



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Nutzpflanzen-  
wissenschaften

 HBLFA  
Raumberg-Gumpenstein  
Landwirtschaft

# Entwicklung und Prüfung von Anzuchtmethoden zur Saatgutproduktion regionaler Wildpflanzen

## Masterarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Diplomingenieurs

Eingereicht von:  
**Martin Schnuppe, BSc**  
(Matrikelnummer: 11731594)

Masterstudium: Nutzpflanzenwissenschaften

Erstbetreuer: **Univ.-Doz. Dr. nat. techn. Erich M. Pötsch**

Zweitbetreuer: **Dr. Bernhard Krautzer**

Wien, Juni 2021



## Ehrenerklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbst verfasst habe und dass ich dazu keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet habe. Außerdem habe ich die Reinschrift der Masterarbeit einer Korrektur unterzogen und ein Belegexemplar verwahrt.

---

Ort, am Datum

---

Nachname Vorname

## Danksagung

Bevor ich mich bei meinen Betreuern einzeln bedanke, möchte ich grundsätzlich allen dreien großen Dank aussprechen. Aufgrund familiärer und betrieblicher Ereignisse zieht sich das Verfassen dieser Arbeit bereits seit drei Jahren hin. In all diesen drei Jahren haben sie mit Geduld und Verständnis für diese Situationen reagiert. Es war ein Zusammenarbeiten auf Augenhöhe, welches auf gegenseitigem Vertrauen, Respekt und Wertschätzung basierte, wofür ich Ihnen zutiefst dankbar bin. Es ist eine Art des Umgangs zwischen Betreuern und Studierenden, die ihresgleichen sucht, und ich bin stolz zu dieser Raumbergerfamilie zu gehören.

Zuerst möchte ich mich bei meinem Erstbetreuer Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch für die Begleitung bei der Verfassung der Masterarbeit bedanken. Mit seiner wissenschaftlich-fachlichen Expertise sowie seiner zielgerichteten und effizienten Arbeitsphilosophie hat er mir sehr beim Verfassen dieser Arbeit geholfen.

Mit Herrn Dr. Bernhard Krautzer wurde nach einer Vorlesung der Erstkontakt, also der Grundstein für diese Arbeit gelegt. Gemeinsam mit Herrn Dr. Wilhelm Graiss wurde das Thema konkretisiert, die Ziele der Arbeit definiert sowie die Versuchsgestaltung geplant. Ihnen danke ich, dass sie mir die Tür nach Gumpenstein geöffnet haben sowie für den kollegialen Umgang miteinander.

Bei meinem Raumbergkollegen Dipl. Ing. Lukas Gaier möchte ich mich für die Unterstützung bei der statistischen Aufarbeitung der Daten bedanken.

Des Weiterem gebührt dem Team des Instituts für Pflanzenbau und Kulturlandschaft großer Dank für die riesige Unterstützung bei der Datenerhebung sowie der Institutsleitung für die Zurverfügungstellung der personellen und räumlichen Ressourcen.

Meinen Eltern möchte ich danken, dass sie mir die Möglichkeit gegeben haben zu studieren sowie dass sie mir mitten in der Gartensaison im wichtigsten unsererer Gewächshäuser so viel Platz für meinen Versuch überlassen haben.

Allen meinen Studienkollegen in Wien möchte ich für die wunderschöne gemeinsame Zeit danken, und ich hoffe, dass sich unsere Wege immer wieder kreuzen werden.

Zu guter Letzt bedanke ich mich noch bei der Republik Österreich. Ich bin stolz und dankbar in so einem schönen und friedlichen Land zu leben und, dass ich so ein breites und vielfältiges Bildungsprogramm kostenlos absolvieren durfte. Zusätzlich bin ich dem Staat Österreich noch für die bedeutende finanzielle Unterstützung in Form der Studienbeihilfe dankbar.

Martin Schnuppe

## **Vorwort**

Ich durfte meine Masterarbeit „Entwicklung und Prüfung von Anzuchtmethoden zur Jungpflanzenproduktion regionaler Wildpflanzen“ samt Teile der Auswertung an meiner ehemaligen Ausbildungsstätte der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchführen.

Die Arbeit sollte praxisrelevant sein und wenn möglich Bezug zu aktuellen landwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Themen aufweisen. So haben meine Betreuer und ich den gemeinsamen Konsens bei der Wildpflanzenvermehrung gefunden, die einerseits nur von einer Hand voll Betrieben im deutschsprachigen Raum betrieben wird, sowie das aktuelle Thema der Biodiversitätserhaltung und Förderung abdeckt.

Schon lange vor „Green Deal“ und Co wurde von meinen Betreuern die Relevanz von Biodiversität und den damit verbundenen Anforderungen erkannt und ich bin froh, dass ich zu diesem Thema auch einen Beitrag leisten durfte.

## Zusammenfassung

Aufgrund von Bewirtschaftungsaufgabe und vor allem wegen intensiverer Nutzung sind viele Biotoptypen auf Österreichs landwirtschaftlich genutzten Flächen in Bedrängnis gekommen. Besonders Grünlandhabitats weisen aufgrund von höheren Düngungsintensitäten und häufigerer Schnittfrequenz eine starke Verringerung der floristischen Diversität auf. Die aktive Anlage von floristisch wertvollen Beständen mit zertifiziertem Wildpflanzensaatgut kann eine Möglichkeit sein, um diesen Trend entgegenzuwirken. Damit dieses herkunftsgeprüfte Saatgut produziert werden kann, müssen die dementsprechenden Vermehrungsbestände angelegt werden. Um dies zu erleichtern, wurde in einer Versuchsreihe eruiert, ob die Anzucht von Jungpflanzen ein Weg ist, um damit diese Pflanzenbestände zu etablieren. Dazu wurden sechs verschiedene Wildpflanzenarten mit den Behandlungsvarianten Kultursubstrat, Keimkammer und Kühlphase zu je drei verschiedenen Ansaatterminen hinsichtlich der Parameter Keimlingsanzahl, Keimverlauf, verwendbare Pflanzen sowie oberirdische und unterirdische Biomasse untersucht. Es stellte sich heraus, dass die verschiedenen Behandlungsvarianten unterschiedliche Einflüsse auf die untersuchten Wildpflanzenarten hatten. Einige zeigten signifikante Auswirkungen der Behandlungen auf die erhobenen Parameter, so hatte zum Beispiel die Kühlphase positive Einflüsse auf die Entwicklung der Glanz-Wiesenraute (*Thalictrum lucidum*). Bei anderen Arten, wie etwa der Steppen-Kammschmiele (*Koeleria macrantha*), traten hingegen keine markanten Unterschiede in den Ergebnissen auf. Für jede der sechs Arten wurde eine eigene Empfehlung erarbeitet, wie Jungpflanzen am besten produziert werden können. Aus allen Ergebnissen und Erkenntnissen, die im Zuge der Versuchsreihe aufgetreten sind, wurde auch noch eine generelle Herangehensweise für die Jungpflanzenanzucht von Wildpflanzen erarbeitet. Diese basiert auf den zuvor bekannten Daten sowie Merkmalen der Wildpflanzen und soll eine fundierte Hilfestellung zur Jungpflanzenproduktion liefern.

## Abstract

Many biotope types on Austria's agricultural land have come under pressure due to land abandonment and especially due to intensification of agricultural use. In particular grassland habitats show a considerable reduction of floristic diversity as a result of higher fertilization intensities and higher utilisation frequency. The active cultivation of floristically valuable grasslands with certified wild plant seeds could be one way to counteract this trend. In order to produce seeds of wild plant species, the propagation plant stands have to be cultivated free from weeds and other disruptive factors. In this thesis, a series of experiments was conducted to find out if the cultivation of wild plant seedlings helps to reach the requirements. For this purpose, six different wild plant species were examined for the impact of cultivation substrate, growing chamber and cooling and seeding date on germination progress, number of seedlings, usable plants as well as above-ground and below-ground biomass. We found out, that the different treatment variations had a different effect on the wild plant species studied. Some types showed a significant effect of treatments, for example, cooling had a considerable positive influence on the development of Shining meadow rue (*Thalictrum lucidum*). For other species like Crested hairgrass (*Koeleria macrantha*), however, no striking differences in the results occurred. For each of the six species, a specific recommendation on how best to produce seedlings was developed. From all the results and findings that occurred in the course of the series of experiments, a general approach for the seedling cultivation of wild plants was also worked out. This is based on the previously known data and on the characteristics of the wild plant species and is intended to provide a guidance for successful seedling production.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung .....	1
1.1	Einleitung .....	1
1.2	Zielsetzung .....	2
1.3	Forschungsfragen .....	3
2	Literaturüberblick .....	5
2.1	Biodiversität in Österreich und im österreichischen Grünland .....	5
2.2	Biodiversitätsfördernde ÖPUL-Maßnahmen .....	6
2.3	Green Deal und GAP 2023-2027 .....	7
3	Material und Methoden.....	9
3.1	Untersuchte Wildkräuter .....	9
3.1.1	Gelbes Sonnenröschen.....	9
3.1.2	Gelbe Skabiose.....	10
3.1.3	Feld-Thymian .....	11
3.1.4	Steppen-Kammschmiele .....	12
3.1.5	Glanz-Wiesenraute .....	13
3.1.6	Blaues Pfeifengras.....	14
3.2	Versuchsbeschreibung .....	15
3.2.1	Versuchsdesign .....	15
3.2.2	Versuchsbedingungen.....	17
3.3	Erhebungsparameter.....	20
3.3.1	Keimlingsanzahl-, Keimverlauf .....	20
3.3.2	Verwendbare Pflanzen .....	20
3.3.3	Oberirdische und unterirdische Biomasse .....	20
3.4	Statistische Auswertung .....	21
4	Ergebnisse und Diskussion .....	23
4.1	Gelbes Sonnenröschen .....	23
4.1.1	Keimverlauf und Keimlingsanzahl.....	23
4.1.2	Verwendbare Pflanzen .....	25
4.1.3	Oberirdische und unterirdische Biomasse .....	26
4.2	Gelbe Skabiose .....	28
4.2.1	Keimverlauf und Keimlingsanzahl.....	28
4.2.2	Verwendbare Pflanzen .....	30
4.2.3	Oberirdische und unterirdische Biomasse .....	31
4.3	Feld-Thymian .....	33
4.3.1	Keimverlauf und Keimlingsanzahl.....	33
4.3.2	Verwendbare Pflanzen .....	35
4.3.3	Oberirdische und unterirdische Biomasse .....	36
4.4	Steppen-Kammschmiele.....	38
4.4.1	Keimverlauf und Keimlingsanzahl.....	38
4.4.2	Verwendbare Pflanzen .....	40

