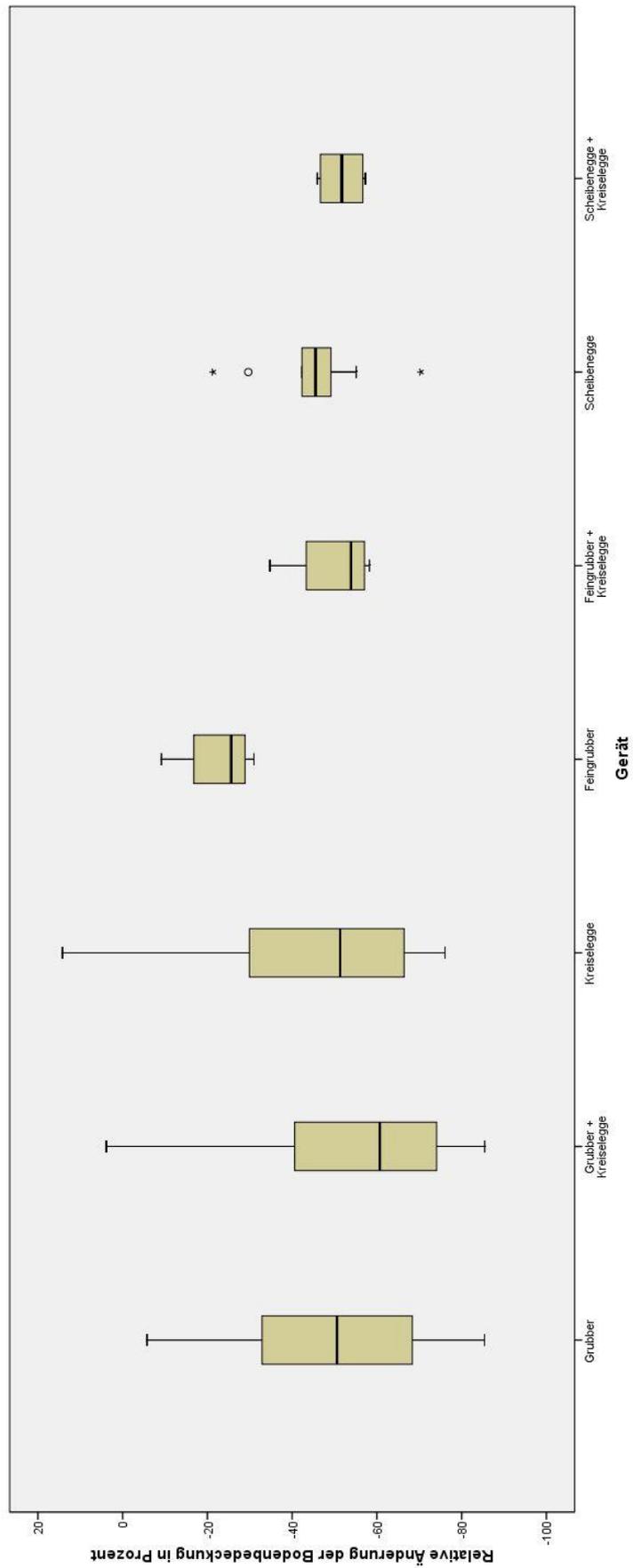


Abbildung 32: Änderung der relativen Bodenbedeckung durch die jeweiligen Bearbeitungsgeräte

Tabelle 27: Änderung der relativen Bodenbedeckung durch das jeweilige Bearbeitungsgerät

Gerät	N	MW	Std. abw.	Median
Grubber	74	-50,0 %	22,4 %	-50,6 %
Grubber + Kreiselegge	72	-56,4 %	20,8 %	-60,7 %
Kreiselegge	40	-45,1 %	25,7 %	-51,3 %
Feingrubber	4	-22,9 %	9,5 %	-25,6 %
Feingrubber + Kreiselegge	4	-50,2 %	10,6 %	-53,9 %
Scheibenegge	10	-44,9 %	13,2 %	-45,5 %
Scheibenegge + Kreiselegge	4	-51,7 %	5,8 %	-51,7 %

Da die Werte der relativen Änderung der Bodenbedeckung keine homogene Varianz nach dem Levene Test aufweisen, wird der statistische Zusammenhang mittels Kruskal-Wallis Test beurteilt. Dieser Test zeigt mit einem p-Wert von 0,03, dass sich die einzelnen Geräte in Bezug auf die relative Änderung der Bodenbedeckung signifikant voneinander unterscheiden.

Der Feingrubber weist den höchsten absoluten Bedeckungsgrad (ca. 19 %) aller Bearbeitungsgeräte auf. Auch reduziert er mit ca. 23 % die Bodenbedeckung am geringsten. Da der verwendete Feingrubber eine maximale Arbeitstiefe von 5 cm erlaubt, kann diese seichte Bearbeitung als Grund für den höheren Bedeckungsgrad bzw. die geringere Reduzierung der Bodenbedeckung gesehen werden. Außerdem hat die schmale Scharform des Feingrubbers im Vergleich zu einem Flügelschargrubber nur einen geringen Einfluss auf den Bedeckungsgrad des Bodens nach der Bearbeitung (JOHNSON, 1988).

Die Kreiselegge belässt im Mittel eine Bodenoberfläche von ca. 16 % mit Pflanzenresten bedeckt. Die Reduktion der Bodenbedeckung um ca. 45 % ist beträchtlich, aber in etwa gleich hoch, wie jene der Scheibenegge (ca. 45 %) sowie der des Grubbers (ca. 50 %). Wird die Kreiselegge nur seicht (3–5 cm) eingesetzt, erreicht sie einen ähnlichen Bedeckungsgrad (ca. 18 %) wie der Feingrubber. Die Erhöhung der Arbeitstiefe auf 5–10 cm reduziert die Bodenbedeckung im Vergleich zur seichteren Bearbeitungstiefe um ca. 3 Prozentpunkte auf ca. 15 %, liegt aber etwas höher als die Werte bei Grubber und Scheibenegge. Die Reduktion um ca. 3 % entspricht jener Reduzierung der Bodenbedeckung, die durch die Erhöhung der Arbeitstiefe wie in Kapitel 4.4.3 generell für den Einfluss der Bearbeitungstiefe festgestellt wird.

Van Muysen & Govers (2002) zeigten, dass der Bearbeitung-Transport-Koeffizient, welcher die transportierte Masse an Boden in kg/m je Arbeitsgang wiedergibt, der Kreiselegge ähnlich hoch ist wie jener von Pflug und Grubber. Trotz der geringen Arbeitstiefe der Kreiselegge im Vergleich zum Grubber oder der Scheibenegge erzeugt die Kreiselegge durch die zusätzliche Energie der Zapfwelle eine ähnlich hohe Bearbeitungsintensität und somit eine hohe Reduktion der Bodenbedeckung. Aus diesem Grund sowie aufgrund der gemessenen Bedeckungsgrade bei tiefer Bodenbearbeitung kann der Kreiselegge kein generell höherer Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung zugeschrieben werden. Vielmehr weist die Bearbeitungstiefe bei der Anwendung der Kreiselegge eine entscheidende Rolle.

Der Grubber und die Scheibenegge erreichen mit mittleren Bedeckungsgraden von 11,7 % und 10,1 % ähnlich niedrige Werte. Statistisch besteht zwischen Grubber und Scheibenegge kein Unterschied. Mit 50,0 % reduziert der Grubber die Bodenbedeckung tendenziell stärker als die Scheibenegge mit 44,9 %. Da die Standardabweichungen mit 22 % und 13,2 % sehr hoch sind, und kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen besteht ($p = 0,55$), wird die relative Änderung der Bodenbedeckung von Grubber und Scheibenegge als gleich angenommen.

Als Trend zeigt sich, dass die Scheibenegge weniger Bodenbedeckung hinterlässt als der Grubber. Dies deckt sich auch mit den in der Literatur gefundenen Ergebnissen. RAPER (2002) hat mit einer Differenz von 7 % einen signifikanten Unterschied zwischen Scheibenegge (15 %) und Grubber (22 %) erhalten. Aus den von RAPER (2002) erhobenen Daten lässt sich eine Reduktion der Bodenbedeckung durch den Grubber von 35,3 % und der Scheibenegge von - 55,9 % errechnen. MASEK, ET AL., (2012) und HULA, ET AL. (2013) kommen ebenfalls zu der Aussage, dass der Grubber mehr Pflanzenreste an der Bodenoberfläche belässt als die Scheibenegge.

Der Grubber hinterlässt mehr Pflanzenreste an der Oberfläche, weil er den Boden nur schneidet, ihn vertikal aufhebt und nicht wendet. Hingegen führt die Scheibenegge einen nach unten gerichteten Schnitt der Bodenoberfläche durch. Dabei wird der Boden gewendet und auf den Pflanzenresten bzw. der Bodenoberfläche abgelegt. Dies führt tendenziell zu einer höheren Einarbeitung der Pflanzenreste als beim Grubber (SHELTON, ET AL., 1994).

Bei Betrachtung der einzelnen Standorte im Bezug auf den Unterschied im Bedeckungsgrad von Grubber und Kreiselegge wird ersichtlich, dass auf manchen Standorten ein großer Unterschied (bis 4,1 Prozentpunkte), auf anderen fast kein Unterschied besteht. Die auf den Versuchsfeldern aufliegende Biomasse, Bodenbedeckung vor der Bearbeitung und die Bodenart korrelieren nur sehr gering mit dem Unterschied zwischen Grubber und Kreiselegge.

4.4.2 Einfluss der Anzahl der Überfahrten auf die Bodenbedeckung nach der Bearbeitung

In Abbildung 33 ist der Einfluss der Anzahl der Überfahrten auf die Bodenbedeckung über alle Standorte dargestellt.

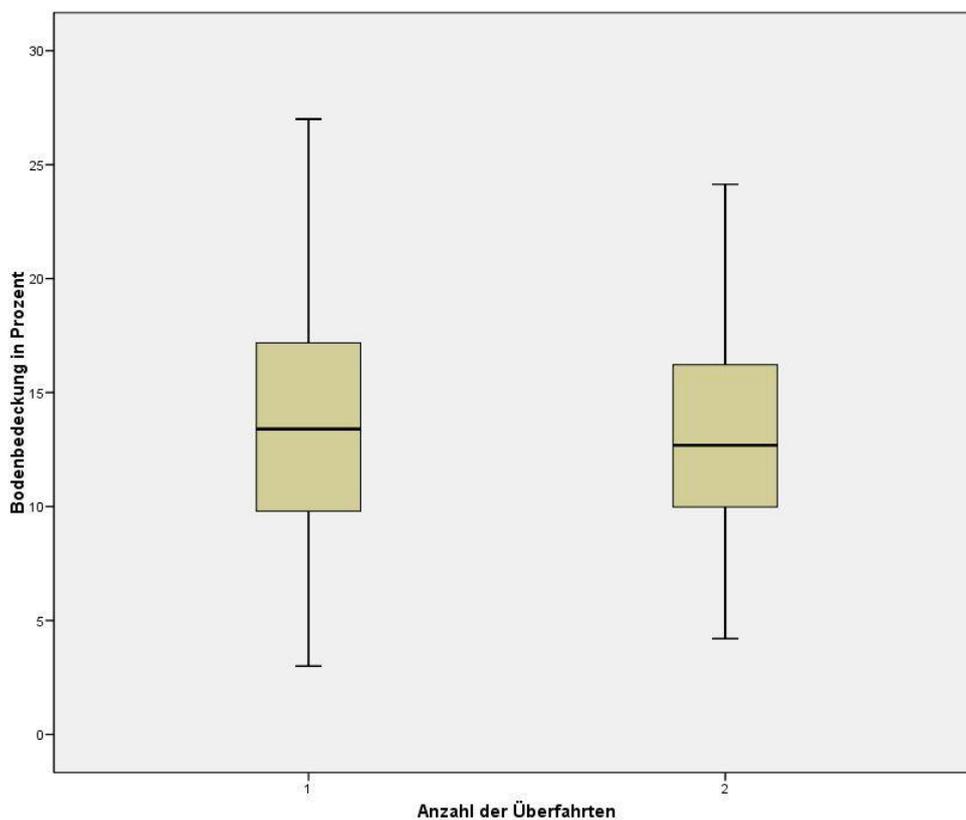


Abbildung 33: Einfluss der Anzahl an Überfahrten auf die Bodenbedeckung

Die Tabelle 28 zeigt die Werte zu Abbildung 33.

Tabelle 28: Einfluss der Anzahl der Überfahrten auf die Bodenbedeckung in %

Anzahl der Überfahrten	N	MW	Std. abw.	Median
1	138	14,0 %	5,4 %	13,4 %
2	82	13,0 %	4,5 %	12,7 %

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergibt mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,16$ keinen signifikanten Einfluss der Anzahl an Überfahrten auf die Bodenbedeckung mit Pflanzenresten nach der Bearbeitung über alle Standorte. Die Analyse der einzelnen Geräte ergibt ebenfalls bei allen Geräten keinen signifikanten Einfluss auf den Bedeckungsgrad (siehe Tabelle 29).

Tabelle 29: Einfaktorische Varianzanalyse der Anzahl der Überfahrten

Gerät	N	p-Wert
Grubber	184	0,86
Feingrubber	8	0,68
Scheibenegge	19	0,94

In Abbildung 34 ist die relative Änderung der Bodenbedeckung in Abhängigkeit von der Anzahl der Überfahrten dargestellt.

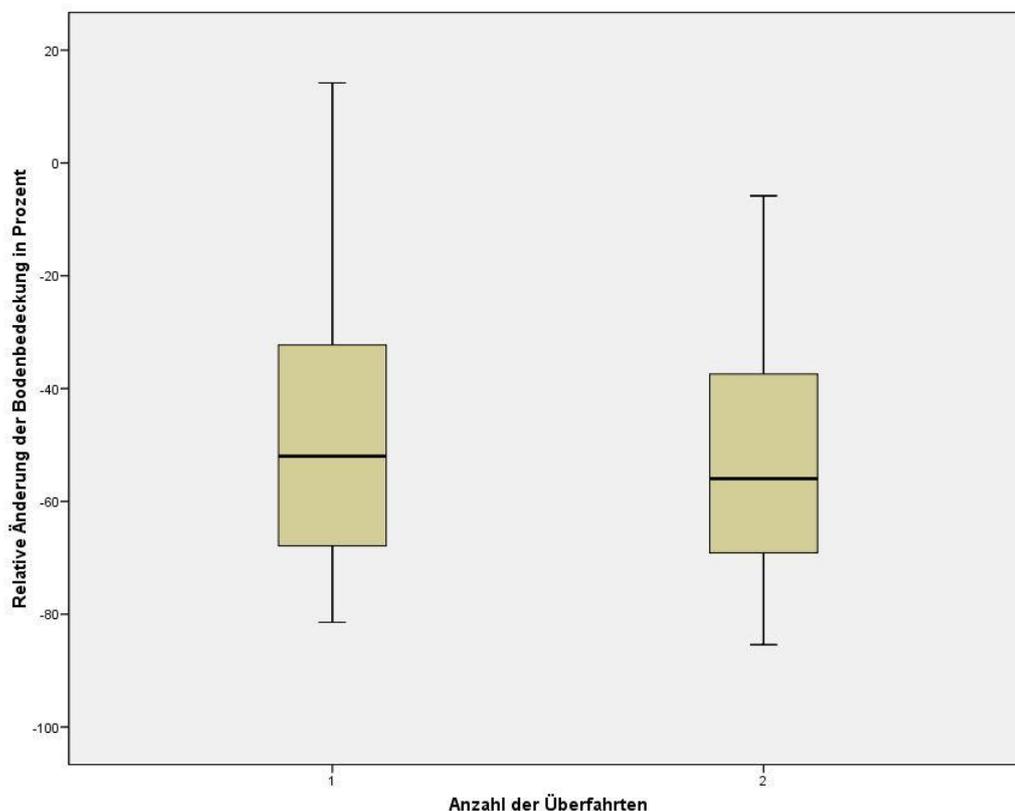


Abbildung 34: Relative Änderung der Bodenbedeckung in % abhängig von der Anzahl der Überfahrten

In Tabelle 30 sind die Daten zu Abbildung 34 ersichtlich.

Tabelle 30: Relative Änderung der Bodenbedeckung in Abhängigkeit der Anzahl an Überfahrten

Überfahrten	N	MW	Std. abw.	Median
1	126	-48,8 %	23,2 %	-52,0 %
2	82	-53,3 %	20,6 %	-56,0 %

Der T-Test ergab keinen signifikanten Unterschied der Anzahl der Überfahrten ($p = 0,14$).

Mit Ausnahme des Standortes Edt bei Lambach weist die Anzahl der Überfahrten bei keinem einzelnen Standort und bei keinem Bearbeitungsgerät einen signifikanten Unterschied im Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung auf (siehe Abbildung 33). Wie in Tabelle 28 angeführt, ist die Bodenbedeckung bei zwei Überfahrten um nur einen Prozentpunkt (nicht signifikant) niedriger als bei einer Überfahrt. Bei Bewertung der relativen Änderung der Bodenbedeckung in Abhängigkeit von der Anzahl der Überfahrten zeigt sich das selbe Bild. Der Grund dafür ist der Effekt, dass bei gleicher Arbeitstiefe Pflanzenreste, die schon verschüttet wurden, wieder ausgegraben und andere verschüttet werden (HANNA & POPE, 2013). In Summe gleicht sich die Menge an verschütteten und wieder ausgegrabenen Pflanzenresten aus.

Bei den Geräten Feingrubber und Scheibenegge ergab sich der Trend, dass die zweite Überfahrt keine weitere Reduktion der Bodenbedeckung hervorruft. Im Gegenteil erzeugt sie eher wieder eine Erhöhung des Bedeckungsgrades. Eine Zunahme des Bedeckungsgrades bei einer zweiten Bearbeitung mit einer Scheibenegge wurde auch von MASEK, ET AL. (2012) festgestellt.

4.4.3 Einfluss der Bearbeitungstiefe – Bodenbedeckung nach der Bearbeitung

In Abbildung 35 ist der Einfluss der Bearbeitungstiefe auf die Bodenbedeckung über alle Standorte dargestellt.

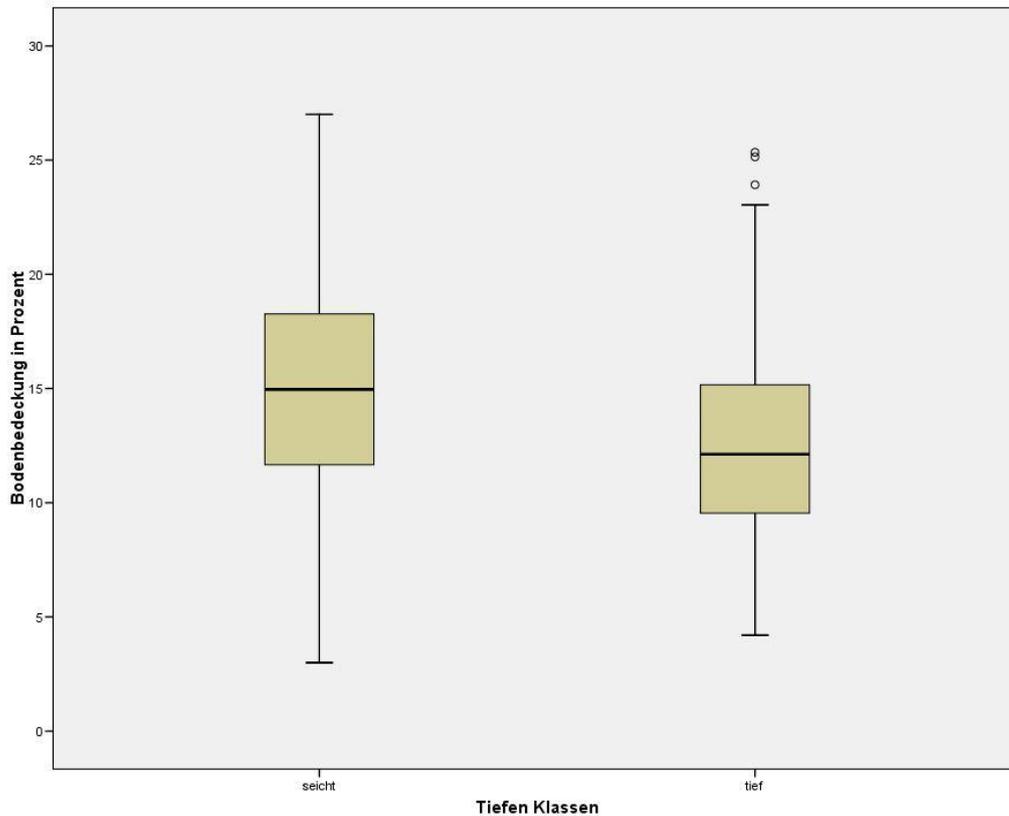


Abbildung 35: Einfluss der Bearbeitungstiefe auf die Bodenbedeckung

Die Tabelle 31 zeigt die Werte zu Abbildung 35.

Tabelle 31: Einfluss der Bearbeitungstiefe auf die Bodenbedeckung in %

Bearbeitungstiefe	N	MW	Std. abw.	Median
shallow	110	15,0 %	5,1 %	14,9 %
deep	105	12,4 %	4,8 %	12,1 %

Der Einfluss der Bearbeitungstiefe wurde mit einem T-test für unabhängige Stichproben untersucht. Dieser ergab mit einem $p = 0,00$ einen hoch signifikanten Einfluss der Bearbeitungstiefe auf die Bodenbedeckung mit Pflanzenresten nach der Bearbeitung über alle Bodenbearbeitungsgeräte.

In Abbildung 36 ist der Einfluss der Bearbeitungsgeräte unter Berücksichtigung der Bearbeitungstiefe dargestellt.

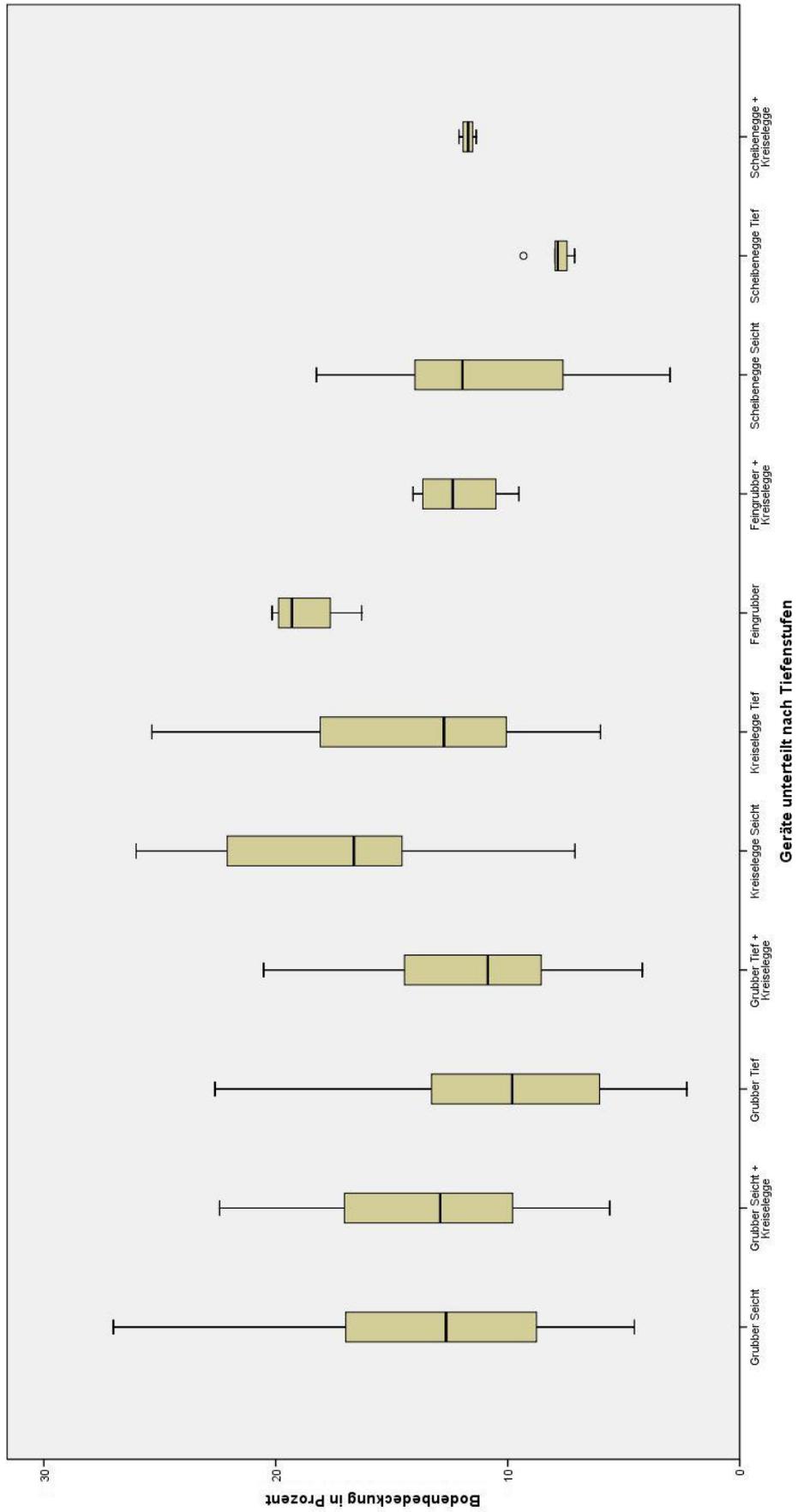


Abbildung 36: Bodenbedeckung in % nach der Bearbeitung – Geräte

In Tabelle 32 sind die Werte zu Abbildung 36.

Tabelle 32: Einfluss der Geräte auf die Bodenbedeckung in % unterteilt nach Tiefenstufen

Gerät	N	MW	Std. abw.	Median
Grubber Seicht	50	13,3 %	6,1 %	12,7 %
Grubber Seicht + Kreiselegge	36	13,5 %	4,6 %	12,9 %
Grubber Tief	58	10,3 %	5,2 %	9,8 %
Grubber Tief + Kreiselegge	40	11,7 %	4,2 %	10,9 %
Kreiselegge Seicht	20	17,6 %	5,4 %	16,6 %
Kreiselegge Tief	22	14,7 %	5,8 %	12,8 %
Feingrubber	4	18,8 %	1,7 %	19,3 %
Feingrubber + Kreiselegge	4	12,1 %	2,0 %	12,4 %
Scheibenegge Seicht	10	11,1 %	4,7 %	12,0 %
Scheibenegge Tief	5	8,0 %	0,8 %	7,8 %
Scheibenegge + Kreiselegge	4	11,7 %	0,3 %	11,7 %

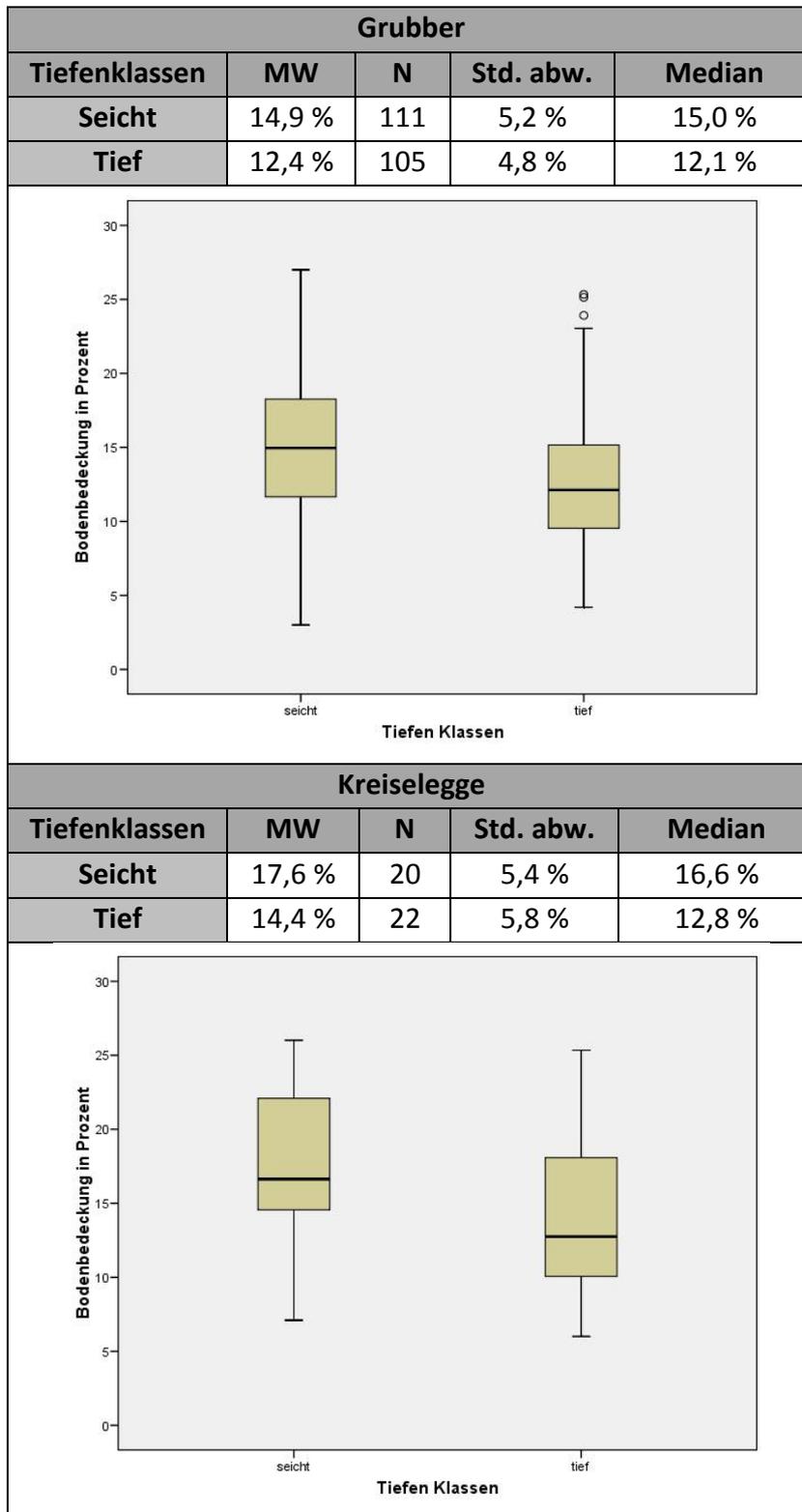
Bei der Beurteilung der einzelnen Geräte zeigt sich, dass nur beim Grubber die Bearbeitungstiefe einen signifikanten Einfluss auf die Bodenbedeckung hat (siehe Tabelle 33).

Tabelle 33: T-Test Einfluss der Bearbeitungstiefe

Gerät	N	p-Wert
Grubber	216	0,00
Kreiselegge	42	0,07
Scheibenegge	15	0,32

In Tabelle 34 ist der Einfluss der Bearbeitungstiefe der Geräte Grubber und Kreiselegge auf die Bodenbedeckung aufgelistet.

Tabelle 34: Einfluss der Bearbeitungstiefe der Geräte Grubber und Kreiselegge auf den Bedeckungsgrad in %



In Tabelle 35 sind die Werte der Bodenbedeckung in Abhängigkeit von der Bearbeitungstiefe und der Bearbeitungsgeräte nach Standorten angeführt.

Tabelle 35: Einfluss der Bearbeitungstiefe auf die Bodenbedeckung in % auf den einzelnen Standorten

Standort	Gerät	Tiefenklassen			
		Seicht		Tief	
		Mittelwert	St.-abw.	Mittelwert	St.-abw.
Bad Hall	Kreiselegge	14,8 %	0,8 %	10,5 %	0,2 %
	Scheibenegge	13,4 %	1,9 %	- ⁺	- ⁺
	Feingrubber	16,6 %	3,1 %	- ⁺	- ⁺
Bad Wimsbach 1	Grubber	- ⁺	- ⁺	8,4 %	1,5 %
Bad Wimsbach 2	Grubber	13,3 %	3,6 %	7,1 %	0,8 %
	Kreiselegge	11,3 %	4,0 %	7,9 %	2,7 %
Edt bei Lambach	Grubber	22,9 %	2,4 %	18,9 %	2,9 %
	Kreiselegge	25,7 %	0,4 %	24,4 %	1,1 %
Enns	Grubber	11,3 %	6,2 %	7,2 %	2,2 %
	Kreiselegge	14,2 %	10,0 %	10,9 %	4,5 %
Güssing	Grubber	- ⁺	- ⁺	4,9 %	0,5 %
	Scheibenegge	6,3 %	2,8 %	8,2 %	1,6 %
Hasendorf	Grubber	5,2 %	0,7 %	4,1 %	2,0 %
Heidenreichstein 1	Grubber	13,1 %	1,2 %	12,2 %	1,1 %
	Kreiselegge	15,9 %	0,6 %	9,9 %	0,3 %
Heidenreichstein 2	Grubber	15,1 %	2,8 %	11,4 %	1,3 %
	Kreiselegge	16,0 %	1,9 %	10,9 %	1,5 %
Heidenreichstein 3	Grubber	12,5 %	0,4 %	12,3 %	1,9 %
	Kreiselegge	16,5 %	1,0 %	11,4 %	1,4 %
Hötzlsdorf 1	Scheibenegge	16,0 %	3,1 %	- ⁺	- ⁺
Hötzlsdorf 2	Scheibenegge	7,7 %	- ⁺⁺	- ⁺	- ⁺
Hötzlsdorf 3	Scheibenegge	6,9 %	- ⁺⁺	- ⁺	- ⁺
Neidling	Kreiselegge	16,9 %	- ⁺⁺	15,9 %	-
Rohrau	Grubber	9,5 %	0,4 %	8,0 %	0,1 %
	Scheibenegge	7,5 %	0,1 %	- ⁺	- ⁺
Schönabrunn	Grubber	8,8 %	0,1 %	8,4 %	0,0 %
Waidhofen a.d.T.Thaya	Grubber	16,5 %	2,1 %	14,7 %	1,4 %
	Kreiselegge	18,1 %	4,3 %	16,0 %	2,6 %

⁺ ... die jeweilige Bearbeitungstiefe wurde am Standort nicht durchgeführt

⁺⁺ ... nur eine Stichprobe

In Abbildung 32 ist die relative Änderung der Bodenbedeckung in Abhängigkeit von der Bearbeitungstiefe dargestellt.