4.4.3	Oberirdische und unterirdische Biomasse .....	41
4.5	Glanz-Wiesenraute .....	42
4.5.1	Keimverlauf und Keimlingsanzahl.....	42
4.5.2	Verwendbare Pflanzen .....	46
4.5.3	Oberirdische und unterirdische Biomasse .....	46
4.6	Blaues Pfeifengras .....	48
4.6.1	Keimverlauf und Keimlingsanzahl.....	48
4.6.2	Verwendbare Pflanzen .....	51
4.6.3	Oberirdische und unterirdische Biomasse .....	51
5	Zusammenfassung und Schlussfolgerung .....	53
6	Literaturverzeichnis .....	57
7	Tabellenverzeichnis .....	61
8	Abbildungsverzeichnis .....	62
9	Bilderverzeichnis.....	63

# 1 Einleitung und Problemstellung

## 1.1 Einleitung

Laut Buchgraber (2009) liegen die Anteile der Grünlandflächen im inneralpinen Raum bei über 80 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Im Kärntner Becken, Alpenvorland, Wald- und Mühlviertel sowie dem südöstlichen Flach- und Hügelland liegen die Anteile bei noch beachtlichen 40-55 %. Durch Intensivierung der Nutzung und Flächeninanspruchnahme gerät der Lebensraum Grünland aber immer stärker in Bedrängnis und die floristische Diversität verringert sich. Um die gewünschte Artenzusammensetzung der Grünlandbestände zu erhalten beziehungsweise verbessern zu können wenden die österreichischen Landwirte etablierte Nachsaattechniken sowie gegebenenfalls natürliche Selbstaussaat an (Pötsch u.a., 2013). Um die Artenanzahl von Grünlandbeständen mit hoher Biodiversitätsleistung zu erhalten sind jedoch diese beiden genannten Varianten nicht anwendbar. Aktive Nachsaat scheitert an der nicht ausreichend vorhandenen Saatgutmenge und der zu geringen Anzahl der vermehrten Arten. Die Selbstaussaat von Grünlandbeständen ist wiederum für die meisten Arten durch zu hohe Schnittfrequenzen unterbunden. Und wenn es doch vereinzelte wertvolle Bestände gibt, die zur Selbstaussaat kommen, sind die Flächen zu selten und zu verstreut um eine vernünftige Breitenwirksamkeit erzielen zu können. So sind laut Krautzer (2018) bereits 90 % der artenreichen Grünlandbestände bedroht. Die bedrohte Flora wirkt sich jedenfalls direkt auf die in diesem Lebensraum lebende Fauna aus. So verringerte sich laut einer Studie der TU-München der Insektenbestand auf ausgewählten Grünlandflächen im Beobachtungszeitraum von 2008 – 2017 auf nur mehr 33 % der Ausgangspopulation (Seibold u.a., 2019).

Nur mit einer Erweiterung des Habitats, Extensivierung und Etablierung ursprünglicher Bestände kann dem Insektensterben wirkungsvoll begegnet werden. Diese Grünlandbestände müssen wieder ihre Aufgaben als Nahrungsquelle, Lebensraum und Überwinterungsquartier erfüllen. Doch wie sollen diese Bestände angelegt werden, wenn, wie bereits ausgeführt, das natürliche Verbreitungspotential zu gering und zu wenig entsprechendes Saatgut vorhanden ist?

Dazu muss man noch einen Schritt zurückgehen, und sich die Frage nach dem Grund der geringen vermehrten Artenzahl sowie der unzureichenden Saatgutmenge stellen. Die Vermehrung von Wildpflanzen stellt große Anforderungen an die Landwirte und Forschungsanstalten. Hat man bei den später verkauften Blütmischungen noch Toleranzen bei der Artenzusammensetzung am Feld, so muss der Vermehrungsbestand artenrein sein und nach der Ernte so wenig Saatgutverunreinigungen wie möglich aufweisen. Da diese Wildpflanzen noch keinen Domestikationsprozess hinter sich haben, weisen sie jedoch noch Merkmale auf, die das Erreichen der genannten Anforderungen erheblich erschweren. Diese sind zum Beispiel geringe Keimfähigkeiten, langsame Jugendentwicklung und Bestandesschluss sowie weitere besondere Anforderungen wie Kältebehandlung, spezielle pH-Werte usw.. Für diese Anforderungen müssen Lösungen gefunden werden, um artenreine und gleichmäßige Vermehrungsbestände aufbauen zu können, die dann auch erfolgreich beerntet werden können. Eine Lösungsalternative könnte sein, die Bestände nicht mehr klassisch zu säen, sondern wie im Garten- und Gemüsebau Bestände zu pflanzen. Durch Pflanzungen könnten Faktoren wie geringe Keimfähigkeit, langsame Jugendentwicklung usw. abgefedert beziehungsweise vollkommen egalisiert werden.

## **1.2 Zielsetzung**

Ziel dieser Masterarbeit war es herauszufinden, ob die Anzucht von Jungpflanzen ausgewählter Wildpflanzen möglich ist, um somit den in der Einleitung genannten Problemen begegnen zu können. Dafür wurde mit klassischen gärtnerischen Methoden versucht, die Samen der Wildpflanzen zu säen, ihre weitere Entwicklung zu beobachten und hinsichtlich ausgewählter Parameter zu quantifizieren. Die Ergebnisse sollten Alternativen zur klassischen Anlageform von Vermehrungsbeständen liefern. Außerdem sollten aus ihnen eine generelle Herangehensweise zu Bestandesetablierung für Wildpflanzen abgeleitet werden.

### 1.3 Forschungsfragen

Diese Masterarbeit sollte folgende Fragestellungen beantworten:

- Ist es möglich, mit gärtnerischen Methoden geeignetes Pflanzgut zur Bestandesbegründung für Wildpflanzenvermehrungsflächen zu produzieren?
- Welche Eigenschaften müssen Wildpflanzen und ihr Saatgut erfüllen, um mittels Einzelkornsaat gesät werden zu können bzw. ab wann ist diese Saattechnik nicht sinnvoll?
- Haben die gewählten Varianten Substrat, Keimkammer und Vorkühlung einen Einfluss auf die Parameter Keimverlauf, Keimlingsanzahl, verwendbare Keimlinge sowie oberirdische und unterirdische Biomasse?
- Haben die drei unterschiedlichen Anbautermine einen Einfluss auf die Parameter Keimverlauf, Keimlingsanzahl, verwendbare Keimlinge sowie oberirdische und unterirdische Biomasse?
- Wie sehen die optimalen Anbaubedingungen für die sechs gewählten Wildpflanzenarten im Versuch aus?
- Kann man aus den untersuchten Arten eine generelle Vorgehensweise für die Jungpflanzenanzucht aus Wildpflanzen ableiten?



## 2 Literaturüberblick

### 2.1 Biodiversität in Österreich und im österreichischen Grünland

Biodiversitätsleistungen sind einer von vielen Outputs der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Österreich weist eine große Vielfalt an topographischen und klimatischen Gegebenheiten auf, die kombiniert mit einer abgestuften und vielfältigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftung die Grundlage für Österreichs Artenreichtum bilden (BMLRT, 2020b). Doch genau dieser Reichtum an Biodiversität ist von vielen Seiten bedroht. Bodenversiegelung, Klimawandel und intensivere landwirtschaftliche Nutzung, um einige Beispiele zu nennen, drängen die biologische Vielfalt in Österreich zurück. Dieser Verlust an Biodiversität ist nach der globalen Erwärmung als größte globale und nationale Bedrohung für die Umwelt zu sehen (Europäische Kommission, 2011).

Der hohe Einfluss der österreichischen Land- und Forstwirtschaft auf die Biodiversität wird deutlich, wenn man die Flächennutzung Österreichs beleuchtet. Der Anteil der land- und forstwirtschaftlich genutzten Fläche beträgt rund 80% der gesamten Staatsfläche (BMLFUW, 2014). Von den 488 verschiedenen Biotoptypen, die in Österreich beschrieben werden, konnten sich jedoch viele erst durch die extensive Nutzung der Landschaft in der Vergangenheit entwickeln. Durch die Intensivierung der Bewirtschaftung geraten viele dieser von Menschenhand geschaffenen Biotope in Bedrängnis, sodass man heute bereits 246 der 488 Biotoptypen Österreichs als gefährdet und stark gefährdet einordnet (Umweltbundesamt, 2013).