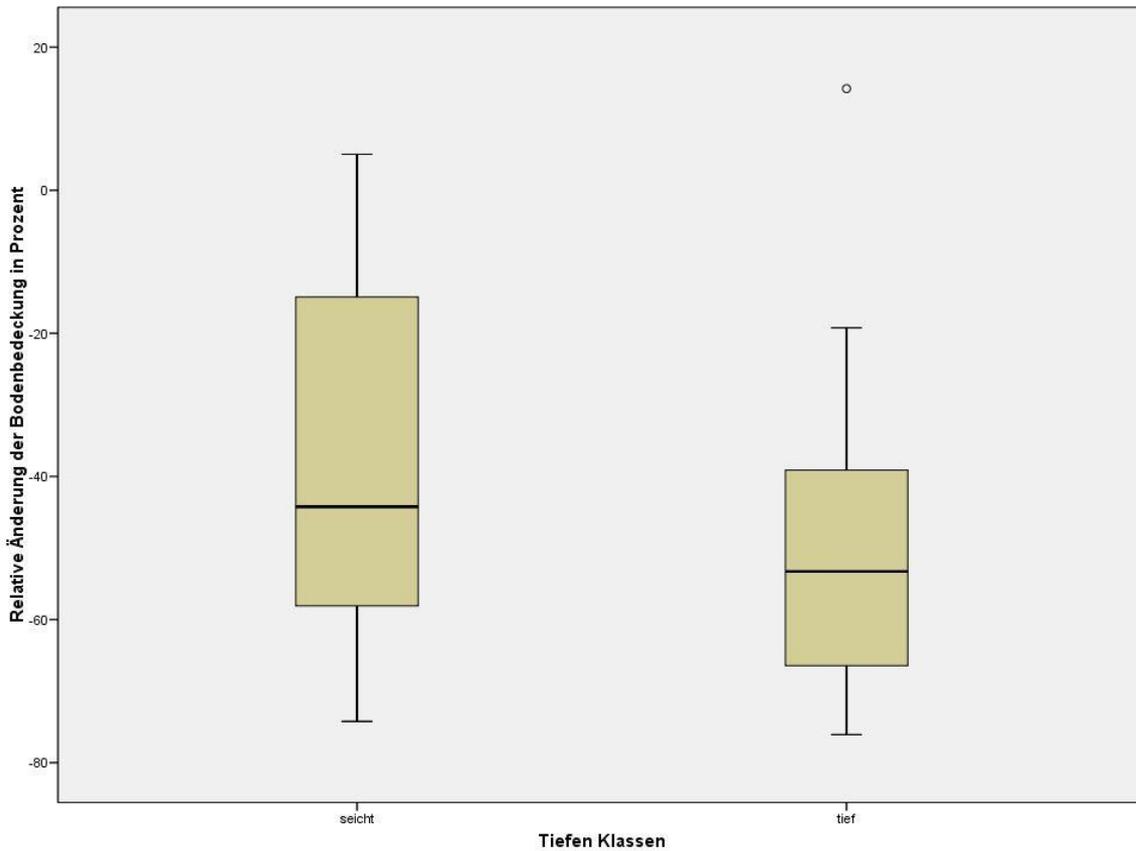


Abbildung 37: Relative Änderung der Bodenbedeckung in Abhängigkeit von der Bearbeitungstiefe

In Tabelle 36 sind die Werte zu Abbildung 37 dargestellt.

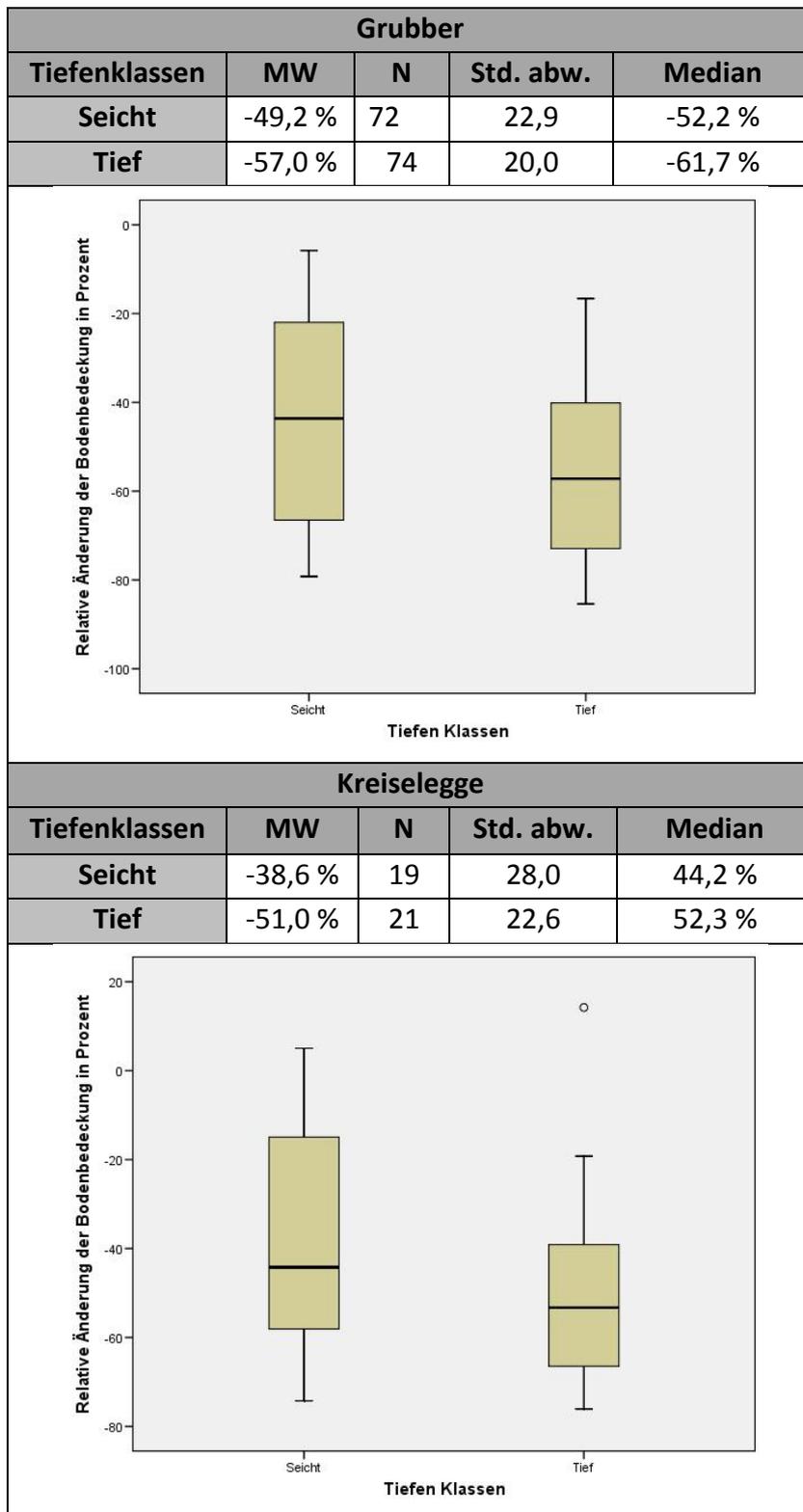
Tabelle 36: Relative Änderung der Bodenbedeckung in % in Abhängigkeit von der Bearbeitungstiefe

Bearbeitungstiefe	N	MW	Std. abw.	Median
seicht	108	-46,2 %	23,1 %	-47,6 %
tief	96	-55,4 %	20,7 %	-60,8 %

Der T-Test ergab einen hoch signifikanten Unterschied der beiden Bearbeitungstiefen ($p=0,00$).

In Tabelle 37 ist der Einfluss der Bearbeitungstiefe der Geräte Grubber und Kreiselegge auf die relative Bodenbedeckung ersichtlich.

Tabelle 37: Einfluss der Bearbeitungstiefe der Geräte Grubber und Kreiselegge auf die relative Änderung der Bodenbedeckung in %



Wie in Tabelle 38, ersichtlich zeigt der T-Test, dass die Bearbeitungstiefe beim Grubber einen signifikanten Unterschied in der relativen Bodenbedeckung herbeiführt.

Tabelle 38: Einfaktorielle Varianzanalyse der Bearbeitungstiefe in Bezug auf die relative Änderung der Bodenbedeckung

Gerät	p-Wert
Grubber	0,03
Kreiselegge	0,13

Auf den Standorten Enns ($p = 0,03$) und Bad Wimsbach 1 ($p = 0,00$) weist die Bearbeitungstiefe einen signifikanten bzw. hoch signifikanten Einfluss auf die relative Änderung der Bodenbedeckung auf. Auf den übrigen angeführten Versuchsstandorten weist die Bearbeitungstiefe keinen signifikanten Einfluss auf die relative Änderung der Bodenbedeckung auf.

Auch JOHNSON (1988) weist darauf hin, dass mit einer Erhöhung der Arbeitstiefe von 10 cm auf 25 cm bei einem Grubber die Bodenbedeckung nach der Bearbeitung um 19 Prozentpunkte abnimmt. Wie in den Tabellen 28, 29, 35 und 36 angeführt, zeigten die angeführten Versuchsergebnisse beim Grubber einen signifikanten Unterschied der Bodenbedeckung in Abhängigkeit von der Bearbeitungstiefe. So sinkt die Bodenbedeckung um 2,5 Prozentpunkte bei einer Erhöhung der Arbeitstiefe von 3–8 cm auf 10–15 cm. Die relative Reduzierung der Bodenbedeckung durch die Erhöhung der Bearbeitungstiefe ist mit –7,8 Prozentpunkten deutlich.

Aus den von Hula, et al. (2013) erhobenen Daten lässt sich eine Verringerung der Bodenbedeckung um 1,7 Prozentpunkte in Abhängigkeit von der Bearbeitungstiefe für eine Scheibenegge errechnen. Dies deckt sich mit den in diesem Versuch erhobenen Daten (siehe Tabelle 34), wobei in beiden Fällen keine statistische Signifikanz vorhanden ist und somit nur von einem Trend gesprochen werden kann.

Wie erwähnt, beeinflusst die Bearbeitungstiefe bei Betrachtung aller untersuchten Geräte die Bodenbedeckung signifikant. Die relative Verringerung der Bodenbedeckung durch Erhöhung der Arbeitstiefe ist mit 9,2 Prozentpunkten erheblich.

RAPER (2002) stellte ebenfalls eine Verringerung der Bodenbedeckung um 18 Prozentpunkte bei Erhöhung der Bearbeitungstiefe von 7,6 cm auf 15,2 cm fest.

Die hohen Standardabweichungen der Mittelwerte der Bodenbedeckung, wie in Tabelle 31 dargestellt, und die Auswertung der einzelnen Standorte in Tabelle 35 zeigen, dass auf den angeführten Versuchsstandorten der Unterschied in der Bearbeitungstiefe wesentlich deutlicher ist als bei anderen Versuchsstandorten. Grund dafür ist die unterschiedliche Biomassemenge auf den Standorten. Die Korrelationsanalyse nach Pearson ergibt eine mittlere Korrelation von 0,56 für den Zusammenhang Biomasse und Unterschied in der Bodenbedeckung in Abhängigkeit der Bearbeitungstiefe beim Grubber. Daher sind die Auswirkungen der Änderung der Bearbeitungstiefe mit der Zunahme der Biomassemengen auf der Fläche ausgeprägter.

Bei der Kreiselegge zeigt sich die Verringerung der Bodenbedeckung um 3,2 Prozentpunkte bei Erhöhung der Bearbeitungstiefe als deutlicher Trend. Die relative Reduktion der Bodenbedeckung um 12,4 Prozentpunkte deutet auf einen starken Einfluss der Arbeitstiefe auf die Bodenbedeckung hin (siehe Tabelle 37).

4.4.4 Änderung der Bodenbedeckung durch die Kreiselegge

Die Bearbeitung mit der Kreiselegge in einem zweiten Arbeitsgang nach einer zuvor erfolgten Bearbeitung mit Grubber, Feingrubber oder Scheibenegge die Bodenbedeckung beeinflusst. In Abbildung 38 ist die prozentuelle Bodenbedeckung nach der Bodenbearbeitung mit und ohne Kreiselegge als zweites Bearbeitungsgerät dargestellt.

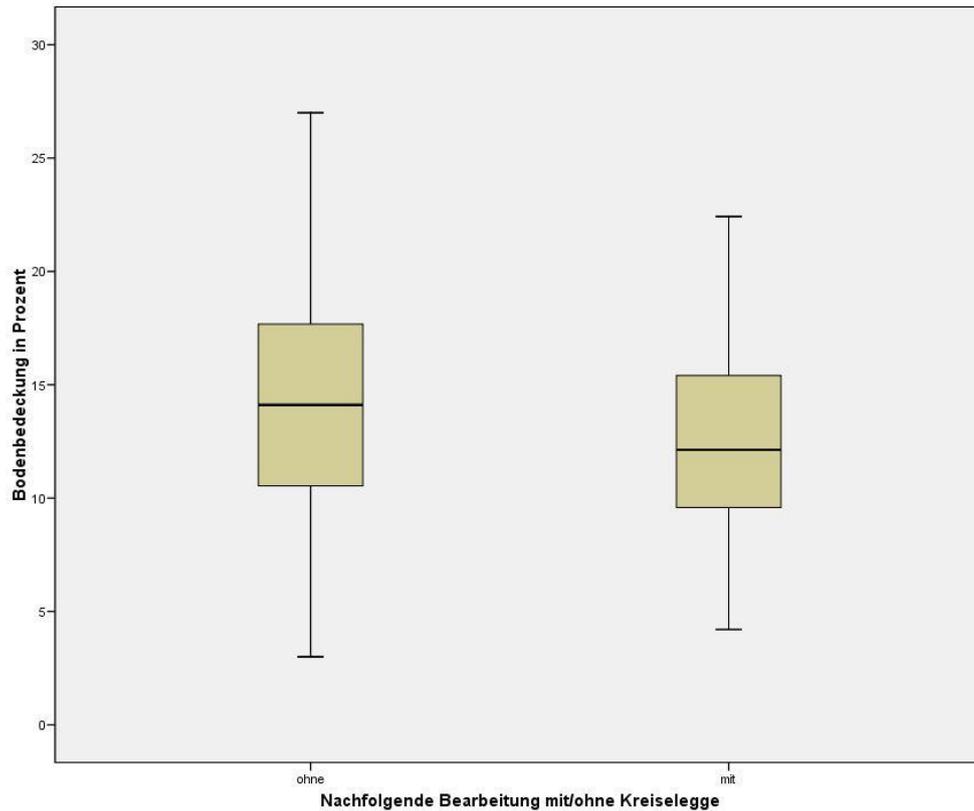


Abbildung 38: Einfluss der Kreiselegge auf die Bodenbedeckung

Tabelle 39 zeigt die Werte zu Abbildung 38.

Tabelle 39: Einfluss einer Kreiseleggenbearbeitung auf die Bodenbedeckung

Kreiselegge	N	MW	Std. abw.	Median
ohne	136	14,4 %	5,4 %	14,1 %
mit	84	12,5 %	4,3 %	12,1 %

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergibt mit einem $p = 0,00$ einen hoch signifikanten Unterschied der beiden Gruppen.