Die Dauergrünlandfläche in Österreich umfasst 1,19 Mio. Hektar, was rund 44% der landwirtschaftlich genutzten Fläche Österreichs entspricht (BMNT, 2019). Der Fortschritt in der Züchtung unserer Nutztiere und die Bestrebungen nach geringerer Abhängigkeit von Eiweißimporten erfordern höhere Bewirtschaftungsintensitäten unserer Grünlandbestände, um entsprechende Energiedichten und hohe Eiweißgehalte zu erhalten (Resch, 2016). Genau diese erhöhten Bewirtschaftungsintensitäten in Bezug auf Nutzungsfrequenz und Düngeintensität stehen aber in direkten Zusammenhang mit einer Verringerung der biologischen Vielfalt auf diesen Flächen (Buchgraber und Sobotik, 1995). So beschreibt auch das Umweltbundesamt (2013) dass 95 % der mit Grünland in Zusammenhang stehenden,

bedrohten Biotope von der landwirtschaftlichen Nutzung abhängig sind. Doch nicht nur die Intensivierung gefährdet die Biotope die man am Dauergrünland findet, sondern auch der Rückgang der insgesamten Dauergrünlandflächen. Dieser Rückgang kann seit ca. 50 Jahren beobachtet werden, wobei vor allem Almen verwalden oder verbuschen bzw. sehr extensiv genutzte und steile Grenzertragsstandorte aufgeforstet werden (Pötsch und Mösslberger, 2010). So haben sich im Zeitraum von 2012 bis 2017 die extensiv genutzten Grünlandflächen (maximal 2 Schnitte pro Jahr) um ca. 40.000 ha verringert, wohingegen die Grünlandflächen mit 3 und mehr Nutzungen um fast 10.000 ha zugenommen haben (Suske, 2019). Grabherr und Reiter (1995) führen aus, dass etwa 10% der 2873 österreichischen Blüten- und Farnpflanzen von den oben beschriebenen Grünlandbeständen abhängig sind. Die höchste floristische Diversität weisen hier Hutweiden auf. So findet man bei ihnen bis zu 115 verschiedene Pflanzenarten, gefolgt von Einschnitt- und Zweischnittwiesen, die bis zu 85 Arten aufweisen (Pötsch, 2009). Wenn es zur Aufgabe der Bewirtschaftung auf diesen Flächen kommt, verändert sich nach einem kurzen Zeitabstand die Artenzusammensetzung in diesen Beständen (Buchgraber, 2002b). Bohner (2010) beschreibt, dass der Artenrückgang durch eine Nutzungsaufgabe bis zu 50 % betragen kann. Die Studie von Pötsch (2009) belegt, dass extensiv genutzte Grünlandbestände eine eindeutig höhere floristische Diversität als intensiv genutztes Grünland aufweisen. So leisten Gebiete mit großflächigen extensiven Dauergrünlandbeständen einen größeren Beitrag zur Sicherung des floristischen Artenreichtums als Gebiete mit intensiver Grünlandnutzung (Suske, 2003).

## **2.2 Biodiversitätsfördernde ÖPUL-Maßnahmen**

Im „Österreichischen Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft 2015“ sollen Land- und Forstwirte durch einen Mix aus extensiverer Bewirtschaftung und aktiven Maßnahmen positive Leistungen für Umwelt und Natur erbringen (BMLFUW, 2016). Diese sollen das Förderportfolio der Gemeinsamen Agrarpolitik ergänzen, welches hauptsächlich die ökonomischen und sozialen Aspekte der landwirtschaftlichen Ausgleichsleistungen abdeckt (BMLRT, 2020a). Die ÖPUL-Maßnahmen zur Erhöhung der biologischen und genetischen Vielfalt zielen in erster Linie darauf ab, standortgerechte Acker- und Grünlandwirtschaft zu

erhalten bzw. zu etablieren, sowie gezielte fördernde Maßnahmen in Punkto Biodiversität zu setzen. In der Infobroschüre über das Agrar- und Umweltprogramm des damaligen BMLFUW (2016) werden die 11 biodiversitätsfördernden Maßnahmen des ÖPUL 2015 aufgezählt, wobei folgende Maßnahmen die bedeutendsten Beiträge leisten: „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung (UBB)“, „Natura 2000-Landwirtschaft“ „Biologische Wirtschaftsweise“ und „Naturschutz“ (BMLFUW, 2016).

### **2.3 Green Deal und GAP 2023-2027**

*„Der europäische Grüne Deal legt dar, wie Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent gemacht werden kann, indem die Konjunktur angekurbelt, die Gesundheit und die Lebensqualität der Menschen verbessert, sowie die Natur geschützt werden kann“.* (Europäische Kommission 2019b) Am 11.12.2019 stellte EU Kommissionspräsidenten Ursula von der Leyen den Green Deal der europäischen Kommission vor. Im Maßnahmenprogramm der EU-Kommission stehen 10 Bereiche, die zur Erreichung der gesetzten Ziele definiert sind. Praktisch alle dieser Maßnahmenbereiche betreffen die Land- und Forstwirtschaft zumindest indirekt. Direkt betreffen und großen Einfluss auf die europäische Land- und Forstwirtschaft haben werden die Bereiche: „Klimaambitionen“, „Saubere, erschwingliche und sichere Energie“, „Berücksichtigung von Umweltbelastungen in der Gemeinsamen Agrarpolitik / Strategie „Vom Hof auf den Tisch“ (Farm to Fork)“ sowie „Erhaltung und Schutz der Biodiversität“ (Europäische Kommission, 2019a).

Die Farm to Fork Strategie umfasst fünf bedeutende Eckpfeiler (Europäische Kommission, 2020b):

- Sichere Versorgung der Europäer/innen mit erschwinglichen und nachhaltig produzierten Lebensmitteln
- Bekämpfung des Klimawandels
- Umweltschutz und Erhalt der Biodiversität
- Gerechte Einkommen in der Lebensmittelkette
- Ausweitung des ökologischen Landbaus

Zur Erfüllung dieser Eckpfeiler der Farm to Fork Strategie hat die Europäische Kommission wiederum quantitative Ziele bis 2030 formuliert (Europäische Kommission, 2020a):

- Halbierung der Verwendung chemischer Pestizide
- Verringerung der Nährstoffverluste um mindestens 50 % sowie des Düngemitelesinsatzes um mindestens 20 %
- Senkung des Einsatzes von Antibiotika in Viehzucht sowie Aquakulturen um 50 %
- Ausweitung des ökologischen Landbaus auf 25 % der landwirtschaftlichen Fläche der Europäischen Union.

Die ambitionierten Eckpunkte und Ziele der Europäischen Kommission sind stark umstritten und werden kontrovers diskutiert. Von vielen Medien wird die Widersprüchlichkeit einiger Ziele bekräftigt, so stellt der European Scientist in seinem Onlineartikel „Schlecht für Mensch und Umwelt: Die „Farm to Fork“-Strategie der EU“ vom 13.11.2020 die Vereinbarkeit von Ernährungssicherheit mit der Reduktion von Betriebsmitteln in Frage und zeigt weitere Gegensätze auf (The European Scientist, 2020).

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Untersuchte Wildkräuter

##### 3.1.1 Gelbes Sonnenröschen



Bild 1: Gelbes Sonnenröschen im Versuch

*Helianthemum nummularium*, auch gelbes Sonnenröschen genannt ist eine Art aus der Familie der Zistrosengewächse (Cistaceae). Die Pflanze ist mehrjährig, an der Basis verholzt und kann eine Größe von 10-30 cm erreichen. Die fünfzähligen, Blüten haben gelbe Kronblätter und blühen von Mai bis September (Spohn u.a., 2008).

Das Gelbe Sonnenröschen ist ein niederwüchsiger Zwergstrauch und ist gut an trockene Bedingungen angepasst. Es ist in nahezu ganz Europa sowie im Kaukasus und der Türkei verbreitet und präferiert trockene Sonnenhänge, wie auch zum Beispiel felsige Gebiete und Heiden (Dankwart, 2001).

Die Blüten des Gelben Sonnenröschens öffnen sich nur einen Tag lang. Dafür müssen warme Bedingungen ( $>20^{\circ}\text{C}$ ) und sonniges Wetter vorherrschen. Die unzähligen Staubblätter sind in der Lage sich bei Berührung abzuspreizen und so ein bestäubendes Insekt optimal mit Pollen zu belegen. Es kann aber auch zu spontaner Selbstbestäubung kommen. Verwendet wird das Gelbe Sonnenröschen in der Bachblütentherapie und als Blütenstaude für trockene Standorte in der Gartengestaltung (Spohn u.a., 2008).

### 3.1.2 Gelbe Skabiose

*Scabiosa ochroleuca*, die Gelbe Skabiose ist eine Pflanzenart aus der Unterfamilie der Kardengewächse, die zur Familie der Geißblattgewächse gehört. Sie wird 20 bis 60 cm hoch und ist eine krautige, zwei- bis mehrjährige Pflanze (Fischer, 2008). Die Grundblätter der Gelben Skabiose sind einfach fiederschnittig und unterseitig behaart. Die Stängelblätter hingegen sind einfach bis doppelt fiederschnittig und behaart. Als Blütenstände bildet sie von Hochblättern umgebene Köpfchen aus, die 1,5-3,5cm groß werden. Am Boden des



Bild 2: Gelbe Skabiose im Versuch

Korbes bildet sie Spreublätter aus (Biologie Seite, 2021). Die ausgebildeten Blüten der

Gelben Skabiose sind zwittrig mit einem Außenkelch, die Blüten am Rand sind strahlend. Die fünfzähligen Kronblätter sind verwachsen, besitzen 4 Staubblätter mit einem Griffel. Der Blütezeitpunkt beginnt im Juli und dauert bis November an. Die Verbreitung Ihrer Nussfrüchte findet durch den Wind statt (Fischer, 2008).

Hauptsächlich trifft man auf die Gelbe Skabiose in trockenen Habitaten und bevorzugt leicht kalkhaltige Böden. So ist sie auf Trockenrasen, Böschungen und trockenen Wiesen anzutreffen. Ihr Verbreitungsgebiet liegt in Süd-Osteuropa und in der pannonischen Platte, so ist sie in Österreich im sogenannten Pannonikum recht häufig anzutreffen (Mohr, 2008).

### 3.1.3 Feld-Thymian

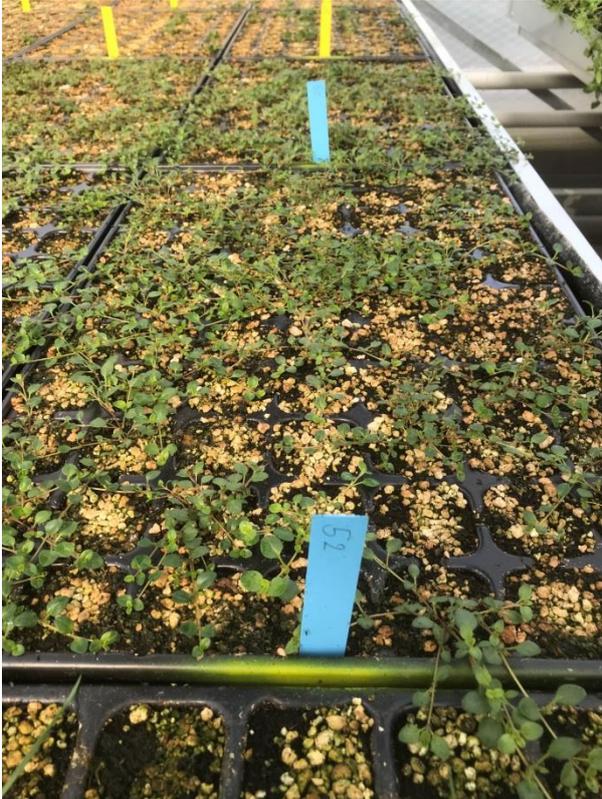


Bild 3: Feld-Thymian im Versuch

*Thymus pulegioides*, der Feld-Thymian ist eine Pflanzenart aus der Familie der Lippenblütler. Er hat viele weitere deutsche Synonyme wie: Breitblättriger Thymian, Gemeiner Thymian, Quendel und Arznei-Thymian. Der Feld-Thymian ist ein ausdauernder Zwergstrauch, der 5 bis 25 cm hoch wird. Die Sprossbasis ist leicht verholzt und hat den für Lippenblütler typischen rechteckigen Querschnitt. Die Triebe sind stark verzweigt, und an den Außenkanten behaart. Die Blätter sind oft behaart und haben dieselbe Größe. Die Blätter weisen den für Thymian typischen aromatischen Duft der enthaltenen ätherischen Öle auf (Seblad u.a., 1996). Der Blühzeitpunkt des

Feld-Thymians beginnt im Juni und dauert bis September an. Die Blüten sind purpur bis rot und haben die typische Form der Lippenblütler (Fischer, 2008).