In Tabelle 40 sind die Werte der Bodenbedeckung in Abhängigkeit von der Bearbeitung mit bzw. ohne nachfolgender Kreiselegge nach Standorten angeführt.

Tabelle 40: Einfluss der Kreiseleggenbearbeitung auf die Bodenbedeckung an verschiedenen Standorten

Standort	Kreiselegge	N	Mittelwert	St.-abw.
Bad Hall	mit	12	11,9 %	1,4 %
	ohne	8	15,0 %	3,4 %
Bad Wimsbach 1	mit	4	9,2 %	1,7 %
	ohne	4	8,4 %	1,5 %
Bad Wimsbach 2	mit	8	7,9 %	2,7 %
	ohne	12	10,0 %	3,7 %
Edt bei Lambach	mit	16	18,5 %	2,4 %
	ohne	24	22,3 %	3,4 %
Enns	mit	8	8,6 %	3,9 %
	ohne	12	10,3 %	5,4 %
Heidenreichstein 1	mit	8	10,9 %	1,9 %
	ohne	12	12,7 %	2,1 %
Heidenreichstein 2	mit	8	9,5 %	0,8 %
	ohne	12	13,3 %	2,8 %
Heidenreichstein 3	mit	8	10,3 %	1,0 %
	ohne	12	12,4 %	4,0 %
Waidhofen a.d. Thaya	mit	16	15,2 %	1,7 %
	ohne	24	16,0 %	2,5 %

In Tabelle 41 ist der Einfluss der Kreiselegge auf den Bedeckungsgrad im Zusammenhang mit dem vorangegangenen Arbeitsgerät aufgelistet.

Tabelle 41: Einfluss der Kreiseleggenbearbeitung als nachfolgendes Gerät

Gerät	Kreiselegge	mit Kr.	St. Abw.
Grubber	mit	12,5 %	4,5 %
	ohne	11,7 %	5,8 %
Feingrubber	mit	12,0 %	2,0 %
	ohne	18,8 %	1,7 %
Scheibenegge	mit	11,7 %	0,3 %
	ohne	10,1 %	4,0 %

In Abbildung 39 ist die relative Änderung der Bodenbedeckung durch den Einsatz der Kreiselegge nach vorheriger Bearbeitung mit Grubber, Feingrubber und Scheibenegge dargestellt.

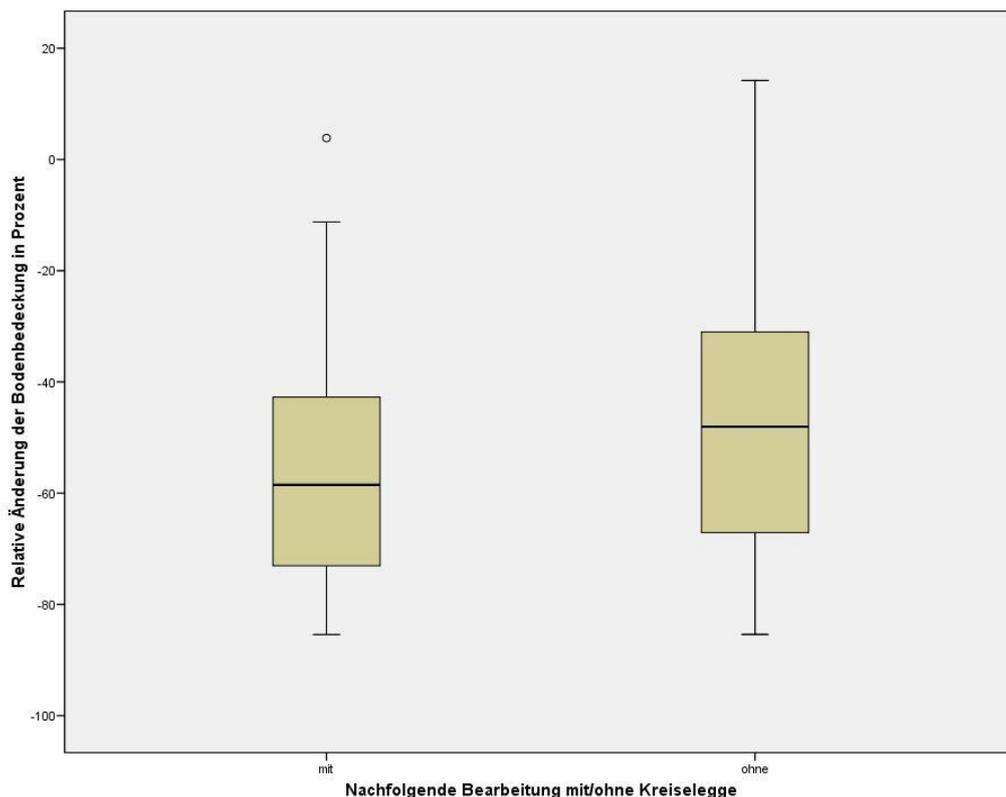


Abbildung 39: Änderung der relativen Bodenbedeckung durch die Kreiselegge

In Tabelle 42 sind die Daten zu Abbildung 39 angegeben.

Tabelle 42: Änderung der relativen Bodenbedeckung durch eine Kreiseleggenbearbeitung

Kreiselegge	N	MW	Std. abw.	Median
ohne	128	-47,2 %	23,0 %	-48,0 %
mit	80	-55,9 %	20,0 %	-59,0 %

Der T- Test ergibt mit einem p-Wert von 0,05 einen signifikanten Unterschied der beiden Gruppen.

Eine nach der Grundbodenbearbeitung erfolgende Bearbeitung der Fläche mit der Kreiselegge ist bei vielen Landwirten üblich. Die Beurteilung der Mittelwerte ergibt einen signifikanten Einfluss der Kreiselegge auf die Bodenbedeckung. Die Reduzierung des Bedeckungsgrades über alle Standorte ergibt eine absolute Reduktion um 1,9 Prozentpunkte bzw. eine relative Reduktion um 8,7 Prozent (siehe Tabelle 42).

Auf einigen Versuchsstandorten ist die Reduktion wesentlich stärker ausgeprägt, so zum Beispiel auf den Standorten Bad Hall, Edt bei Lambach und Heidenreichstein 2 mit 4,1, 3,8 und 3,8 Prozentpunkten. Eine Korrelation zwischen Biomassemenge und Reduzierung des Bedeckungsgrades zeigt sich nicht. Die statistische Analyse der unterschiedlichen Bearbeitungstiefen und Anzahl der Überfahrten ergibt ebenfalls keinen Einfluss auf eine Verminderung des Bedeckungsgrades.

JOHNSON, (1988) weist darauf hin, dass nachfolgende Bearbeitungsgeräte bzw. Sämaschinen die Bodenbedeckung mit Pflanzenmaterial erhöhen. Wie in Tabelle 41 angeführt, zeigt sich der Trend, dass sich bei der Anwendung der Kreiselegge nach dem Grubber der Bedeckungsgrad wieder erhöht. Dies deckt sich mit den von JOHNSON (1988) gefundenen Daten. Bei den Geräten Feingrubber und Scheibenegge weisen die Ergebnisse auf eine Reduzierung des Bedeckungsgrades durch die Anwendung der Kreiselegge hin.

Am Standort Bad Wimsbach 1 ist der Wert der Bodenbedeckung mit einem Bearbeitungsgang mit der Kreiselegge, wie in Tabelle 40 angeführt, um 0,8 Prozentpunkte höher als ohne einer Bearbeitung mit der Kreiselegge, unabhängig vom vorangegangenen Bearbeitungsgerät. Da dieser Unterschied nicht signifikant ist und bei allen anderen Standorten jene Flächen, die mit einer Kreiselegge bearbeitet wurden, niedrigere Bedeckungsgrade aufweisen, können die von JOHNSON (1988) angeführten Ergebnisse nicht gänzlich bestätigt werden.

Das System einer primären Bodenbearbeitung mit Grubber, Scheibenegge oder anderen Grundbodenbearbeitungsgeräten und einer nachfolgenden sekundären Bodenbearbeitung, z.B. mit einer Kreiselegge, erlaubt es nicht, einen Bedeckungsgrad von 30 % zu erreichen. Daher ist dieses System für eine erosionsmindernde Bodenbearbeitung nicht geeignet (SHELTON, ET AL., 1994).

4.5 Spezialgeräte

Wie in Kapitel 3.2.2 angeführt, wurden am Standort Bad Wimsbach und Enns alternative Bodenbearbeitungsgeräte beurteilt. Alle eingesetzten Geräte benötigen nur eine Überfahrt. Mit Ausnahme des Kuhn Strigers zeigt die Arbeitstiefe der Spezialgeräte keinen Einfluss auf die Bodenbedeckung mit Pflanzenmaterial.

Da die Geräte, mit Ausnahme der Direktsämaschine, nur an einem Standort zur Verfügung standen, kann keine statistische Analyse durchgeführt werden. In Abbildung 40 sind die erhobenen Bedeckungsgrade dargestellt. Abbildung 41 zeigt die relativen Änderungen der Bodenbedeckung durch die unterschiedlichen Geräte.

4.5.1 Einfluss der sekundären Bodenbearbeitungsgeräte auf die Bodenbedeckung

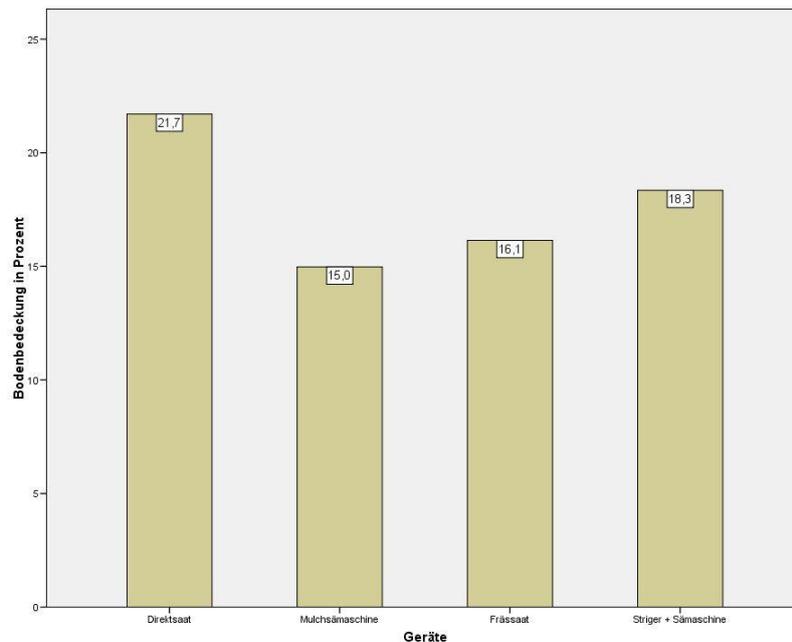


Abbildung 40: Einfluss der sekundären Bodenbearbeitungsgeräte auf den Bedeckungsgrad

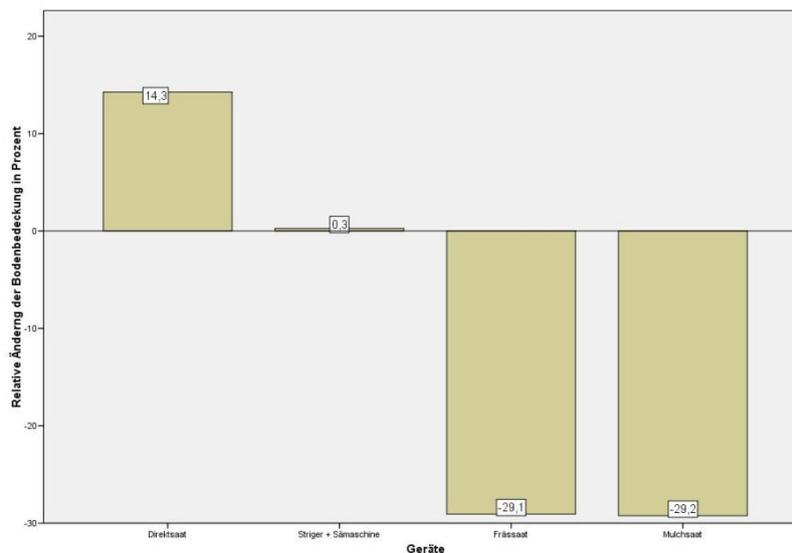


Abbildung 41: Relative Änderung des Bedeckungsgrades durch die Bearbeitung

SLONEKER & MOLDENHAUER (1977) führen an, dass das Direktsaat- und das Streifenfrässaatverfahren die höchsten Bodenbedeckungsgrade aller Bodenbearbeitungsverfahren ergeben. Dies deckt sich zum Teil mit den erhobenen Daten. Auch die angeführten Ergebnisse zeigen den höchste Bedeckungsgrad bei der Direktsaat.

Der Kuhn Striger wies den zweit höchsten Bedeckungsgrad auf. Die Streifenfrässaat liegt an dritter Stelle. Der Striger arbeitet, im Gegensatz zur Frässaat, ohne zusätzlichen Energieinput durch die Zapfwelle. Dies kann zu einer geringeren Durchwühlung der Krume, und somit zu einem höheren Bedeckungsgrad, führen.

Wie Abbildung 41 zeigt, erhöht sich die Bodenbedeckung mit Pflanzenmaterial tendenziell nach einer Bearbeitung mit einer Direktsämaschine. Ein Grund sind die vertikal stehenden, abgestorbenen Pflanzenreste. Diese werden durch die Bearbeitung umgeknickt und tragen zur Erhöhung des Bedeckungsgrades bei.

Bei einer Bearbeitung mit dem Striger erfolgt fast keine Änderung des Bedeckungsgrades statt. Die Frässaat und die Mulchsaat reduzieren den Bedeckungsgrad um ca. 30 %. Diese Reduktion ist geringer als die Reduktion, die von Grubber (50,0 %), Kreiselegge(45,1 %) und Scheibenegge(44,9 %) verursacht werden.

4.6 Einfluss der Bearbeitungsgeschwindigkeit

Die in der Literatur angeführten Werte zeigen deutlich, dass die Arbeitsgeschwindigkeit einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad hat. JOHNSON (1988) zeigt, dass sich der Bodenbedeckungsgrad um 7 Prozentpunkte erhöht, wenn die Bearbeitungsgeschwindigkeit von 7,2 bzw. 9,3 km/h auf 2,4 km/h gesenkt wird. Da eine starke Reduktion der Arbeitsgeschwindigkeit aus ökonomischen Gründen nicht sinnvoll ist, wurde sie in dieser Arbeit nicht untersucht.

4.7 Bewertung der Arbeitshypothesen

Hypothese 1: Das Bodenbearbeitungsgerät hat einen Einfluss auf den Bodenbedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 2: Die Anzahl der Überfahrten hat einen Einfluss auf den Bodenbedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 3: Die Bodenbearbeitungstiefe hat einen Einfluss auf den Bodenbedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 4: Die Masse an organischem Material auf der Bodenoberfläche vor der Bodenbearbeitung hat einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 5: Der Bedeckungsgrad mit organischem Material vor der Bodenbearbeitung hat einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 6: Die Bodenart hat einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad mit organischem Material nach der Bodenbearbeitung.

Hypothese 1 wird aufgrund der Ergebnisse bestätigt. Somit hat das Bodenbearbeitungsgerät einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad mit organischer Masse nach der Bearbeitung. Dies deckt sich auch mit den in der Literatur zitierten Ergebnissen.

Dass die Anzahl der Überfahrten einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad hat, kann nicht eindeutig bestätigt werden. Daher wird die Hypothese 2 abgelehnt.

Hingegen wird die Hypothese 3, wonach die Bearbeitungstiefe einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad nach der Bearbeitung hat, bestätigt.

Die Hypothesen 4 und 5 lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Begrünungsmischungen weder bestätigen noch widerlegen. Es zeigt sich, dass der Schluff- wie auch der Sandgehalt einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad haben. Hypothese 6 wird bestätigt.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In den Jahren 2012 und 2013 wurde im Bundesamt für Wasserwirtschaft, am Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen eine Evaluierung der ÖPUL Maßnahmen "Begrünung von Ackerflächen" und "Mulch- und Direktsaat" durchgeführt. Der Bodenbedeckungsgrad mit aufliegendem organischem Material wurde mit der OBIA – Methode von BAUER & STRAUSS (2013) beurteilt. Die OBIA – Methode erwies sich als effiziente und robuste Methode, für die Analyse von ca. 1400 Fotos mit unterschiedlicher Bodenbedeckung. Durch die Anwendung dieser Methode können umfangreiche Versuchsanordnungen effizient analysiert und ausgewertet werden. Um die Methode weiter zu verbessern, ist eine voll automatische Analyse der Fotos wünschenswert.

Die oberirdisch aufliegende Biomasse hat, wie die Ergebnisse der Arbeit zeigen, nur einen geringen Einfluss auf den Bedeckungsgrad nach der Bodenbearbeitung über alle Standorte. Die angeführten Literaturquellen stellen aber mehrfach fest, dass ein enger Zusammenhang zwischen Biomasse und Bedeckungsgrad nach erfolgter Bearbeitung besteht. Auf zwei untersuchten Standorten bestätigt sich dieser Zusammenhang auch. Daher weist die oberirdische Biomassemenge und -art eine entscheidende Rolle in Bezug auf den Bedeckungsgrad nach der Bodenbearbeitung auf. Eine gut etablierte Begrünung im Herbst ist Basis für eine erosionsmindernde Bodenbearbeitung im darauffolgenden Frühjahr.

Es zeigt sich, dass die Textur des Bodens, die absoluten Sand-, Ton-, und Schluffgehalte nur einen geringen Einfluss auf den Bedeckungsgrad mit Pflanzenmaterial haben. Auffallend ist, dass Böden mit tendenziell höheren Schluffgehalten (>55 %), unabhängig von der oberirdischen Biomasse und gleicher Bearbeitung, signifikant geringere Bedeckungsgrade aufweisen. Daher muss die Bodenart bei der Wahl des Bodenbearbeitungssystems in Bezug auf den Bedeckungsgrad beachtet werden.

Die geringste Reduktion der Bodenbedeckung verursacht der Feingrubber. Bei einer flachen Bodenbearbeitung mit der Kreiselegge können ähnlich hohe Bedeckungsgrade wie mit dem Feingrubber erreicht werden. Wird mit der Kreiselegge tief bearbeitet, reduziert sich der Bedeckungsgrad ähnlich stark wie beim Grubber und der Scheibenegge.

Daher ist bei der Kreiselegge die Bearbeitungstiefe entscheidend. Die Scheibenegge reduziert den Bedeckungsgrad, durch ihre wendende Bodenbearbeitung, am stärksten.

Wie die angeführten Ergebnisse zeigen, sind die Unterschiede im Bedeckungsgrad zwischen Grubber und Kreiselegge auf einigen Versuchsstandorten trotz gleicher Voraussetzungen sehr groß, auf anderen fast gleich. Eine Erklärung für die unterschiedliche Wirkung konnte nicht gefunden werden und bedarf weiterer Arbeiten.

Generell führt eine Erhöhung der Arbeitstiefe zu einer Reduktion des Bodenbedeckungsgrades. Vor allem beim Grubber hat die Bearbeitungstiefe einen Einfluss auf den Bedeckungsgrad. Der Bedeckungsgrad reduziert sich bei einer Erhöhung der Bearbeitungstiefe von 14,9 % auf 12,4 %. Auch bei der Scheibenegge führt eine Erhöhung der Arbeitstiefe zu einer Reduktion des Bedeckungsgrades, wobei dies, ausgehend von einem ohnehin sehr niedrigen Bedeckungsgrad, weniger ausgeprägt ist als beim Grubber.

Eine Bearbeitung von bereits gegrubberten Flächen mit der Kreiselegge reduziert zwar den Bedeckungsgrad, allerdings nicht deutlich. Einige Autoren weisen auf eine Erhöhung des Bedeckungsgrades durch eine zweite Bearbeitung mit einer Kreiselegge hin. Dieser Zusammenhang konnte in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Da dieses Bearbeitungssystem aber in Österreich sehr häufig eingesetzt wird, muss der Einfluss der Kreiselegge als sekundäres Bearbeitungsgerät in Bezug auf den Bedeckungsgrad umfassend untersucht werden.

Unerwartet ist, dass die Anzahl an Überfahrten bei sonst gleichen Umständen keinen Einfluss auf den Bedeckungsgrad hat. Ausschlaggebend ist der Effekt, dass bereits vergrabene Pflanzenreste durch eine weitere Bearbeitung wieder ausgegraben werden.

Spezialgeräte standen nur an einem Standort zur Verfügung, daher konnten keine statistischen Analysen durchgeführt werden. Die erhobenen Daten weisen aber darauf hin, dass diese Geräte den Bedeckungsgrad wesentlich weniger reduzieren und höhere Bedeckungsgrade ergeben. Für eine erosionsmindernde Bodenbearbeitung bzw. Aussaat müssen derartige Geräte weiter untersucht werden.

Der anzustrebende Bedeckungsgrad von 30% konnte auf keinem der Standorte, bei keinem Gerät erreicht werden. Auch wenn dieser Wert nicht erreicht wird, reduziert jeder Prozentpunkt mehr Bodenbedeckung den Bodenabtrag erheblich. Da die Bodenart nicht beeinflusst werden kann, ist es entscheidend, bei der Bodenbearbeitung den Fokus auf die Wahl des Arbeitsgerätes, die Arbeitstiefe und die oberirdischen Biomasse zu legen.

6 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: BODENBEARBEITUNGSSYSTEME (MODIFIZIERT NACH LIEBHARD, 2010)	3
TABELLE 2: ÄNDERUNG DES BODENABTRAGS DURCH DIE MULCHAUFLAGE (MODIFIZIERT NACH KREITMAYR, 2004 U. UNGER, ET AL., 2012)	5
TABELLE 3: DURCHSCHNITTLICHE BODENBEDECKUNG 2012/2013 (STRAUSS P., 2013).....	5
TABELLE 4: KLASSIFIZIERUNG BEISPIELBILD	16
TABELLE 5: BODENBEARBEITUNGSGERÄTE AUF DEM JEWEILIGEN STANDORT	27
TABELLE 6: BEARBEITUNGSVARIANTEN GRUBBER + KREISELEGGE	30
TABELLE 7: BEARBEITUNGSVARIANTEN FEINGRUBBER, SCHEIBENEGGE.....	30
TABELLE 8: ALTERNATIVE BODENBEARBEITUNGSGERÄTE UND SÄMASCHINEN.....	31
TABELLE 9: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG - VOR DER BODENBEARBEITUNG	33
TABELLE 10: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – GRUBBER, TIEFE: “SEICHT“, 1 ÜBERFAHRT.....	33
TABELLE 11: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – GRUBBER, TIEFE: “SEICHT“, 1 ÜBERFAHRT + KREISELEGGE.....	33
TABELLE 12: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – GRUBBER, TIEFE: “SEICHT“, 2 ÜBERFAHRTEN	33
TABELLE 13: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – GRUBBER, TIEFE: “SEICHT“, 2 ÜBERFAHRTEN + KREISELEGGE	34
TABELLE 14: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – GRUBBER, TIEFE: “TIEF“, 1 ÜBERFAHRT	34
TABELLE 15: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – GRUBBER, TIEFE: “TIEF“, 1 ÜBERFAHRT + KREISELEGGE	34
TABELLE 16: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – GRUBBER, TIEFE: “TIEF“, 2 ÜBERFAHRTEN.....	34
TABELLE 17: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – GRUBBER, TIEFE: “TIEF“, 2 ÜBERFAHRTEN + KREISELEGGE.....	35
TABELLE 18: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – KREISELEGGE, TIEFE: “SEICHT“	35
TABELLE 19: BEISPIEL FOTOAUSWERTUNG – KREISELEGGE, TIEFE: “TIEF“	35
TABELLE 20: INTERPRETATION DER KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN (BÜHL, 2010).....	36
TABELLE 21: KENNZEICHNUNG DES SIGNIFIKANZNIVEAUS	36
TABELLE 22: BIOMASSEERTRÄGE DER BEGRÜNUNGEN IN T/HA TM.....	38
TABELLE 23: KORRELATION ZWISCHEN BIOMASSEAUFWUCHS UND BODENBEDECKUNG.....	39
TABELLE 24: BODENTEXTUR DER STANDORTE (NACH ÖNORM L-1050).....	41
TABELLE 25: EINFLUSS DER EINGESETZTEN GERÄTE AUF DIE BODENBEDECKUNG IN %.....	43
TABELLE 26: EINFLUSS DER BEARBEITUNGSGERÄTE AN DEN JEWEILIGEN STANDORTEN (ANGABEN IN %)	44
TABELLE 27: ÄNDERUNG DER RELATIVEN BODENBEDECKUNG DURCH DAS JEWEILIGE BEARBEITUNGSGERÄT	47
TABELLE 28: EINFLUSS DER ANZAHL DER ÜBERFAHRTEN AUF DIE BODENBEDECKUNG IN %	50
TABELLE 29: EINFAKTORIELLE VARIANZANALYSE DER ANZAHL DER ÜBERFAHRTEN.....	50
TABELLE 30: RELATIVE ÄNDERUNG DER BODENBEDECKUNG IN ABHÄNGIGKEIT DER ANZAHL AN ÜBERFAHRTEN.....	51
TABELLE 31: EINFLUSS DER BEARBEITUNGSTIEFE AUF DIE BODENBEDECKUNG IN %	52
TABELLE 32: EINFLUSS DER GERÄTE AUF DIE BODENBEDECKUNG IN % UNTERTEILT NACH TIEFENSTUFEN	54
TABELLE 33: T-TEST EINFLUSS DER BEARBEITUNGSTIEFE.....	54
TABELLE 34: EINFLUSS DER BEARBEITUNGSTIEFE DER GERÄTE GRUBBER UND KREISELEGGE AUF DEN BEDECKUNGSGRAD IN %	55

TABELLE 35: EINFLUSS DER BEARBEITUNGSTIEFE AUF DIE BODENBEDECKUNG IN % AUF DEN EINZELNEN STANDORTEN.....	56
TABELLE 36: RELATIVE ÄNDERUNG DER BODENBEDECKUNG IN % IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BEARBEITUNGSTIEFE.....	57
TABELLE 37: EINFLUSS DER BEARBEITUNGSTIEFE DER GERÄTE GRUBBER UND KREISELEGGE AUF DIE RELATIVE ÄNDERUNG DER BODENBEDECKUNG IN %.....	58
TABELLE 38: EINFAKTORIELLE VARIANZANALYSE DER BEARBEITUNGSTIEFE IN BEZUG AUF DIE RELATIVE ÄNDERUNG DER BODENBEDECKUNG.....	59
TABELLE 39: EINFLUSS EINER KREISELEGGENBEARBEITUNG AUF DIE BODENBEDECKUNG	61
TABELLE 40: EINFLUSS DER KREISELEGGENBEARBEITUNG AUF DIE BODENBEDECKUNG AN VERSCHIEDENEN STANDORTEN.....	62
TABELLE 41: EINFLUSS DER KREISELEGGENBEARBEITUNG ALS NACHFOLGENDES GERÄT	62
TABELLE 42: ÄNDERUNG DER RELATIVEN BODENBEDECKUNG DURCH EINE KREISELEGGENBEARBEITUNG.....	63

7 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ÄNDERUNG DES RELATIVEN BODENABTRAGS IN ABHÄNGIGKEIT DER BODENBEDECKUNG MIT MULCH (UNGER, ET AL., 2012)	4
ABBILDUNG 2: FAL FÄCHER ZUR BESTIMMUNG DER BODENBEDECKUNG (BRUNOTTE, S.A.).....	7
ABBILDUNG 3: BEISPIELE FÜR DIE ANALYSE DER BODENBEDECKUNG (RIBEIRO, ET AL., 2011)	8
ABBILDUNG 4: BEISPIEL SEGMENTIERUNG DURCH DIE SOFTWARE	11
ABBILDUNG 5: KLASSIFIZIERUNGSSHEMA (MODIFIZIERT NACH BAUER & STRAUSS, 2013)	12
ABBILDUNG 6: BEISPIELBILD ANALYSE BODENBEDECKUNG	13
ABBILDUNG 7: BEISPIELBILD ANALYSE BODENBEDECKUNG – SEGMENTIERUNG.....	14
ABBILDUNG 8: BEISPIELBILD ANALYSE BODENBEDECKUNG - KLASSIFIZIERUNG VEGETATION	14
ABBILDUNG 9: BEISPIELBILD ANALYSE BODENBEDECKUNG – KLASSIFIZIERUNG PFLANZENRESTE.....	15
ABBILDUNG 10: BEISPIELBILD ANALYSE BODENBEDECKUNG - KLASSIFIZIERUNG BODEN	15
ABBILDUNG 11: VERTEILUNG DER VERSUCHSSTANDORTE IN ÖSTERREICH.....	17
ABBILDUNG 12: STANDORTCHARAKTERISIERUNG BAD HALL	18
ABBILDUNG 13: STANDORTCHARAKTERISIERUNG BAD WIMSBACH 1.....	19
ABBILDUNG 14: STANDORTCHARAKTERISIERUNG BAD WIMSBACH 2.....	19
ABBILDUNG 15: STANDORTCHARAKTERISIERUNG EDT BEI LAMBACH	20
ABBILDUNG 16: STANDORTCHARAKTERISIERUNG ENNS	20
ABBILDUNG 17: STANDORTCHARAKTERISIERUNG GÜSSING	21
ABBILDUNG 18: STANDORTCHARAKTERISIERUNG HASENDORF	21
ABBILDUNG 19: STANDORTCHARAKTERISIERUNG HEIDENREICHSTEIN 1	22
ABBILDUNG 20: STANDORTCHARAKTERISIERUNG HEIDENREICHSTEIN 2	22
ABBILDUNG 21: STANDORTCHARAKTERISIERUNG HEIDENREICHSTEIN 3	23
ABBILDUNG 22: STANDORTCHARAKTERISIERUNG HÖTZLSDORF 1	23
ABBILDUNG 23: STANDORTCHARAKTERISIERUNG HÖTZLSDORF 2	24
ABBILDUNG 24: STANDORTCHARAKTERISIERUNG HÖTZLSDORF 3	24
ABBILDUNG 25: STANDORTCHARAKTERISIERUNG NEIDLING.....	25
ABBILDUNG 26: STANDORTCHARAKTERISIERUNG ROHRAU	25
ABBILDUNG 27: STANDORTCHARAKTERISIERUNG SCHÖNABRUNN.....	26
ABBILDUNG 28: STANDORTCHARAKTERISIERUNG Waidhofen a.d.T	26
ABBILDUNG 29: ERHEBUNG BIOMASSE	29
ABBILDUNG 30: BEISPIEL BOXPLOT	36
ABBILDUNG 31: BODENBEDECKUNG IN % NACH DER BEARBEITUNG	43
ABBILDUNG 32: ÄNDERUNG DER RELATIVEN BODENBEDECKUNG DURCH DIE JEWEILIGEN BEARBEITUNGSGERÄTE	46
ABBILDUNG 33: EINFLUSS DER ANZAHL AN ÜBERFAHRTEN AUF DIE BODENBEDECKUNG	49
ABBILDUNG 34: RELATIVE ÄNDERUNG DER BODENBEDECKUNG IN % ABHÄNGIG VON DER ANZAHL DER ÜBERFAHRTEN.....	50

ABBILDUNG 35: EINFLUSS DER BEARBEITUNGSTIEFE AUF DIE BODENBEDECKUNG.....	52
ABBILDUNG 36: BODENBEDECKUNG IN % NACH DER BEARBEITUNG – GERÄTE.....	53
ABBILDUNG 37: RELATIVE ÄNDERUNG DER BODENBEDECKUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BEARBEITUNGSTIEFE	57
ABBILDUNG 38: EINFLUSS DER KREISELEGGE AUF DIE BODENBEDECKUNG	61
ABBILDUNG 39: ÄNDERUNG DER RELATIVEN BODENBEDECKUNG DURCH DIE KREISELEGGE	63
ABBILDUNG 40: EINFLUSS DER SEKUNDÄREN BODENBEARBEITUNGSGERÄTE AUF DEN BEDECKUNGSGRAD.....	65
ABBILDUNG 41: RELATIVE ÄNDERUNG DES BEDECKUNGSGRADES DURCH DIE BEARBEITUNG	65

8 Literaturverzeichnis

- Amt der Burgenländischen Landesregierung. (2013). *Hydrographischer Dienst Burgenland*. Eisenstadt: Amt der Burgenländischen Landesregierung.
- Amt der NÖ Landesregierung. (2013). *Hydrographischer Dienst Land Niederösterreich*. St. Pölten: Amt der NÖ Landesregierung.
- Amt der Oö. Landesregierung. (2013). *Hydrographischer Dienst Oberösterreich*. Linz: Amt der Oö. Landesregierung.
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung. (2013). *Hydrographischer Dienst Steiermark*. Graz: Amt der Steiermärkischen Landesregierung.
- Austrian Standards Institute. (6. 12 2013). *Austrian Standards Institute*. Von Austrian Standards Institute: <https://www.austrian-standards.at/> abgerufen
- Bauer, T., & Strauss, P. (2013). A rule-based image analysis approach for calculating residues and vegetation cover under field conditions. *Catena*, S. 363 - 369.
- BFW. (27. 08 2013). *eBod*. Abgerufen am 2013. 08 2013 von http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&gui_id=eBOD
- BMLFUW. (2010). *ÖPUL 2007*. Abgerufen am 11. Juli 2013 von http://www.ama.at/Portal.Node/ama/public?genetics.rm=PCP&genetics.pm=gti_full&p.contentid=10008.47092&SRL_O4_20100527.pdf
- BMLFUW. (2013). *Grüner Bericht 2012*. Wien: Die Republik Österreich, vertreten durch den Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Boxberger, J. (2011). *Vorlesungsunterlagen Verfahrenstechnik Pflanzenbau*. Wien: Universität für Bodenkultur Department Nachhaltige Agrarsysteme.
- Brunotte, J. (s.a.). Fächer zur Bestimmung des Bodenbedeckungsgrades durch organische Rückstände. Braunschweig, Deutschland: FAL Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Institut für Betriebstechnik und Bauforschung.
- Buchner, W., & Köller, K. (1990). *Integrierte Bodenbearbeitung*. Stuttgart: Eugen Ulmer GsmBH & Co.
- Bühl, A. (2010). *PASW 18 Einführung in die moderne Datenanalyse 12., aktualisierte Auflage*. München: Pearson studium.