Der Feld-Thymian ist in nahezu ganz Europa anzutreffen, das Hauptverbreitungsgebiet ist aber Mittel- und Südosteuropa. Man findet ihn besonders in Trockenrasen, sowie in Schottergruben, Böschungen, aber auch auf Ameisenhaufen. Er zählt zu den Pionierpflanzen und besiedelt gerne nährstoffarme, sandige Böden. Er wurzelt bis zu einem Meter tief in das Erdreich. (Biologie Seite, 2021).

Der Feld-Thymian wird als Heil-, sowie als Gewürzpflanze vom Menschen genutzt. So spricht man ihm und seinen Ätherischen Ölen krampflösende und antimikrobielle Wirkung zu. Bei der Ernährung wird er zur Verdauung von fettreichen Speisen, Wild, Lamm, Geflügel uvm. eingesetzt (Schönfelder und Schönfelder, 2011).

### 3.1.4 Steppen-Kammschmiele

*Koeleria macrantha*, die Steppen-Kammschmiele ist eine Pflanzenart aus der Familie der Süßgräser. Weiters ist die Steppen-Kammschmiele als Zierliches Schillergras und Steppen-Schillergras bekannt. Sie wächst in lockeren Horsten die um die 50cm, maximal 70 cm hoch werden. Die Blätter werden knapp 20 cm lang, sind oft gerollt und behaart. Die Ligula (Blatthäutchen) hat eine Länge von 0,5mm. (Naturlexikon Bayern, 2021).

Die Rispe erreicht eine Länge von bis zu 20cm. Diese trägt Ährchen mit einer Länge von 4-5mm, an der im Juni und Juli ca. 3 Blüten wachsen. Bei der Steppen-Kammschmiele ist nur die Deckspelze begrannt (Naturlexikon Bayern, 2021).

Die Steppen-Kammschmiele kommt auf Trocken-, und Steppenrasen vor, bevorzugt nährstoffarme, trockene Standorte, und ist Kalkliebend (Fischer, 2008).

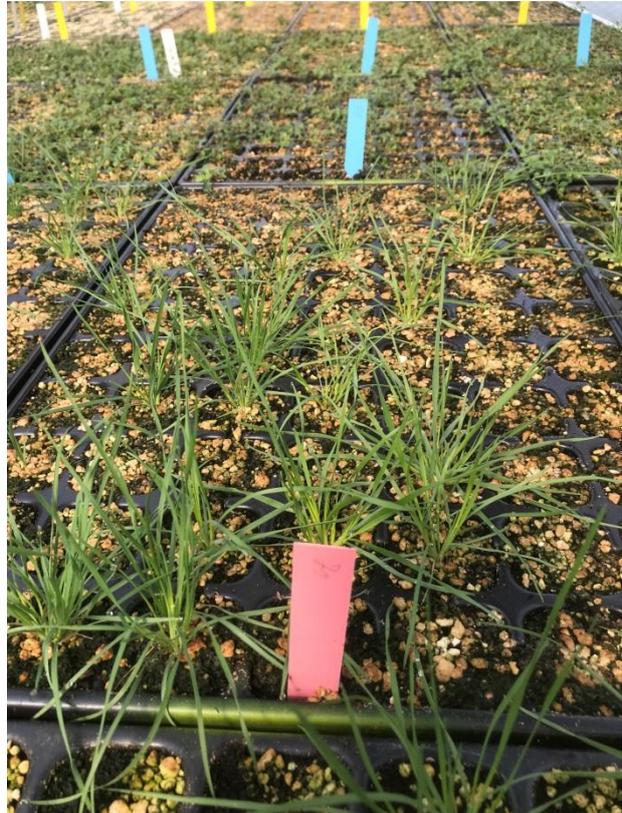


Bild 4: Steppen-Kammschmiele im Versuch

### 3.1.5 Glanz-Wiesenraute

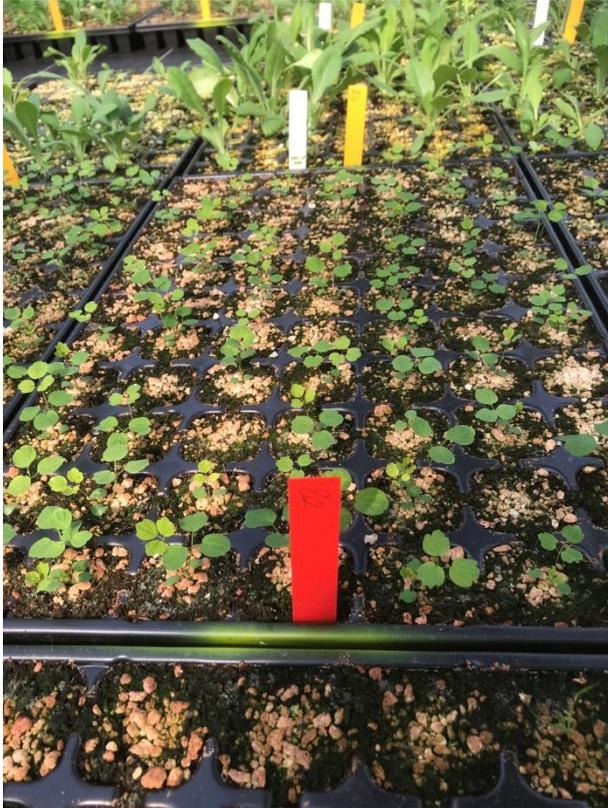


Bild 5: Glanz-Wiesenraute in Versuch

*Thalictrum lucidum*, die Glanz-Wiesenraute ist ein Vertreter der Pflanzenfamilie der Hahnenfußgewächse. Sie erreicht eine Höhe von 60-120cm, besitzt ein Rhizom, das aber keine Ausläufer bildet. Die Sprossachse ist an der Basis gestaucht und im blattragenden Teil gestreckt. Die Blattspreite der Glanz-Wiesenraute zeigt eine zweifach gefiederte Ausprägung, ist linear-lanzettlich beziehungsweise keilförmig und besitzt auf der Oberseite dunkelgrün glänzende, auf der Unterseite hellgrüne Fiederblätter (Erlbeck u.a., 2002).

Die Blütezeit der Glanz-Wiesenraute dauert von Juni bis Juli. Die Blütenstände sind dicht bepackt ausladende und aufrechtstehende Rispen. Die Blüten bilden nur eine einfache Blütenhülle (ohne Kronblätter) und sind zwittrig. Die Staubblätter haben eine weiße bis gelblichgrüne Farbe, die der Blüte ihre Farbe geben (Fischer, 2008). Die Glanz-Wiesenraute bildet Nussfrüchte aus, die sich über Wind und Wasser verbreiten, und zur Keimung auf einen Kältereiz angewiesen sind. Sie ist ein partieller Fremdbefruchter und bildet keinen Nektar, dafür reichlich Pollen aus. Sie wird von Bienen, diversen Fliegen und Käfern bestäubt (Rothmaler und Jäger, 2017).

Das Verbreitungsgebiet der Glanz-Wiesenraute erstreckt sich von der Türkei bis nach Mittel- und Osteuropa. Ihre Hauptstandorte sind Flussauen. Sie bevorzugt flache und nährstoffreiche Moorwiesen. Die Art gilt in Österreich als gefährdet (Fischer, 2008).

### 3.1.6 Blaues Pfeifengras

*Molinia caerulea*, das Blaue Pfeifengras ist eine Art der Familie der Süßgräser. Es wird 50 bis 100 cm hoch und bildet große weite Horste aus. Die Halme haben nur am Beginn Nodien und die Blätter werden 3-8mm breit. Das Rispengras bildet Blütenstände von bis zu 50cm Länge aus, die eine blaue bis violette Färbung aufweisen (Erlbeck u.a., 2002).

Das Blaue Pfeifengras bevorzugt feuchte bis nasse, nährstoffarme Standorte. Es ist oft auf Sand und Moorböden, Nasswiesen aber auch in lichten Wäldern in Seehöhen bis zu 2500m anzutreffen (Fischer, 2008).



Bild 6: Blaues Pfeifengras im Versuch

Als botanische Besonderheit kann man die Insektenabwehr des Blauen Pfeifengrases beachten. Wenn diese die Blüten anfressen, aktivieren sich die gespannten Deckspelzen und sperren diese ein. Die Pflanze zieht aber keinen weiteren aktiven Vorteil daraus (Biologie Seite, 2021).

Namensgebend für das Blaue Pfeifengras ist die ursprüngliche Verwendung davon. Da es nur Nodien am Stängelgrund aufweist, wurde es früher zum Reinigen von den damals typischen langen Pfeifen genutzt (Erlbeck u.a., 2002). Heute wird es in der Gartengestaltung mit einigen Kultursorten als Ziergras verwendet (Biologie Seite, 2021).

Im Bild 6 sieht man die kleinen Pflanzen des Blauen Pfeifengrases in den roten Rahmen. Das große Individuum entstammt der Art *Lolium perenne*, dem Englischen Raygras. Es ist vermutlich aufgrund von Saatgutverunreinigung gekeimt und hat einen deutlichen Wachstumsvorsprung.

## 3.2 Versuchsbeschreibung

### 3.2.1 Versuchsdesign

#### 3.2.1.1 Saatgut

Das Saatgut für die sechs verschiedenen Wildpflanzenarten wurde von der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein zur Verfügung gestellt. In dieser zum BMLRT gehörenden Forschungseinrichtung werden Untersuchungen zur Vermehrung und Saatgutproduktion dieser Wildpflanzenarten durchgeführt. Das Saatgut selbst stammt aus Sammlungen von Wildpflanzen, also von Pflanzen, die züchterisch nicht bearbeitet wurden (Rewisa, 2011). Die Bestände, die beerntet werden, müssen eine Reihe an Vorgaben erfüllen und von Fachpersonal oder der jeweiligen Umweltabteilung der Bundesländer muss die Eignung festgestellt werden (Krautzer u.a., 2020).

Tabelle 1 enthält Angaben zur Herkunft des Saatgutes, sowie Daten zur Keimfähigkeit im Labor und zum Tausendkorngewicht (TKG).

Tabelle 1: Herkunftsdaten der sechs Wildpflanzen

Art	Herkunft	Herkunftsregion	TKG g/1000Stk	Keimfähigkeit in %
<b>Gelbes Sonnenröschen</b>	Eggelsberg/Herating	Nördliches Alpenvorland	0,846	9
<b>Gelbe Skabiose</b>	Kreuzberg bei Leutschach	Südöstliches Alpenvorland	1,744	39
<b>Breitblättriger Thymian</b>	Wangenitzenalm	Zentralalpen	0,091	95
<b>Steppen- Kammschmiele</b>	Sandberge	Östliches Flach- und Hügelland	0,266	55
<b>Ganz- Wiesenraute</b>	Weißbach bei Liezen	Kalkalpen Ost	0,638	94
<b>Blaues Pfeifengras</b>	Weißbach bei Liezen	Kalkalpen Ost	1,037	26

Das Saatgut wurde nach dem Gumpensteiner Herkunftszertifikat geprüft und nach dessen Vorgaben zertifiziert (Krautzer u.a., 2020).

### 3.2.1.2 Methodik

Der Versuch beinhaltete insgesamt 18 Varianten (sechs Wildpflanzen x je drei unterschiedliche Behandlungen), wobei die Anlage zu drei unterschiedlichen Terminen erfolgte. Vier der sechs Arten, die keine Kälteinduktion für die Keimung benötigen, bildeten die Variantengruppe der Nicht-Frostkeimer (V). In dieser Gruppe wurden die Subvarianten Anzuchtsubstrat und Keimkammerphase getestet. Bei den zwei Arten der Gruppe der Frostkeimer (VF) wurden bei gleichbleibendem Substrat die Subvarianten Vorkühlung und Keimkammerphase getestet. Tabelle 2 gibt einen Gesamtüberblick über die Versuchsvarianten.

Tabelle 2: Versuchsaufbau und Überblick über die Versuchsvarianten

Art	Variante	Anzucht-substrat	Keimkammer	Vorkühlung
Gelbes Sonnenröschen	V1	Torf	ja	-
Gelbes Sonnenröschen	V2	T8	nein	-
Gelbes Sonnenröschen	V3	T8	ja	-
Gelbe Skabiose	V1	Torf	ja	-
Gelbe Skabiose	V2	T8	nein	-
Gelbe Skabiose	V3	T8	ja	-
Feld-Thymian	V1	Torf	ja	-
Feld-Thymian	V2	T8	nein	-
Feld-Thymian	V3	T8	ja	-
Steppen-Kammschmiele	V1	Torf	ja	-
Steppen-Kammschmiele	V2	T8	nein	-
Steppen-Kammschmiele	V3	T8	ja	-
Glanz-Wiesenraute	VF1	T8	ja	ja
Glanz-Wiesenraute	VF2	T8	nein	ja
Glanz-Wiesenraute	VF3	T8	ja	nein
Blaues Pfeifengras	VF1	T8	ja	ja
Blaues Pfeifengras	VF2	T8	nein	ja
Blaues Pfeifengras	VF3	T8	ja	nein

Pro Variante wurden sechs Quickpot-Platten zu je 77 Einzelfeldern angelegt. Die Quickpot-Platten haben ein Ausmaß von 33,5 cm x 51,5 cm. Die Einzelfelder sind 4 cm x 4 cm groß und 5 cm tief (*Quickpot-Standardmaß* 2020).

Der Versuch wurde zeitlich betrachtet in drei Durchgängen angelegt. Der erste Durchgang startete am 16. April 2018, danach wurden in vier Wochenabständen der zweite und der

dritte Durchgang angelegt, also am 14. Mai 2018 und am 11. Juni 2018. Gesät wurden die Varianten mit einer „Alpha Seeding Line“ der italienischen Firma Urbinati, mit an das jeweilige Saatgut angepassten Düsengrößen und Vakuumstärken.

### **3.2.2 Versuchsbedingungen**

#### **3.2.2.1 Substrat**

Die Versuche wurden in zwei unterschiedliche Substrate ausgesät. Als Standardjungpflanzensubstrat war das „Terra Vita – Stecklingssubstrat T8“ der Firma Kranzinger in Verwendung. Es enthält Weißtorf, Gartenbauperlite, Sand, Tonminerale und mineralische Mehrnährstoffdünger. Der pH-Wert im Substrat ist auf 5,0-6,5 eingestellt und der Salzgehalt liegt unter 1,5g/l. Die Verfügbarkeit der Hauptnährstoffe liegt bei 50-300 mg/l Stickstoff, 80-300 mg/l  $P_2O_5$  und 800-400 mg/l  $K_2O$  (Kranzinger Spezialerden-Erzeugung 2020). Das zweite Substrat war ein TKS 1 Torf der Firma Flora Garden. Es handelte sich um reinen Weißtorf in feiner Absiebung, eingestellt auf einen pH-Wert von 5,8 (Köchel 2021). Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird das Kranzinger Substrat als „T8“, und der TKS1 Torf nur als „Torf“ bezeichnet.

#### **3.2.2.2 Vorkühlung**

Zur Vorkühlung einzelner Varianten wurden diese nach Raumberg-Gumpenstein gebracht und in einem Temperierschrank für genau 14 Tage bei ca. 0°C gekühlt. Die Schwankungsbreite der Temperatur lag bei +/- 1°C. Die Vorkühlungsvariante wurde bei den Frostkeimern Blaues Pfeifengras und der Glanz-Wiesenraute angewandt, um dadurch die Dormanz abzubauen beziehungsweise die Keimfähigkeit gegenüber der nicht kältebehandelten Variante zu erhöhen. Damit



Bild 7: Temperierschrank in Gumpenstein mit den Quickpotplatten

die Varianten vergleichbar waren, wurde die Variante ohne Kühlung 14 Tage nach den Kühlvarianten angebaut, also an jenem Tag an dem die Frostkeimer aus dem Temperierschrank kamen.

### **3.2.2.3 Keimkammerphase**

Als Keimkammer werden im Gartenbau Räume bezeichnet, bei denen für die jeweilige Kultur optimale, beziehungsweise verbesserte Bedingungen für die Keimung geschaffen werden (GlobalSpec, 2021). In diesem Fall stand eine Keimkammer im Ausmaß von 3x4 Metern mit 2,3 Metern Höhe zu Verfügung. Die Wände und Decke bestanden aus 5cm dicken Sandwichpaneelen. Die Keimkammer wurde mit einem thermostatgesteuerten Elektroheizkörper beheizt. Die Temperatur wurde auf 25°C eingestellt, die Luftfeuchte fällt durch das feuchte Substrat in der Kammer nie unter 90% weswegen keine extra Luftbefeuchtungsanlage notwendig ist. Die Varianten die einer Temperierung in der Keimkammer ausgesetzt waren verblieben 48 Stunden darin und wurden dann zu den anderen Varianten auf die Kulturtische gestellt.

### **3.2.2.4 Düngung**

Die angelegten Wildpflanzen mussten sich zu Beginn des Versuchs von den Nährstoffen ernähren, die in den jeweiligen Substraten vorhanden waren. Ab dem 30. Tag nach der Ansaat wurde mit einem Volldünger über das Gießwasser bei jeder Bewässerung gedüngt. Die wasserlösliche Düngemischung kam von der Firma ICL mit der Markenbezeichnung „Universol Blue“. Sie enthielt 18 % Gesamtstickstoff, wobei davon 10 % auf Nitrat-N, 7,5 % auf Ammonium-N und 0,5 % auf Carbamid-N entfielen. Der Gehalt an Phosphat lag bei 11 %, der von Kaliumoxid bei 18 % und der von Magnesiumoxid bei 2,5 %. Zusätzlich waren noch alle weiteren Makro- und Mikronährstoffe beigemischt, die aber nicht extra aufgezählt werden (ILC Specialty Fertilizers, 2021). Zusätzlich wurde noch 0,1 % eines Eisenchelats beigemischt, da die Eisenversorgung sonst für einige Kulturen unzureichend gewesen wäre. Die Düngermischung wurde in einer zentralen Anlage am Betrieb zu einer 10 %igen Stammlösung angerührt via Dosatron 1 % zugemischt, was eine Düngekonzentration von 0,1 % im Gießwasser ergibt.

### **3.2.2.5 Bewässerung**

Die Bewässerung des Versuchs erfolgte händisch mit einem Standardgießgerät wie es im Gartenbau verwendet wird. Das Gießwasser stammt aus der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Wolfsberg, bereitgestellt von der Stadtwerke Wolfsberg GmbH. Anzumerken ist, dass das Wasser der Gemeinde Wolfsberg extrem geringe Härtegrade aufweist. So weist die analysierte Probe „HB1 Schoßbach“ einen Wert von 2,91 deutsche Härtegrade (dH) auf, was als sehr weich zu bezeichnen ist (Wolfsberger Stadtwerke, 2021). Die Wasserhärte wirkt als pH-Wert Puffer im Boden und hat so einen bedeutenden Einfluss auf die Bodenlösung. Da Pflanzen durch ihre Nährstoffaufnahme den pH-Wert im Boden senken kann es bei laufender Kulturdauer und einer fehlenden Anpassung des Gießwassers zu starken pH-Wert Absenkungen kommen, was das Wurzelwachstum und die Nährstoffaufnahme beeinflusst. Die Gesamthärte wird als Summe der gelösten Erdalkalimetalle definiert, wobei 1° dH 0,178 mmol/l dieser Erdalkalimetalle entsprechen (Koelle, 2009).