- Gregory, J. (1982). Soil Cover Prediction with Various Amounts and Types of Crop Residues. *American Society of Agricultural Engineers*, S. 1333 - 1337.
- Hanna, M., & Pope, R. (2013). *Oklahoma State University*. Abgerufen am 11. 11 2013 von <http://www.agmachinery.okstate.edu/SeedingSystems/2008AdjustmentAndOperationOfTillageEquip.pdf>
- Hösl, R., & Strauss, P. (2014). Conservation tillage practices in the alpine forelands of Austria - are they effective? (accepted). *Agriculture, Ecosystems and Environment*.
- Hula, J., Sindelar, R., & Kovaricek, P. (11 2013). *Operational effects of implements on crop residues in soil tillage operations*. Von Czech Academy of Agricultural Sciences.: <http://agriculturejournals.cz> abgerufen
- Johnson, R. (1988). Soil Engaging Tool Effects on Surface Residue and Roughness with Chisel-type Implements. *Soil Science Society of America Journal*, S. 237 - 243.
- Kreitmayr, J. (2004). *Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft*. Abgerufen am 5. Juli 2013 von http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/zwischenfruchtanbau_mulchsaat.pdf
- Lafren, J. M., Amemiya, M., & Hintz, E. A. (1981). Measure crop residue cover. *Journal of soil and water conservation*, S. 341 - 343.
- Liebhard, P. (2010). *Vorlesungsunterlagen Bodenbearbeitung und Bodenschutz*. Wien: Universität für Bodenkultur Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie.
- Liebhard, P. (2005). *Expertise zur Wirksamwerdung der Begrünung von Ackerflächen im Herbst und Winter im Rahmen der ÖPUL-Förderung 2000 auf Nitratverlagerung und Grundwasserqualität unter unterschiedlichen hydrologischen, bodenkundlichen und pflanzenbaulichen Rahmenbedingunge*. Wien: Universität für Bodenkultur Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie.
- Marques, M. J., Bienes, R., Jiménez, L., & Pérez-Rodríguez, R. (2007). Effect of vegetal cover on runoff and soil erosion under light intensity events. Rainfall simulation ofer USLE plots. *Sciene of the total environment*, S. 161 - 165.
- Masek, J., Kroulik, M., Kviz, Z., & Novak, P. (25. 5 2012). Influence of different soil tillage technologies on crop reside management. *Engeneering for rural developement*, S. 37 - 42.

- Pforte, F., Wilhelm, B., & Hensel, O. (2012). Evaluation of an online approach for determination of percentage residue cover. *Biosystems Engineering*, S. 121 - 129.
- Raper, R. (2002). The influence of implement type, tillage depth, and tillage timing on residual burial. *American Society of Agricultural Engineers*, S. 1281 - 1286.
- Ribeiro, A., Ranz, J., Burgos-Artizzu, X. P., Pajares, G., Sanchez del Arco, M. J., & Navarrete, L. (2011). An Image Segmentation Based on a Genetic Algorithm for Determining Soil Coverage by Crop Residues. *Sensors*, S. 6480 - 6492.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Brümmer, G., Horn, R., Kandeller, E., . . . Wilke, B.-M. (2010). *Lehrbuch der Bodenkunde 16. Auflage*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Shelton, D., Kachmann, S., Dickey, E., Fairbanks, K., & Jasa, P. (1994). Tillage and Planting System, Stalk Chopper, and Knife Applicator Influences on Corn Residue Cover. *Applied Engineering in Agriculture*, S. 255 - 261.
- Sibiryakov, A. (1996). *House detection from aerial color images*. Zürich: Institute of Geodesy and photogrammetry, Swiss Federal institute of Technology (ETH).
- Sloneker, L., & Moldenhauer, W. (1977). Measuring the amounts of crop residue remaining after tillage. *Journal of soil and water conservation*, S. 231 - 236.
- SPSS Inc. (kein Datum). SPSS Version 15.0 für Windos. New York.
- Steiner, J., Schomberg, H., Unger, P., & Cresap, J. (2000). Biomass and Residue Cover Relationship of Fresh and Decomposing Small Grain Residue. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, S. 2109 - 2114.
- Strauss, P. (2013). *Interner Bericht Evaluierung der Bodenbedeckung für die ÖPUL-Maßnahme Erosionsschutz im Acker (im Frühjahr nach der Aussaat)*. Petzenkirchen: Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt.
- Strauss, P., Swoboda, D., & Blum, W. (2003). How effective is mulch and minimum tillage to control runoff and soil loss? - a literature review. *25 Years of Assessment of Erosion*, (S. 545 - 550). Ghent.
- Unger, P., Baumhardt, L., & Arriaga, F. (2012). Mulch Tillage for Conserving Soil Water. In L. Rattan, & B. Steward, *Soil Water and Argnomic Productivity*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.

- Van Muysen, W., & Govers, G. (2002). Soil displacement and tillage erosion during secondary tillage operations: the case of rotary harrow and seeding equipment. *Soil & Tillage Research*, 65, S. 185 - 191.
- Wu, S., Lu, Y.-C., McMurtrey, J., Weesies, G., Devine, T., & Foster, G. (22. 9 2008). Soil Conservation Benefits of Large Biomass Soyabean (LBS) for Increasing Crop Residue Cover. *Journal of Sustainable Agriculture*, S. 107 - 128.
- ZAMG. (12. 09 2013). Abgerufen am 12. 9 2013 von <http://www.zamg.ac.at/cms/de/aktuell>

9 Anhang

Datum:		Bodenwasserge. Proben Nr.:		
Landwirt:		durchführende Person:		
Begrünungsvarianten fotografieren (5 Fotos je Variante) Fotobezeichnung wie bisher:			<input type="checkbox"/>	
Foto Bezeichnungen: Landwirt (Ortschaft) (2 Buchstaben + Zahl)		z.B.: FK1_E3_GrS_1Ü_1		
Begrünungsvariante (1 Buchstabe + Zahl(Buchstabe))		Fk1_E3_GrS_1Ü_2		
Bearbeitungsvariante (Abkürzung wie unten)		Fk1_E3_GrS_1Ü_3		
Überfahrthäufigkeit (1Ü für eine Überfahrt)		...		
Zahl der Foto Nummer (1 - 5)				
bei Grubber + Kreiselegge um KrN erweitern z.B.:		FK1_E3_GrsS_1Ü_KrN_1		
		...		
Bodenbearbeitungsgeräte fotografieren:				
Landwirt (Ortschaft) (2 Buchstaben + Zahl)		z.B.: FK1_Ger1		
Ger + fortlaufende Nummer		Fk1_Ger2		
		Fk1_Ger3		
Bodenbearbeitungsgeräte Foto Nr.:				
Grubber:	Strichabstand gem.:		cm	
Bearbeitungstiefe: 1. Abstand Rahmen - Boden an 4 Stellen messen				
2. Gerät in den Boden einziehen lassen				
3. Abstand Rahmen Boden an 4 Stellen messen				
(um zu kontrollieren ob der Grubber waagrecht ist)				
4. Differenz von 1. und 3. ist die Bearbeitungstiefe				
Strichabstand: 1. Abstand der Spitzen der äußersten				
Schare dividiert durch die Anzahl der Schare - 1				
z.B.: Abstand 2 m; Anzahl der Schare 6; (2/5 = 40 cm Strichabstand)				
Kreiselegge:				
Bearbeitungstiefe: 1. Kreiselegge einziehen lassen				
2. Kreiselegge am Stand laufen lassen				
3. Kreiselegge aufheben				
4. Eindringtiefe der Zinken in den Boden messen				
5. grundsätzlich Kreiseleggendrehzahl: 540 U/Min				
			gemessene Tiefe	
Bearbeitungstiefen:	Grubber Seicht:	3 - 8 cm	(GrS)	
	Grubber Tief:	10 - 15 cm	(GrT)	
	Kreiselegge Seicht:	3 - 5 cm	(KrS)	
	Kreiselegge Tief:	5 - 10 cm	(KrT)	
	Kreiselegge Normal:	4 - 6 cm	(KrN)	
Bemerkungen, Sonstiges:				

Standort	Begrünungs- mischung Nr.:	Gerät	Tiefen- klasse	Anzahl der Überfahrten	Biomasse in t/ha	Vegetation	Bodenbedeckung nach der Bearbeitung						Bodenbedeckung vor der Bearbeitung			Relative Änderung
							offener Boden in Prozent	StAbw. offener Boden in Prozent	N offener Boden	Boden- bedeckung mit Pflanzenresten in Prozent	StAbw. Boden- bedeckung mit Pflanzenresten in Prozent	N Boden- bedeckung mit Pflanzenresten	Boden- bedeckung mit Pflanzenresten in Prozent	StAbw. Boden- bedeckung mit Pflanzenresten in Prozent	N Boden- bedeckung mit Pflanzenresten	
Bad Hall	2	Scheibenegge + Kreiselegge	-	2	2,7	2,4	84,6	2,3	5	11,4	1,3	5	-	-	-	-
Bad Hall	2	Scheibenegge	Seicht	2	2,7	7,4	80,4	1,5	5	11,7	0,7	5	-	-	-	-
Bad Hall	2	Scheibenegge + Kreiselegge	-	1	2,7	2,3	84,1	2,2	5	11,7	1,4	5	32,6	7,2	5	-60,3
Bad Hall	2	Scheibenegge	Seicht	1	2,7	3,6	78,4	5,4	5	12,2	1,0	5	32,6	7,2	5	-
Bad Hall	2	Kreiselegge	Tief	1	2,7	3,1	86,3	2,1	5	10,7	1,2	5	24,9	4,4	8	-55,4
Bad Hall	2	Kreiselegge	Seicht	1	2,7	11,3	80,7	3,0	5	14,3	1,2	5	24,9	4,4	8	-
Bad Hall	2	Feingrubber + Kreiselegge	-	2	2,7	7,5	86,7	2,5	5	9,5	0,8	5	40,4	2,7	4	-68,5
Bad Hall	2	Feingrubber	Seicht	2	2,7	9,2	73,7	5,6	5	16,3	2,0	5	40,4	2,7	4	-
Bad Hall	2	Feingrubber + Kreiselegge	-	1	2,7	9,7	78,1	2,8	5	14,1	1,7	5	29,5	6,6	5	-51,8
Bad Hall	2	Feingrubber	Seicht	1	2,7	32,4	65,1	7,7	5	19,6	2,3	5	29,5	6,6	5	-33,2
Bad Hall	2	-	-	0	2,7	25,8	54,8	5,9	5	-	-	-	29,5	6,6	5	-
Bad Hall	1	Scheibenegge + Kreiselegge	-	2	4,2	6,8	85,2	3,1	5	11,8	1,0	5	35,5	6,6	5	-66,6
Bad Hall	1	Scheibenegge	Seicht	2	4,2	3	80,1	1,8	5	14,0	0,5	5	35,5	6,6	5	-60,3
Bad Hall	1	Scheibenegge + Kreiselegge	-	1	4,2	0,9	86,2	0,3	5	12,1	0,6	5	35,5	6,6	5	-64,5
Bad Hall	1	Scheibenegge	Seicht	1	4,2	1,4	79,5	2,5	5	15,9	1,6	5	35,5	6,6	5	-55,3
Bad Hall	1	Kreiselegge	Tief	1	4,2	0,5	89,2	0,4	5	10,4	0,3	5	35,5	6,6	5	-70,4
Bad Hall	1	Kreiselegge	Seicht	1	4,2	0,5	84,1	1,0	5	15,4	0,9	5	35,5	6,6	5	-56,7
Bad Hall	1	Feingrubber + Kreiselegge	-	2	4,2	1,1	87,3	1,0	4	11,5	0,6	4	35,5	6,6	5	-67,2
Bad Hall	1	Feingrubber	Seicht	2	4,2	2,6	74,8	3,7	5	20,2	3,0	5	35,5	6,6	5	-
Bad Hall	1	Feingrubber + Kreiselegge	-	1	4,2	2,2	84,1	1,2	5	13,2	1,0	5	27,9	3,7	5	-52,5
Bad Hall	1	Feingrubber	Seicht	1	4,2	0,5	74,7	5,0	5	19,0	2,3	5	27,9	3,7	5	-31,8

Bad Hall	1	-	-	0	4,2	5	64,4	4,5	5	-	-	-	27,9	3,7	5	-
Bad Wimsbach 1	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	2,6	0,5	92,3	0,4	5	7,0	0,6	5	0,4	3,7	5	1838,9
Bad Wimsbach 1	1	Grubber	Tief	1	2,6	1,4	92,1	0,7	5	6,3	0,7	5	0,4	3,7	5	1672,2
Bad Wimsbach 1	4	Grubber + Kreiselegge	-	1	3,0	0,5	89,8	1,9	5	9,0	1,9	5	0,4	3,7	5	2466,7
Bad Wimsbach 1	4	Grubber	Tief	1	3,0	0,8	89,1	1,5	5	9,9	1,5	5	0,4	3,7	5	2655,6
Bad Wimsbach 1	3	Grubber + Kreiselegge	-	1	3,5	0,1	88,8	1,1	5	11,1	1,1	5	0,4	3,7	5	2977,8
Bad Wimsbach 1	3	Grubber	Tief	1	3,5	0,4	90,9	1,2	5	8,9	1,2	5	0,4	3,7	5	2366,7
Bad Wimsbach 1	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	3,0	0,2	89,9	1,7	5	9,6	1,5	5	0,4	3,7	5	2588,9
Bad Wimsbach 1	2	Grubber	Tief	1	3,0	0,8	91,1	2,8	5	8,3	2,9	5	0,4	3,7	5	-
Bad Wimsbach 2	2	Kreiselegge	Tief	1	2,6	0,2	90,1	1,1	5	9,8	1,2	5	-	-	-	-
Bad Wimsbach 2	2	Kreiselegge	Seicht	1	2,6	0,2	85,7	2,0	4	14,1	2,0	4	-	-	-	-
Bad Wimsbach 2	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	2,6	0	93,9	0,4	5	6,0	0,4	5	-	-	-	-
Bad Wimsbach 2	2	Grubber	Tief	2	2,6	0	92,6	0,7	5	7,3	0,7	5	-	-	-	-
Bad Wimsbach 2	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	2,6	0,1	93,3	0,5	5	6,5	0,4	5	-	-	-	-
Bad Wimsbach 2	2	Grubber	Tief	1	2,6	0,6	91,3	1,0	5	8,1	1,0	5	-	-	-	-
Bad Wimsbach 2	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	2,6	0	90,0	1,2	5	10,0	1,2	5	-	-	-	-
Bad Wimsbach 2	2	Grubber	Seicht	2	2,6	0,1	87,9	1,4	5	11,9	1,3	5	-	-	-	-
Bad Wimsbach 2	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	2,6	0	86,3	1,7	5	13,6	1,7	5	27,2	0,0	5	-45,1
Bad Wimsbach 2	2	Grubber	Seicht	1	2,6	0	81,2	5,5	5	18,6	5,5	5	27,2	0,0	5	-27,8
Bad Wimsbach 2	2	-	-	0	2,6	14,1	64,8	4,1	5	-	-	-	27,2	0,0	5	-
Bad Wimsbach 2	1	Kreiselegge	Tief	1	2,0	0	94,0	0,8	5	6,0	0,8	5	17,9	0,0	5	-63,2
Bad Wimsbach 2	1	Kreiselegge	Seicht	1	2,0	0,1	91,4	0,3	5	8,5	0,3	5	17,9	0,0	5	-47,6
Bad Wimsbach 2	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	2,0	0	94,3	0,6	5	5,6	0,6	5	17,9	0,0	5	-65,1
Bad Wimsbach 2	1	Grubber	Tief	2	2,0	0	93,8	0,8	5	6,1	0,8	5	17,9	0,0	5	-62,0
Bad Wimsbach 2	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	2,0	0,1	93,6	0,4	5	6,2	0,4	5	17,9	0,0	5	-61,4
Bad Wimsbach 2	1	Grubber	Tief	1	2,0	0,3	92,9	0,3	5	6,8	0,5	5	17,9	0,0	5	-57,7