### **3.2.2.6 Aussaat**

Die Alpha Seeding Line der Firma Urbinati besteht aus einer Füll-, Sä- und Gießeinheit. Bei der Füllereinheit wurden die Quickpot-Platten gefüllt und zur Säereinheit weitergeschoben. Nach der Säereinheit wurden die Platten mit Gartenbauperlite bedeckt und immer mit der gleichen Menge Wasser angegossen. Bei der Füll- und Gießereinheit wurden bei allen Arten die Standardeinstellungen belassen. Bei der Säereinheit wurden das Vakuum und die Düsengröße auf das jeweilige Saatgut angepasst und erstreckte sich zwischen -0,55 und -0,7 bar sowie 0,4 – 0,5 mm Düsenweite. Die Torfvarianten wurden händisch gefüllt und danach direkt in die Säereinheit geschoben, da eine genaue Reinigung der Füllereinheit vom T8 Substrat nicht möglich war.

### **3.3 Erhebungsparameter**

#### **3.3.1 Keimlingsanzahl-, Keimverlauf**

Zu Beginn des Versuchs wurden die Keimlingsanzahlen erhoben. Alle drei Tage wurden die Keimlinge auf den Platten gezählt und aufgezeichnet. Das wurde elfmal pro Durchgang durchgeführt und dann beendet, da sich herausgestellt hat, dass sich nach diesen 33 Tagen keine weiteren Veränderungen mehr ergaben. Aus den am 33. Tag erhobenen Absolutwerten der 6x77er Platten wurden die Mittelwerte errechnet, diese dann statistisch ausgewertet und im Ergebnisteil als Keimlingsanzahl präsentiert.

Für die Darstellung des gesamten Keimverlaufs wurden die absoluten Mittelwerte jedes Erhebungstermins in relative Werte umgerechnet, was die leicht erhöhten Werte gegenüber denen in den Tabellen erklärt.

#### **3.3.2 Verwendbare Pflanzen**

Exakt sieben Wochen, also 49 Tage nach der Aussaat wurden die Pflanzen in Gumpenstein ausgewertet. Die Pflanzen wurden vom Verfasser bewertet und bestimmt ob sie für eine Auspflanzung aufs Feld verwendbar waren. Hier sollte ein Vergleich zu den gekeimten Pflanzen gezogen werden, da auch einige Kümmerlinge dabei waren, die nicht für eine Auspflanzung am Feld geeignet waren.

#### **3.3.3 Oberirdische und unterirdische Biomasse**

Nach dem Erheben der verwendbaren Pflanzen wurden je Platte zwei repräsentative Einzelpflanzen ausgewählt und hinsichtlich oberirdischer und unterirdischer Biomasse ausgewertet. Bei den Pflanzen wurde die komplette Erde von den Wurzelballen gewaschen und darauffolgend noch die restlichen nicht organischen Partikel unter der Lupe mit der Pinzette entfernt. Die Pflanzen wurden danach im Saatgut-trockenraum in Gumpenstein bei 35°C fünf bis sieben Tage bis zum Erreichen des Heugewichtes getrocknet. Zum Schluss wurden die trockenen Pflanzen direkt am Übergang von Wurzel zu Spross gekappt und gewogen.

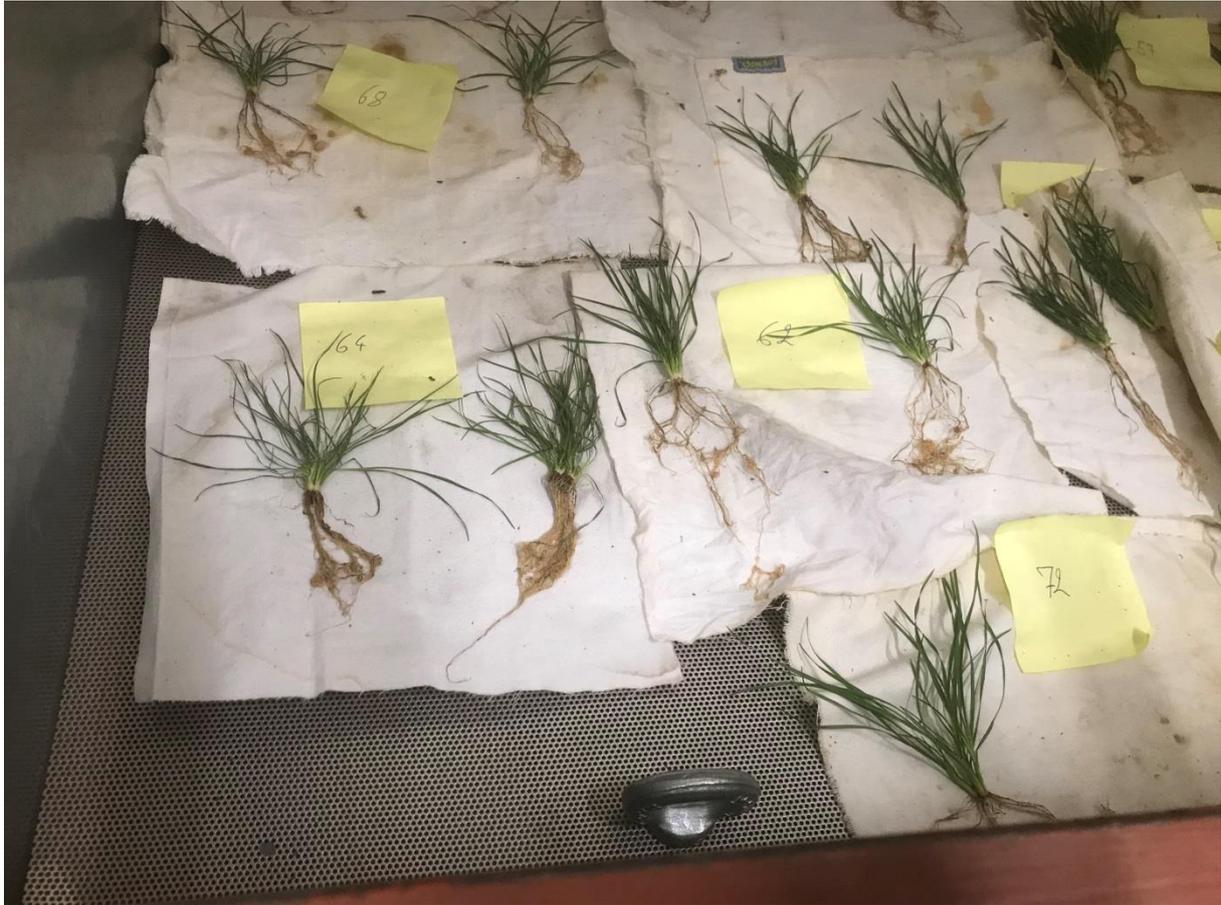


Bild 8: Zum Trocknen aufbereitete Pflanzen

### 3.4 Statistische Auswertung

Die Auswertungen sämtlicher Daten fanden mittels des Auswertungsprogramms RStudio (Version 1.2.1335) statt (RCoreTeam, 2020). Die erhobenen Daten wurden zuerst auf Varianzhomogenität und Normalverteilung getestet, welche die Grundvoraussetzung für die weitere Auswertung bildeten. Bei den Erhebungsparametern Keimlingszahl und verwendbare Keimlinge waren beide Bedingungen gegeben und es konnte eine Varianzanalyse durchgeführt werden. Mittels dieser konnten verschiedene Substrate zu gleichen Terminen bzw. unterschiedliche Termine bei gleichem Substrat auf einen signifikanten Einfluss hinsichtlich der genannten Parameter überprüft werden.

Die Nullhypothese  $H_0$  wurde wie folgt definiert: Die einzelnen Substrate in Verbindung mit den Anbauterminen üben keinen Einfluss auf die erhobenen Parameter aus. Um die Nullhypothese zu bestätigen oder zu verwerfen wurde ein Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$

gewählt. Wenn die P-Werte in den Testungen  $<0,05$  liegen können wir die Nullhypothese verwerfen, es liegen statistisch signifikante Unterschiede vor. Aufgrund des gewählten Signifikanzniveaus liegt eine 5 %ige Wahrscheinlichkeit vor, dass die Unterschiede in den Ergebnissen nur auf dem Zufall beruhen (Moder, 2020).

Bei den Parametern oberirdische und unterirdische Biomasse lag keine Varianzhomogenität und keine Normalverteilung vor, wodurch ein nicht parametrisches Testverfahren nötig war. Es wurden der „Kruskal-Wallis Rangsummentest“ und darauffolgend der „Wilcoxon-Test“ als Post hoc Verfahren angewendet. Hier lautete die Nullhypothese  $H_0$ : Die verschiedenen Substrate/Anbautermine haben keinen Einfluss auf die erhobenen Parameter. Die Bedingungen für die Annahme bzw. Ablehnung der Nullhypothese waren die gleichen wie im vorigen Absatz.

Grafisch wurden die Ergebnisse mittels Diagrammen und Tabellen mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel 2010 aufbereitet.

## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Gelbes Sonnenröschen

#### 4.1.1 Keimverlauf und Keimlingsanzahl

In den Abbildungen 1, 2 und 3 sind die Keimverläufe in Prozent der drei verschiedenen Varianten dargestellt. Hier fällt auf, dass die Keimung beim Gelben Sonnenröschen schnell angelaufen ist und bereits in den ersten zehn Tagen hohe Zuwachsraten gegeben waren. Ab dem zwölften Tag flachten sich die Kurven ab und einige Keimlinge starben auch ab, was die sinkenden Werte erklärt. Tendenziell sanken die Werte am stärksten beim spätesten Anbautermin, welcher, mit Ausnahme der Variante T8 mKK auch allgemein am schlechtesten abgeschnitten hat.

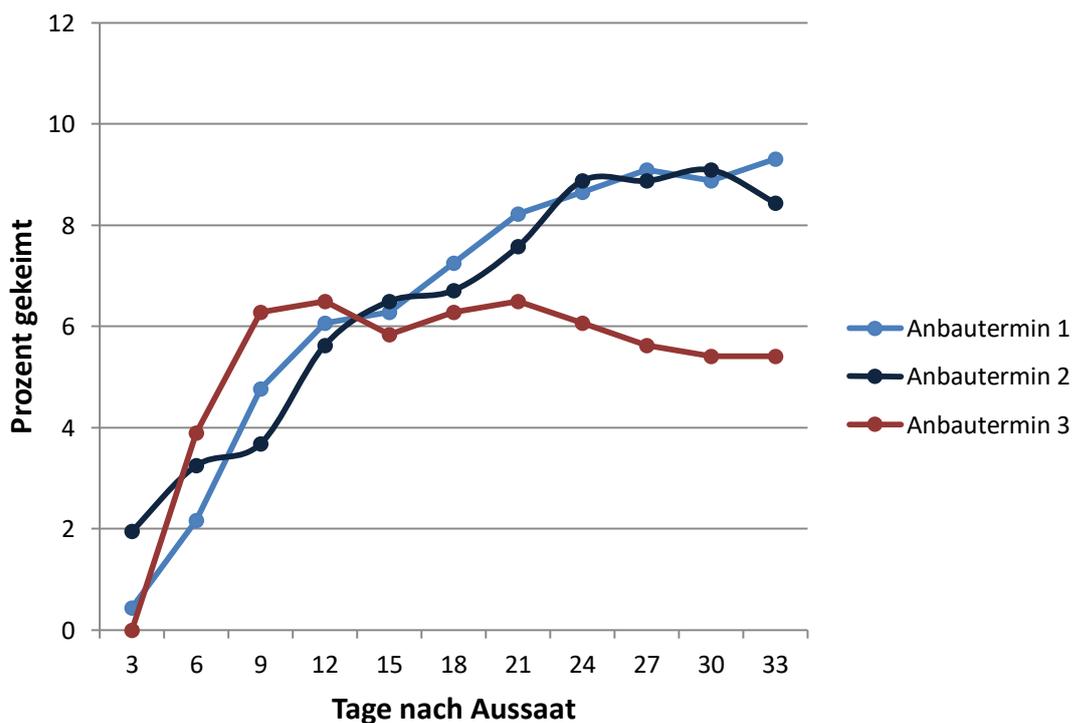


Abbildung 1 Keimverlauf für das Gelbe Sonnenröschen – Variante Torf mKK

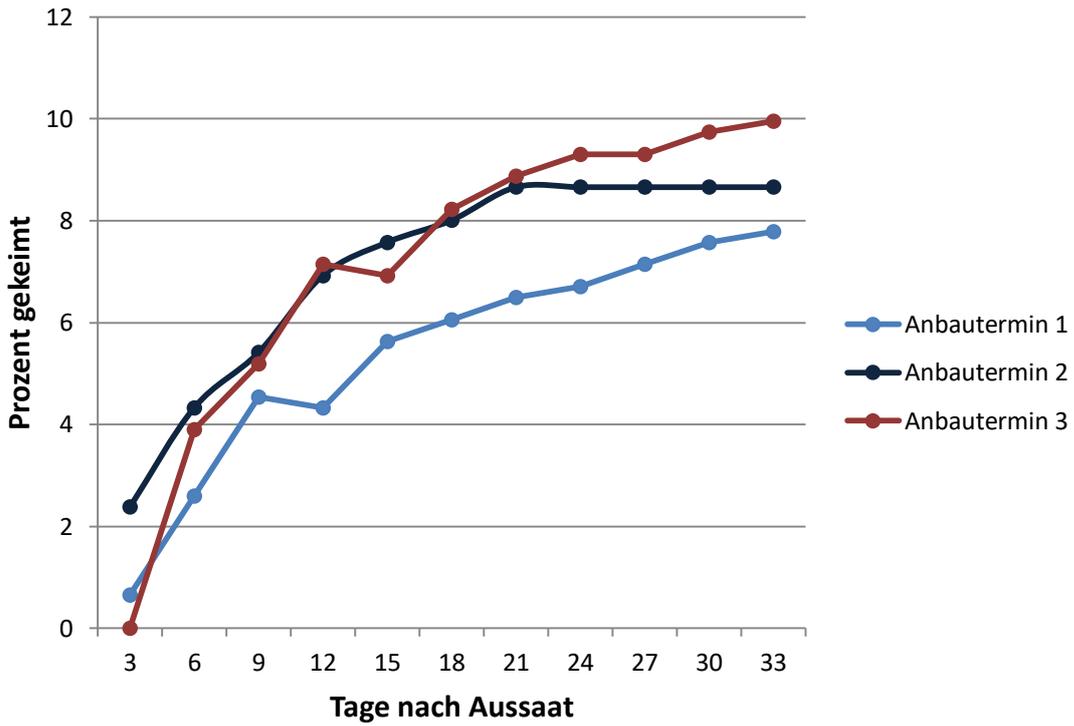


Abbildung 2 Keimverlauf für das Gelbe Sonnenröschen – Variante T8 oKK

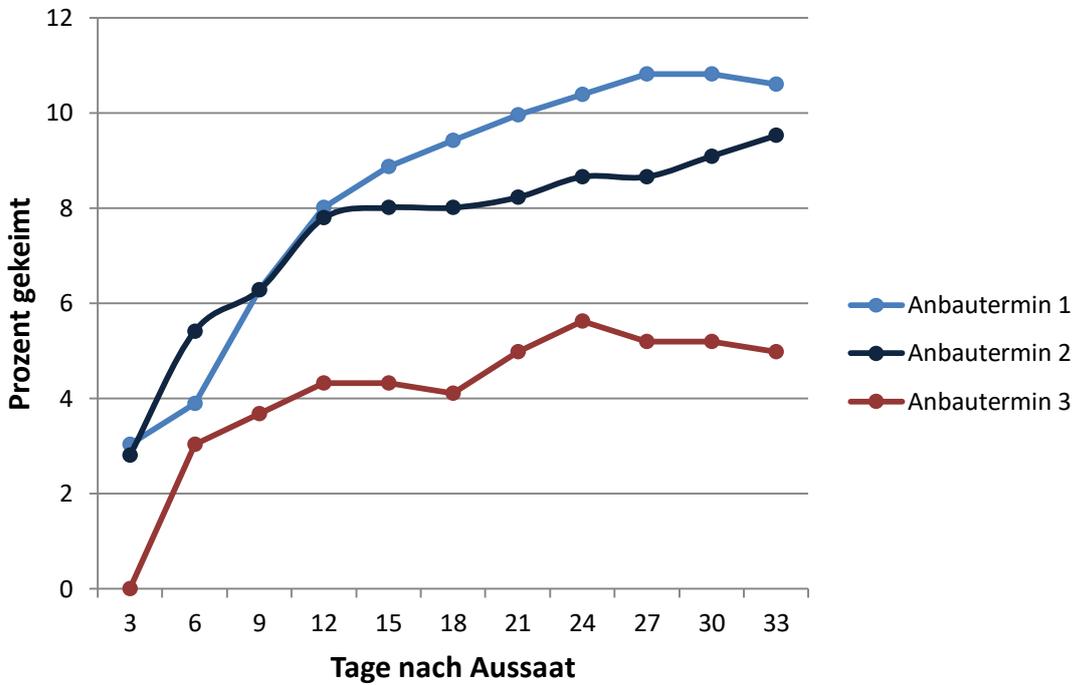


Abbildung 3 Keimverlauf für das Gelbe Sonnenröschen – Variante T8 mKK

**Tabelle 3: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für das Gelbe Sonnenröschen**

	Anbautermin 1	Anbautermin 2	Anbautermin 3
Torf mKK	7.2 <sup>ai</sup>	6.5 <sup>ai</sup>	4.2 <sup>ai</sup>
T8 oKK	6.0 <sup>ai</sup>	6.7 <sup>ai</sup>	7.7 <sup>ai</sup>
T8 mKK	8.2 <sup>ai</sup>	7.3 <sup>ai</sup>	3.8 <sup>ai</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

Wie in Tabelle 3 ersichtlich, gab es bei den Keimlingsanzahlen des Gelben Sonnenröschens keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten und den Anlageterminen. Die grundsätzlich sehr niedrigen Werte resultieren aus der geringen Keimfähigkeit des Gelben Sonnenröschens (Tabelle 1). Um höhere Keimfähigkeiten zu erzielen, gäbe es die Möglichkeit der doppelten/dreifachen Saatgutablage. Die insgesamt höchste durchschnittliche Keimlingsanzahl wies die Variante 3 (T8 Substrat mit Keimkammerphase) mit 8,2 auf, der geringste Wert trat in derselben Variante mit 3,8 beim Anlagetermin im Juni auf.

Die mit Ausnahme der Variante T8 oKK mit späterem Anbautermin tendenziell sinkenden Keimlingszahlen deuten darauf hin, dass sich für das Gelbe Sonnenröschen eher frühere Anbautermine besser eignen. Es scheint als bevorzugen die Keimlinge die etwas kühleren Temperaturen des Frühlings gegenüber den doch höheren Temperaturen des Sommers. Diese werden durch das Gewächshaus noch verstärkt und können nur durch entsprechende Beschattungsanlagen ausgeglichen werden. Ein früherer Anbautermin hätte auch einen weiteren Vorteil, die Pflanzen kämen bereits im kühleren Juni zur Auspflanzung und wären damit nicht zusätzlich zum Pflanzstress auch noch einem Hitzestress ausgeliefert.

#### **4.1.2 Verwendbare Pflanzen**

Tabelle 4 zeigt die am Ende der Anzuchtphase verwendbaren Pflanzen für die Auspflanzung am Feld. Auch hier gab es wie bei der Keimlingsanzahl keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Die Anzahl der verwendbaren Pflanzen waren durchwegs

nur geringfügig niedriger als die Keimlingsanzahl, was zeigt, dass immerhin ein Großteil der Pflanzen für die Auspflanzung im Feld geeignet war. Maximal wurden vom Gelben Sonnenröschen acht Pflanzen je Platte als auspflanzungsg geeignet beurteilt, minimal waren es nur 3,5. Beide Werte sind in der Variante 3 (T8 mKK) aufgetreten, wobei sich diesbezüglich ein klarer Vorteil des frühen Anlagetermins ergab.