Bad Wimsbach 2	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	2,0	0	92,6	0,3	5	7,4	0,4	5	17,9	0,0	5	-54,6
Bad Wimsbach 2	1	Grubber	Seicht	2	2,0	0	88,7	1,8	5	11,2	1,8	5	17,9	0,0	5	-
Bad Wimsbach 2	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	2,0	0	92,0	1,0	5	7,9	1,0	5	17,9	0,0	5	-51,1
Bad Wimsbach 2	1	Grubber	Seicht	1	2,0	0,1	88,5	1,4	5	11,4	1,4	5	17,9	0,0	5	-30,8
Bad Wimsbach 2	1	-	-	0	2,0	0,6	81,7	3,7	5	-	-	-	17,9	0,0	5	-
Edt bei Lambach	4	Kreiselegge	Tief	1	-	0,8	73,4	3,3	5	25,3	3,2	5	100,0	0,0	5	-74,1
Edt bei Lambach	4	Kreiselegge	Seicht	1	-	1,1	73,1	2,7	5	25,9	2,8	5	100,0	0,0	5	-73,3
Edt bei Lambach	4	Grubber + Kreiselegge	-	2	-	0,6	83,8	1,2	5	15,5	1,2	5	100,0	0,0	5	-83,8
Edt bei Lambach	4	Grubber	Tief	2	-	0,7	80,6	1,8	5	18,8	1,7	5	100,0	0,0	5	-80,5
Edt bei Lambach	4	Grubber + Kreiselegge	-	1	-	0,9	79,5	3,4	5	19,7	3,3	5	100,0	0,0	5	-79,6
Edt bei Lambach	4	Grubber	Tief	1	-	0,7	77,4	2,5	5	22,0	2,6	5	100,0	0,0	5	-77,3
Edt bei Lambach	4	Grubber + Kreiselegge	-	2	-	0,6	80,0	1,6	5	19,3	1,6	5	100,0	0,0	5	-80,0
Edt bei Lambach	4	Grubber	Seicht	2	-	0,6	75,2	2,0	5	24,1	2,1	5	100,0	0,0	5	-
Edt bei Lambach	4	Grubber + Kreiselegge	-	1	-	0,8	77,4	2,4	5	21,8	2,4	5	103,0	33,5	5	-77,6
Edt bei Lambach	4	Grubber	Seicht	1	-	0,6	74,1	3,3	5	25,1	3,3	5	103,0	33,5	5	-74,3
Edt bei Lambach	4	-	-	0	-	0	0,0	0,0	5	-	-	-	103,0	33,5	5	-
Edt bei Lambach	3	Kreiselegge	Tief	1	-	0,9	75,2	2,4	5	23,9	2,4	5	103,0	33,5	5	-76,1
Edt bei Lambach	3	Kreiselegge	Seicht	1	-	1,2	73,3	2,1	5	25,8	2,1	5	103,0	33,5	5	-74,3
Edt bei Lambach	3	Grubber + Kreiselegge	-	2	-	0,7	81,9	1,4	5	17,4	1,4	5	103,0	33,5	5	-82,0
Edt bei Lambach	3	Grubber	Tief	2	-	0,6	79,9	0,8	5	19,5	0,8	5	103,0	33,5	5	-80,6
Edt bei Lambach	3	Grubber + Kreiselegge	-	1	-	1	78,6	2,3	5	20,5	2,2	5	103,0	33,5	5	-79,4
Edt bei Lambach	3	Grubber	Tief	1	-	0,4	76,7	4,7	5	22,6	4,6	5	103,0	33,5	5	-77,4
Edt bei Lambach	3	Grubber + Kreiselegge	-	2	-	0,8	78,9	2,4	5	20,4	2,4	5	103,0	33,5	5	-79,5
Edt bei Lambach	3	Grubber	Seicht	2	-	1,1	75,9	1,6	5	23,4	1,7	5	103,0	33,5	5	-
Edt bei Lambach	3	Grubber + Kreiselegge	-	1	-	0,7	76,9	1,1	5	22,4	1,1	5	100,0	0,0	5	-77,2
Edt bei Lambach	3	Grubber	Seicht	1	-	0,8	72,2	3,2	5	27,0	3,2	5	100,0	0,0	5	-72,6

Edt bei Lambach	3	-	-	0	-	0	0,0	0,0	5	-	-	-	100,0	0,0	5	-
Edt bei Lambach	2	Kreiselegge	Tief	1	-	1,3	75,6	2,8	5	23,0	2,9	5	59,0	0,0	5	-60,6
Edt bei Lambach	2	Kreiselegge	Seicht	1	-	2,3	73,5	3,4	5	25,2	3,1	5	59,0	0,0	5	-57,1
Edt bei Lambach	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	-	1,1	85,0	1,1	5	14,2	1,0	5	59,0	0,0	5	-75,5
Edt bei Lambach	2	Grubber	Tief	2	-	0,5	84,4	0,8	5	14,9	0,6	5	59,0	0,0	5	-74,4
Edt bei Lambach	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	-	0,6	81,8	1,3	4	17,4	1,3	5	59,0	0,0	5	-70,0
Edt bei Lambach	2	Grubber	Tief	1	-	1,1	78,6	2,0	5	20,2	1,6	5	59,0	0,0	5	-65,2
Edt bei Lambach	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	-	0,5	83,3	1,4	5	16,3	1,4	5	59,0	0,0	5	-72,0
Edt bei Lambach	2	Grubber	Seicht	2	-	1,2	79,0	2,4	5	20,3	2,4	5	59,0	0,0	5	-
Edt bei Lambach	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	-	0,7	80,5	1,5	5	18,8	1,6	5	81,9	0,6	5	-72,0
Edt bei Lambach	2	Grubber	Seicht	1	-	1,5	77,7	3,4	4	21,3	3,3	4	81,9	0,6	5	-66,1
Edt bei Lambach	2	-	-	0	-	0	38,0	31,0	5	-	-	-	81,9	0,6	5	-
Edt bei Lambach	1	Kreiselegge	Tief	1	-	0,2	74,5	2,2	5	25,1	2,0	5	122,9	0,6	5	-73,1
Edt bei Lambach	1	Kreiselegge	Seicht	1	-	0,3	73,6	1,5	5	26,0	1,6	5	122,9	0,6	5	-76,5
Edt bei Lambach	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	-	0,1	85,1	1,6	5	14,6	1,6	5	122,9	0,6	5	-84,1
Edt bei Lambach	1	Grubber	Tief	2	-	0,2	85,2	2,0	5	14,6	2,0	5	122,9	0,6	5	-85,1
Edt bei Lambach	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	-	0,2	81,2	1,0	5	18,6	1,0	5	122,9	0,6	5	-77,0
Edt bei Lambach	1	Grubber	Tief	1	-	0,3	80,9	1,9	5	18,7	1,9	5	122,9	0,6	5	-78,9
Edt bei Lambach	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	-	0,2	80,1	2,5	5	19,7	2,6	5	122,9	0,6	5	-71,8
Edt bei Lambach	1	Grubber	Seicht	2	-	0,2	78,9	2,8	5	20,8	2,8	5	122,9	0,6	5	-
Edt bei Lambach	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	-	0,3	79,7	1,5	5	20,0	1,5	5	107,4	2,6	5	-78,5
Edt bei Lambach	1	Grubber	Seicht	1	-	0,3	78,5	1,9	5	21,2	1,9	5	107,4	2,6	5	-75,9
Edt bei Lambach	1	-	-	0	-	0	0,0	0,0	5	-	-	-	107,4	2,6	5	-
Enns	2	Mulchsämaschine	-	1	1,1	53,6	46,0	9,8	5	10,0	1,6	5	14,1	2,6	5	-9,2
Enns	2	Kreiselegge	Tief	1	1,1	9,8	76,3	5,0	5	7,7	0,3	5	14,1	2,6	5	-42,7
Enns	2	Kreiselegge	Seicht	1	1,1	27	68,7	6,6	5	7,1	0,9	5	14,1	2,6	5	-46,5

Enns	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,1	15,5	79,7	2,0	5	4,2	0,3	5	14,1	2,6	5	-62,5
Enns	2	Grubber	Tief	2	1,1	6,3	85,8	2,6	5	5,3	0,3	5	14,1	2,6	5	-30,6
Enns	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,1	9,3	82,5	1,7	5	6,0	0,6	5	14,1	2,6	5	-41,3
Enns	2	Grubber	Tief	1	1,1	12,8	83,2	0,8	5	5,4	0,6	5	14,1	2,6	5	-26,2
Enns	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,1	25,7	73,5	4,7	5	5,6	0,7	5	14,1	2,6	5	-
Enns	2	Grubber	Seicht	2	1,1	27,2	72,7	4,3	5	6,0	0,6	5	71,1	3,3	5	-29,9
Enns	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,1	22,8	70,3	4,7	5	7,0	0,5	5	71,1	3,3	5	-67,5
Enns	2	Grubber	Seicht	1	1,1	25,7	65,5	2,7	5	5,8	1,4	5	71,1	3,3	5	-57,8
Enns	2	-	-	0	1,1	32,6	28,9	15,9	5	-	-	-	71,1	3,3	5	-
Enns	1	Mulchsämaschine	-	1	2,5	4,5	64,2	1,6	5	31,7	1,4	5	89,2	3,3	5	-54,6
Enns	1	Kreiselegge	Tief	1	2,5	8,1	76,2	7,4	5	14,1	4,1	5	84,8	3,3	5	-69,8
Enns	1	Kreiselegge	Seicht	1	2,5	21,2	63,6	4,8	5	21,3	2,4	5	84,8	3,3	5	-61,5
Enns	1	Grubber	Tief	2	2,5	3,5	87,1	1,9	5	8,2	0,8	5	84,8	3,3	5	-65,7
Enns	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	2,5	3,1	88,8	1,9	5	7,4	1,0	5	84,8	3,3	5	-66,2
Enns	1	Grubber	Tief	1	2,5	10,9	80,6	2,2	5	9,9	1,4	5	84,8	3,3	5	-61,7
Enns	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	2,5	5,5	83,8	0,7	5	9,5	0,7	5	84,8	3,3	5	-55,0
Enns	1	Grubber	Seicht	2	2,5	7,1	73,1	3,3	5	16,3	1,4	5	84,8	3,3	5	-
Enns	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	2,5	7,5	79,6	2,6	5	13,3	1,4	5	52,5	15,6	5	-67,3
Enns	1	Grubber	Seicht	1	2,5	13,1	70,1	1,6	5	17,0	1,0	5	52,5	6,3	5	-49,0
Enns	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	2,5	10,8	73,0	3,3	5	15,3	2,4	5	52,5	6,3	5	-42,1
Enns	1	-	-	0	2,5	32,5	47,4	5,6	5	-	-	-	52,5	6,3	5	-
Güssing	1	Grubber	Tief	2	-	22,7	70,7	4,6	5	4,4	0,5	5	35,5	6,3	5	-77,0
Güssing	1	Grubber	Tief	1	-	30,2	59,0	5,9	5	4,5	0,6	5	35,5	6,3	5	-60,9
Güssing	1	Scheibenegge	Tief	2	-	18,4	76,4	2,8	5	9,3	0,5	5	35,5	6,3	5	-55,0
Güssing	1	Scheibenegge	Tief	1	-	18,5	70,2	4,6	5	7,8	0,5	5	35,5	6,3	5	-48,3
Güssing	2	Grubber	Tief	2	-	18,7	75,3	2,5	5	5,4	0,4	5	42,2	6,3	5	-70,3

Güssing	2	Grubber	Tief	1	-	19,6	65,5	12,0	5	5,3	1,2	5	42,2	6,3	5	-57,2
Güssing	2	Scheibenegge	Tief	2	-	0,1	92,7	0,4	5	7,1	0,4	5	42,2	6,3	5	-55,5
Güssing	2	Scheibenegge	Tief	1	-	11	77,9	2,4	5	8,0	0,3	5	42,2	6,3	5	-
Güssing	2	Scheibenegge	Seicht	1	-	73,1	22,3	2,5	5	3,0	0,5	5	11,5	0,9	10	-
Güssing	1	-	-	0	-	68,3	23,9	4,8	5	-	-	-	4,8	0,9	10	-
Güssing	2	-	-	0	-	63,2	19,8	6,9	5	-	-	-	-	-	-	-
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	1	-	53,7	35,0	9,7	5	4,5	1,1	5	4,5	2,2	10	-
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	1	-	66,4	35,0	9,7	5	4,5	1,1	5	4,5	2,2	10	2,1
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	1	-	59,7	35,0	9,7	5	4,5	1,1	5	10,6	-	-	-
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	1	-	43,6	35,0	9,7	5	4,5	1,1	5	10,6	-	-	-52,0
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	1	-	73,9	35,0	9,7	5	4,5	1,1	5	4,5	2,2	10	40,0
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	2	-	35,9	54,9	9,9	5	5,9	1,0	5	16,2	6,5	5	13,8
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	2	-	53	54,9	9,9	5	5,9	1,0	5	16,2	27,6	4	46,4
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	2	-	48,4	54,9	9,9	5	5,9	1,0	5	16,2	27,6	4	-35,2
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	2	-	30,8	54,9	9,9	5	5,9	1,0	5	16,2	27,6	4	-21,3
Hasdendorf	1	Grubber	Seicht	2	-	25	54,9	9,9	5	5,9	1,0	5	16,2	27,6	4	22,5
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	1	-	84,3	17,7	4,8	5	2,3	0,4	5	16,2	27,6	4	38,9
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	1	-	73,1	17,7	4,8	5	2,3	0,4	5	16,2	27,6	4	-51,4
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	1	-	73,1	17,7	4,8	5	2,3	0,4	5	16,2	27,6	4	-21,7
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	1	-	80	17,7	4,8	5	2,3	0,4	5	16,2	27,6	4	-10,2
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	1	-	77,6	17,7	4,8	5	2,3	0,4	5	16,2	27,6	4	35,1
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	2	-	60,6	43,7	10,3	5	6,0	0,7	5	16,2	27,6	4	-
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	2	-	44,2	43,7	10,3	5	6,0	0,7	5	1,8	18,0	4	1344,5
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	2	-	53,4	43,7	10,3	5	6,0	0,7	5	1,8	18,0	4	847,3
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	2	-	37,9	43,7	10,3	5	6,0	0,7	5	1,8	18,0	4	364,2
Hasdendorf	1	Grubber	Tief	2	-	31,6	43,7	10,3	5	6,0	0,7	5	1,8	18,0	4	473,5

Heidenreichstein 1	1	Kreiselegge	Tief	1	0,9	0,5	89,7	0,7	5	9,7	0,7	5	15,9	18,0	4	-15,5
Heidenreichstein 1	1	Kreiselegge	Seicht	1	0,9	4,4	80,4	1,0	5	15,5	0,8	5	15,9	18,0	4	40,4
Heidenreichstein 1	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	0,9	0,4	89,6	1,0	4	10,0	0,9	4	15,9	18,0	4	-10,6
Heidenreichstein 1	1	Grubber	Tief	2	0,9	1,4	86,0	1,8	5	12,7	1,9	5	15,9	18,0	4	11,4
Heidenreichstein 1	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	0,9	1	90,7	0,9	4	8,1	0,6	4	15,9	18,0	4	-17,7
Heidenreichstein 1	1	Grubber	Tief	1	0,9	1	83,6	2,0	5	13,3	2,4	5	15,9	18,0	4	87,8
Heidenreichstein 1	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	0,9	0,6	89,2	0,1	4	10,2	0,2	4	15,9	18,0	4	-
Heidenreichstein 1	1	Grubber	Seicht	2	0,9	1,2	86,1	1,2	5	12,7	1,2	5	15,9	28,0	5	-19,3
Heidenreichstein 1	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	0,9	0,3	87,0	0,5	3	12,5	0,6	3	15,9	28,0	5	-14,6
Heidenreichstein 1	1	Grubber	Seicht	1	0,9	2,6	82,1	3,2	5	12,6	1,7	5	15,9	28,0	5	-19,8
Heidenreichstein 1	1	-	-	0	0,9	21,4	60,6	2,4	5	-	-	-	15,9	28,0	5	-
Heidenreichstein 1	2	Kreiselegge	Tief	1	0,8	0,3	89,4	0,3	5	10,1	0,3	5	15,9	28,0	5	20,7
Heidenreichstein 1	2	Kreiselegge	Seicht	1	0,8	2,8	80,1	1,1	5	16,3	0,8	5	15,9	28,0	5	7,5
Heidenreichstein 1	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	0,8	0,2	86,1	1,0	3	13,3	0,8	3	15,9	28,0	5	-15,7
Heidenreichstein 1	2	Grubber	Tief	2	0,8	0,9	85,6	0,5	5	10,7	1,0	5	15,9	28,0	5	-27,6
Heidenreichstein 1	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	0,8	0,3	87,0	0,8	5	12,4	0,8	5	15,9	28,0	5	-20,9
Heidenreichstein 1	2	Grubber	Tief	1	0,8	0,6	86,3	3,1	5	12,1	2,6	5	15,9	28,0	5	-19,6
Heidenreichstein 1	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	0,8	0,9	90,4	1,8	5	8,8	1,8	5	15,9	28,0	5	-
Heidenreichstein 1	2	Grubber	Seicht	2	0,8	1,2	86,1	1,0	5	12,2	1,1	5	17,4	10,4	5	-28,0
Heidenreichstein 1	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	0,8	0,9	85,2	1,2	5	12,2	1,5	5	17,4	10,4	5	-22,2
Heidenreichstein 1	2	Grubber	Seicht	1	0,8	2,6	81,4	2,4	5	15,0	1,9	5	17,4	10,4	5	-12,9
Heidenreichstein 1	2	-	-	0	0,8	20,1	59,6	3,6	5	-	-	-	17,4	10,4	5	-
Heidenreichstein 2	1	Kreiselegge	Tief	1	1,4	0	87,1	0,7	5	11,9	0,8	5	26,3	10,4	5	-53,9
Heidenreichstein 2	1	Kreiselegge	Seicht	1	1,4	3,1	81,8	3,1	5	14,6	2,9	5	26,3	10,4	5	-42,8

Heidenreichstein 2	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,4	0,1	90,0	0,3	4	9,6	0,3	4	26,3	10,4	5	-63,1
Heidenreichstein 2	1	Grubber	Tief	2	1,4	1	84,2	0,8	5	13,0	0,2	5	26,3	10,4	5	-47,3
Heidenreichstein 2	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,4	0,4	89,2	0,4	4	10,1	0,2	4	26,3	10,4	5	-58,9
Heidenreichstein 2	1	Grubber	Tief	1	1,4	0,3	88,0	1,1	5	11,3	1,0	5	26,3	10,4	5	-54,1
Heidenreichstein 2	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,4	0,1	90,0	0,7	5	9,8	0,7	5	26,3	10,4	5	-
Heidenreichstein 2	1	Grubber	Seicht	2	1,4	1	85,9	0,6	5	12,1	0,4	5	24,9	15,6	5	-49,5
Heidenreichstein 2	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,4	0,2	90,5	0,5	4	9,2	0,5	4	24,9	15,6	5	-49,1
Heidenreichstein 2	1	Grubber	Seicht	1	1,4	1,1	83,9	0,2	5	13,3	0,9	5	24,9	15,6	5	-46,1
Heidenreichstein 2	1	-	-	0	1,4	0	60,0	5,5	5	-	-	-	24,9	15,6	5	-
Heidenreichstein 2	2	Kreiselegge	Tief	1	1,8	0,5	89,4	1,0	5	9,8	0,8	5	19,4	15,6	5	-48,0
Heidenreichstein 2	2	Kreiselegge	Seicht	1	1,8	1,3	81,1	0,8	5	17,3	0,9	5	19,4	15,6	5	-8,4
Heidenreichstein 2	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,8	0,8	89,4	1,0	5	10,0	1,0	5	19,4	15,6	5	-47,7
Heidenreichstein 2	2	Grubber	Tief	2	1,8	1,9	86,9	1,1	5	11,6	0,4	5	19,4	15,6	5	-34,7
Heidenreichstein 2	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,8	1,4	90,7	0,9	4	7,7	1,2	4	19,4	15,6	5	-4,9
Heidenreichstein 2	2	Grubber	Tief	1	1,8	1,4	87,8	1,5	5	9,7	1,3	5	19,4	15,6	5	-44,5
Heidenreichstein 2	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,8	0,6	89,2	0,7	5	10,1	0,6	5	19,4	15,6	5	-
Heidenreichstein 2	2	Grubber	Seicht	2	1,8	0,7	80,3	0,4	5	18,3	0,5	5	22,4	9,8	5	-15,5
Heidenreichstein 2	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,8	1,2	89,8	1,1	5	9,5	0,8	5	22,4	9,8	5	-51,0
Heidenreichstein 2	2	Grubber	Seicht	1	1,8	1	81,6	1,4	5	16,5	1,5	5	22,4	9,8	5	-24,0
Heidenreichstein 2	2	-	-	0	1,8	4,1	67,3	1,5	5	-	-	-	22,4	9,8	5	-
Heidenreichstein 3	1	Kreiselegge	Tief	1	1,1	0,2	87,0	2,0	4	12,4	2,0	4	41,2	9,8	5	-66,0
Heidenreichstein 3	1	Kreiselegge	Seicht	1	1,1	1	81,5	1,8	5	17,2	1,8	5	41,2	9,8	5	-52,8
Heidenreichstein 3	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,1	0,1	87,1	1,2	4	12,6	1,2	4	41,2	9,8	5	-68,2
Heidenreichstein 3	1	Grubber	Tief	2	1,1	0,2	87,4	1,0	5	12,1	1,0	5	41,2	9,8	5	-68,6

Heidenreichstein 3	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,1	0	89,6	0,7	3	9,8	0,4	3	41,2	9,8	5	-74,7
Heidenreichstein 3	1	Grubber	Tief	1	1,1	0,8	88,7	0,7	5	9,9	0,4	5	41,2	9,8	5	-73,2
Heidenreichstein 3	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,1	0	89,8	0,4	5	9,7	0,5	5	41,2	9,8	5	-
Heidenreichstein 3	1	Grubber	Seicht	2	1,1	0,6	86,0	0,7	5	12,6	0,7	5	55,7	5,9	5	-76,3
Heidenreichstein 3	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,1	0,2	89,7	1,8	5	10,0	1,8	5	55,7	5,9	5	-74,8
Heidenreichstein 3	1	Grubber	Seicht	1	1,1	0,7	84,2	1,0	5	12,5	0,4	5	55,7	5,9	5	-56,5
Heidenreichstein 3	1	-	-	0	1,1	0	34,0	4,9	5	-	-	-	55,7	5,9	5	-
Heidenreichstein 3	2	Kreiselegge	Tief	1	1,8	0,2	89,0	1,1	5	10,4	1,0	5	39,7	5,9	5	-49,0
Heidenreichstein 3	2	Kreiselegge	Seicht	1	1,8	1	82,3	1,4	5	15,8	1,7	5	39,7	5,9	5	-55,9
Heidenreichstein 3	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,8	0,2	89,1	0,5	5	10,6	0,5	5	39,7	5,9	5	-49,0
Heidenreichstein 3	2	Grubber	Tief	2	1,8	0,6	84,2	1,8	5	14,5	1,6	5	39,7	5,9	5	-61,0
Heidenreichstein 3	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,8	0,2	89,8	1,0	5	9,6	0,7	5	39,7	5,9	5	-44,3
Heidenreichstein 3	2	Grubber	Tief	1	1,8	0,4	85,5	0,9	5	12,5	0,8	5	39,7	5,9	5	-56,1
Heidenreichstein 3	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	1,8	0,2	89,9	0,9	5	9,8	0,9	5	39,7	5,9	5	-
Heidenreichstein 3	2	Grubber	Seicht	2	1,8	0,9	86,0	0,9	5	12,0	0,4	5	38,7	7,9	5	-67,6
Heidenreichstein 3	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	1,8	0,7	88,8	1,3	5	10,4	1,2	5	38,7	7,9	5	-64,2
Heidenreichstein 3	2	Grubber	Seicht	1	1,8	0,8	85,7	0,8	5	13,0	0,7	5	38,7	7,9	5	-34,2
Heidenreichstein 3	2	-	-	0	1,8	1,6	65,7	2,2	5	-	-	-	38,7	7,9	5	-
Hötzlsdorf 1	1	Scheibenegge	Seicht	1	2,3	1,2	81,1	2,3	5	18,3	2,2	5	49,7	7,9	5	-62,8
Hötzlsdorf 1	1	-	-	0	2,3	2,8	55,7	6,9	5	-	-	-	49,7	7,9	5	-
Hötzlsdorf 1	1	Scheibenegge	Seicht	1	2,3	0,7	85,6	3,0	8	13,8	3,0	8	47,3	7,9	5	-69,1
Hötzlsdorf 1	1	-	-	0	2,3	1,2	66,3	4,6	8	-	-	-	47,3	7,9	5	-
Hötzlsdorf 2	1	Scheibenegge	Seicht	1	2,0	3,5	88,9	1,7	5	7,7	1,1	5	30,9	7,9	5	-69,3
Hötzlsdorf 2	1	-	-	0	2,0	34,6	47,9	1,6	5	-	-	-	30,9	7,9	5	-
Hötzlsdorf 3	1	Scheibenegge + Feingrubber	-	1	2,4	0	94,1	0,5	5	6,1	0,5	5	16,5	7,9	5	-

Hötzlsdorf 3	1	Scheibenegge	Seicht	1	2,4	0	93,5	1,3	5	6,9	1,3	5	37,9	1,6	5	5,9
Kasthuber	-	Stripper + Sämaschine Referenz	-	0	-	4,2	80,1	1,2	10	-	-	-	56,5	1,6	5	-
Kasthuber	-	Stripper + Sämaschine	-	-	-	0,9	80,7	3,6	17	18,3	3,3	17	56,5	1,6	5	-24,1
Kasthuber	-	Pflug + Kreiselegge + Sämaschine	-	-	-	0	100,0	0,0	5	0,0	0,0	5	37,9	1,6	5	-28,7
Kasthuber	-	Mulchsämaschine + Direktsaat Referenz	-	0	-	2,3	77,3	3,6	10	-	-	-	56,4	1,6	5	-
Kasthuber	-	Mulchsämaschine	-	1	-	0,1	84,9	1,0	10	15,0	1,1	10	56,4	1,6	5	-20,6
Kasthuber	-	Frässaar Referenz	-	-	-	1,6	77,0	3,7	10	-	-	-	37,9	1,6	5	-
Kasthuber	-	Frässaar	-	-	-	1,2	83,3	2,6	31	16,1	2,6	31	82,5	1,1	5	-60,1
Kasthuber	-	Direktsaat	-	-	-	2,9	74,8	4,4	12	23,4	4,1	12	101,0	1,1	5	-56,4
Neidling	1	Kreiselegge	Seicht	1	3,9	1	78,0	1,2	3	16,9	1,6	3	82,5	1,1	5	-48,0
Neidling	1	Kreiselegge	Tief	1	3,9	0,8	80,9	1,9	5	15,9	1,5	5	82,5	1,1	5	-41,9
Rohrau	1	Grubber	Tief	2	-	36,5	58,4	7,1	5	8,1	0,7	5	92,3	1,1	5	-
Rohrau	1	Grubber	Tief	1	-	26,3	67,8	4,5	5	7,9	0,6	5	82,7	1,2	5	-60,6
Rohrau	1	Grubber	Seicht	2	-	18	65,5	4,7	5	9,8	0,7	5	82,7	1,2	5	-44,3
Rohrau	1	Grubber	Seicht	1	-	22,3	63,5	2,5	5	9,2	1,0	5	82,7	1,2	5	-71,8
Rohrau	1	Scheibenegge	Tief	1	-	34,5	50,8	7,0	5	7,4	1,0	5	82,7	1,2	5	-65,6
Rohrau	1	Scheibenegge	Seicht	1	-	27,5	62,3	2,5	5	7,6	0,4	5	86,0	6,5	5	-69,0
Rohrau	1	-	-	0	-	39,4	50,7	2,4	5	-	-	-	86,0	6,5	5	-
Schönabrunn	1	Grubber	Tief	2	-	16,5	74,4	3,8	5	8,4	1,0	5	79,6	6,5	5	-89,3
Schönabrunn	1	Grubber	Tief	1	-	20,1	70,4	0,9	5	8,4	0,5	5	79,6	6,5	5	-71,9
Schönabrunn	1	Grubber	Seicht	2	-	20,8	64,3	2,8	5	8,8	1,4	5	79,6	6,5	5	4,0
Schönabrunn	1	Grubber	Seicht	1	-	29,2	58,3	7,0	5	8,8	0,7	5	76,3	1,2	5	-
Schönabrunn	1	-	-	0	-	83,9	13,7	3,2	5	-	-	-	79,6	6,5	5	-
Waidhofen	2	Kreiselegge	Tief	1	3,2	13,7	73,0	2,8	5	13,9	1,0	5	-	-	-	-

Waidhofen	2	Kreiselegge	Seicht	1	3,2	19,9	64,0	6,8	5	17,0	0,7	5	-	-	-	-
Waidhofen	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	3,2	5,6	80,0	1,9	5	14,3	0,6	5	126,2	0,6	4	-41,6
Waidhofen	2	Grubber	Tief	2	3,2	3,4	78,7	2,9	5	13,1	0,9	5	126,2	0,6	4	-42,6
Waidhofen	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	3,2	17,9	71,9	8,6	5	13,3	2,1	5	126,2	0,6	4	-42,4
Waidhofen	2	Grubber	Tief	1	3,2	12,4	64,9	3,9	5	13,3	1,6	5	126,2	0,6	4	-42,4
Waidhofen	2	Grubber + Kreiselegge	-	2	3,2	7	76,9	2,3	5	16,7	1,2	5	126,2	0,6	4	-39,7
Waidhofen	2	Grubber	Seicht	2	3,2	14,1	71,9	2,5	5	15,7	1,1	5	126,2	0,6	4	-57,0
Waidhofen	2	Grubber + Kreiselegge	-	1	3,2	9,2	72,5	2,0	5	14,5	1,4	5	126,2	0,6	4	-57,9
Waidhofen	2	Grubber	Seicht	1	3,2	16	64,8	3,6	5	14,5	0,2	5	126,2	0,6	4	-57,9
Waidhofen	2	-	-	0	3,2	0	25,0	3,5	4	-	-	-	126,2	0,6	4	-
Waidhofen	1	Kreiselegge	Tief	1	3,3	11,7	63,6	5,2	5	15,7	1,8	5	113,1	0,6	4	-52,0
Waidhofen	1	Kreiselegge	Seicht	1	3,3	15,1	65,5	2,6	4	22,9	1,6	4	113,1	0,6	4	-11,1
Waidhofen	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	3,3	1	81,3	3,7	5	15,2	2,2	5	113,1	0,6	4	-18,0
Waidhofen	1	Grubber	Tief	2	3,3	6,1	78,3	1,4	5	16,2	1,5	5	113,1	0,6	4	-17,0
Waidhofen	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	3,3	4	78,6	1,9	5	16,8	1,0	5	113,1	0,6	4	-16,6
Waidhofen	1	Grubber	Tief	1	3,3	10,9	75,1	2,4	5	15,7	0,5	5	113,1	0,6	4	-17,5
Waidhofen	1	Grubber + Kreiselegge	-	2	3,3	2,8	77,1	1,5	5	17,5	1,0	5	113,1	0,6	4	-44,3
Waidhofen	1	Grubber	Seicht	2	3,3	4,3	73,0	3,8	5	20,5	2,3	5	113,1	0,6	4	-41,6
Waidhofen	1	Grubber + Kreiselegge	-	1	3,3	10,5	77,0	3,5	5	16,9	2,2	5	113,1	0,6	4	-44,8
Waidhofen	1	Grubber	Seicht	1	3,3	15,9	62,9	2,8	5	19,1	1,2	5	113,1	0,6	4	-42,8
Waidhofen	1	-	-	0	3,3	0	50,0	3,5	4	-	-	-	113,1	0,6	4	-