**Tabelle 4: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für das Gelbe Sonnenröschen**

	Anbauermin 1	Anbauermin 2	Anbauermin 3
Torf mKK	6.8 <sup>ai</sup>	5.7 <sup>ai</sup>	3.7 <sup>ai</sup>
T8 oKK	5.8 <sup>ai</sup>	5.8 <sup>ai</sup>	6.8 <sup>ai</sup>
T8 mKK	8.0 <sup>ai</sup>	6.3 <sup>ai</sup>	3.5 <sup>ai</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

#### 4.1.3 Oberirdische und unterirdische Biomasse

Tabelle 5 zeigt die oberirdische und unterirdische Biomasse des Gelben Sonnenröschens an den drei unterschiedlichen Anbauerminen. Es fällt auf, dass Anbauermin 2 bei beiden Variablen am schlechtesten abschneidet und Anbauermin 3 die jeweils höchsten Werte aufwies. Während bei der oberirdischen Biomasse signifikante Unterschiede zwischen allen drei Anbauerminen vorlagen, unterschied sich bei der unterirdischen Biomasse durch die hohe Streuung der Werte nur der zweite Anbauermin signifikant von den beiden anderen.

**Tabelle 5: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbauermine über alle Substrate) für das Gelbe Sonnenröschen**

	Anbauermin 1	Anbauermin 2	Anbauermin 3
OTM	0.117 <sup>a</sup>	0.077 <sup>b</sup>	0.187 <sup>c</sup>
UTM	0.042 <sup>a</sup>	0.025 <sup>b</sup>	0.047 <sup>ab</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen

Beim Vergleich der einzelnen Substratvarianten zeigten die Ergebnisse der oberirdischen Biomasse, wie in Tabelle 6 ersichtlich, keine signifikanten Unterschiede. Bei der unterirdischen Biomasse hingegen, schnitt die Torfvariante im Vergleich zu den anderen beiden Varianten signifikant schlechter ab. Bei beiden Parametern erzielte die Torfvariante die niedrigsten Werte, was darauf schließen lässt, dass das T8 Substrat für die Pflanzenentwicklung besser geeignet ist als der Torf.

**Tabelle 6: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbauermine) für das Gelbe Sonnenröschen**

	Torf mKK	T8 oKK	T8 mKK
OTM	0.067 <sup>a</sup>	0.106 <sup>a</sup>	0.083 <sup>a</sup>
UTM	0.026 <sup>b</sup>	0.055 <sup>a</sup>	0.034 <sup>a</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Varianten

Die Ergebnisse für das Gelbe Sonnenröschen zeigen, dass sich für diese Art frühe Anbauermine mit dem T8 Substrat anbieten. Mit dieser Kombination lassen sich die höchsten Keimlingszahlen und die besten Biomassewerte erreichen. Letztere weisen auf vitalere und konkurrenzfähigere Pflanzen hin, was beim Auspflanzen ins Feld wichtige Eigenschaften für die weitere Kulturführung und Entwicklung der Pflanzen sind.

## 4.2 Gelbe Skabiose

### 4.2.1 Keimverlauf und Keimlingsanzahl

Die Gelbe Skabiose weist im Vergleich zu den anderen Arten ein durchschnittliches Keimtempo auf, wie in den Abbildungen 4, 5 und 6 ersichtlich. Auffallend ist die hohe Synchronität der Keimverläufe in der Variante T8 ohne Keimkammer. In dieser Variante zeigten sich auch die am stärksten ansteigenden Kurven und die durchschnittlich höchsten Werte. Bis zum 15. Tag nach der Aussaat stiegen die Keimzahlen sehr steil an, um dann auf hohem Niveau zu verharren. Die anderen Varianten zeigten ungleichmäßigere Keimverläufe. Den größten Unterschied zwischen den einzelnen Anbau Terminen gibt es bei der Variante Torf mit Keimkammer.

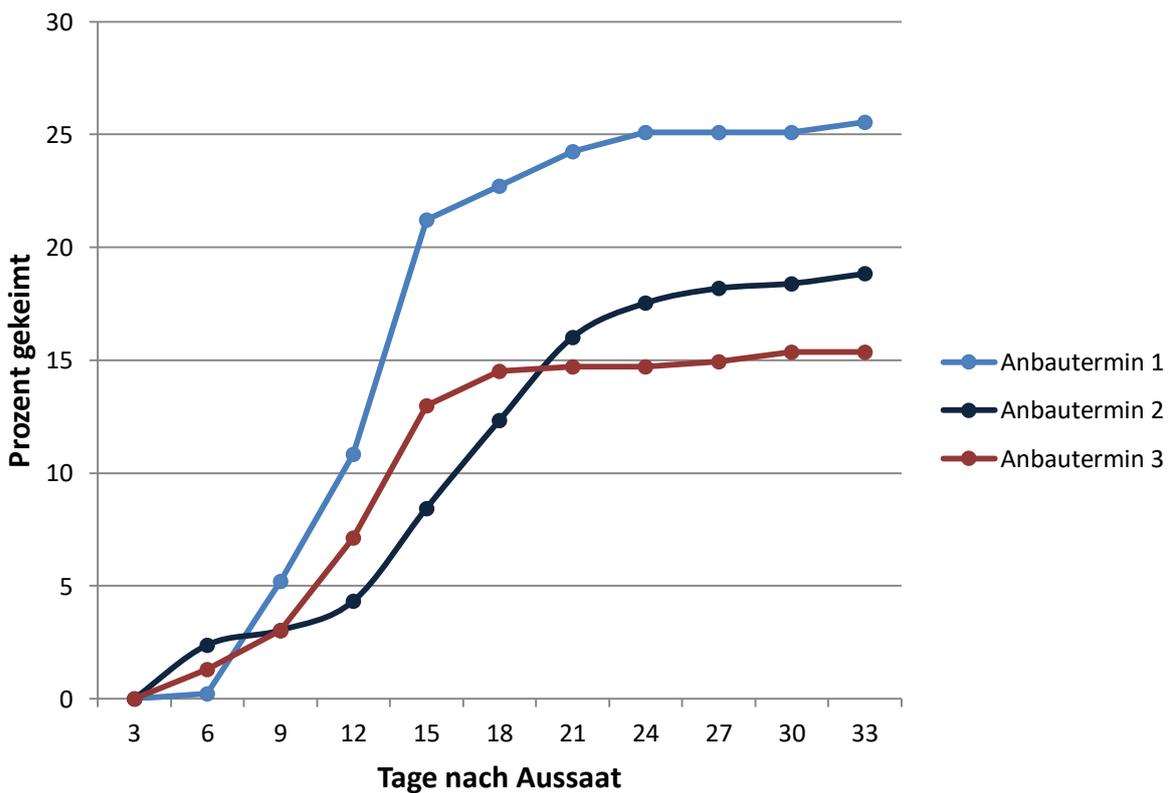


Abbildung 4: Keimverlauf für die Gelbe Skabiose – Variante Torf mKK

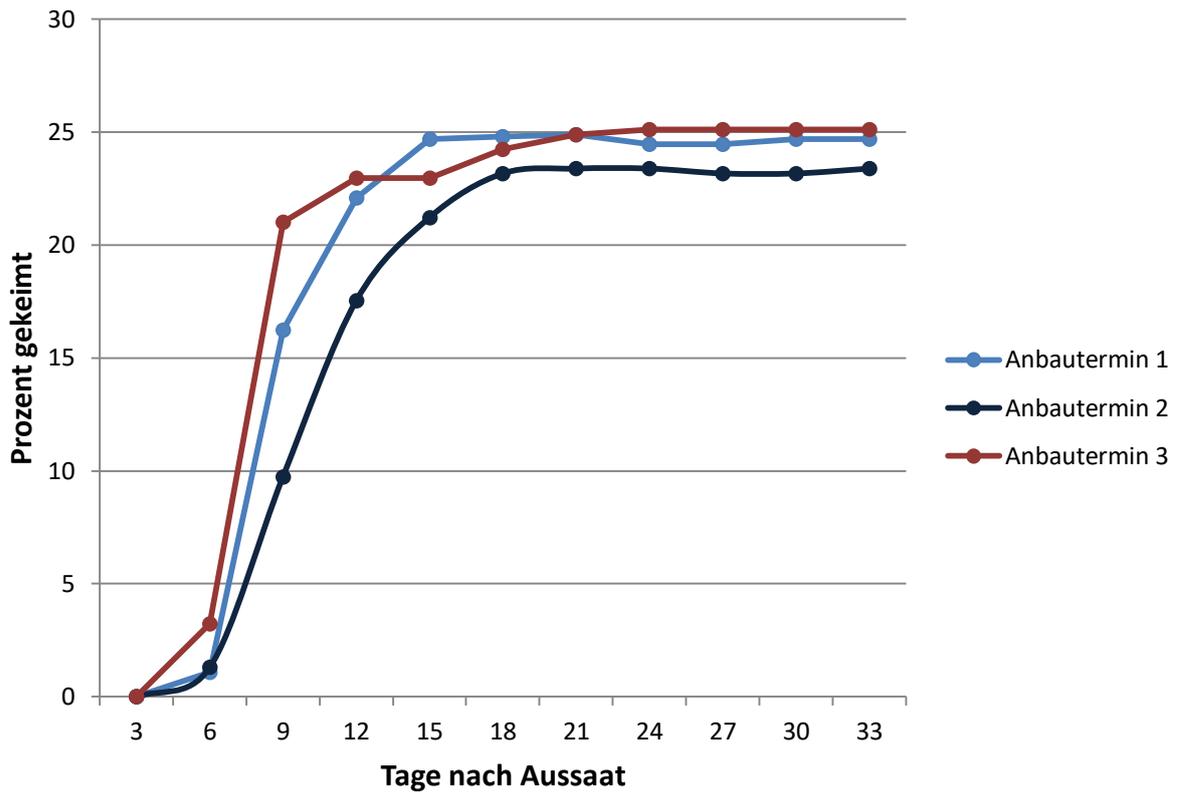


Abbildung 5: Keimverlauf für die Gelbe Skabiose – Variante T8 oKK

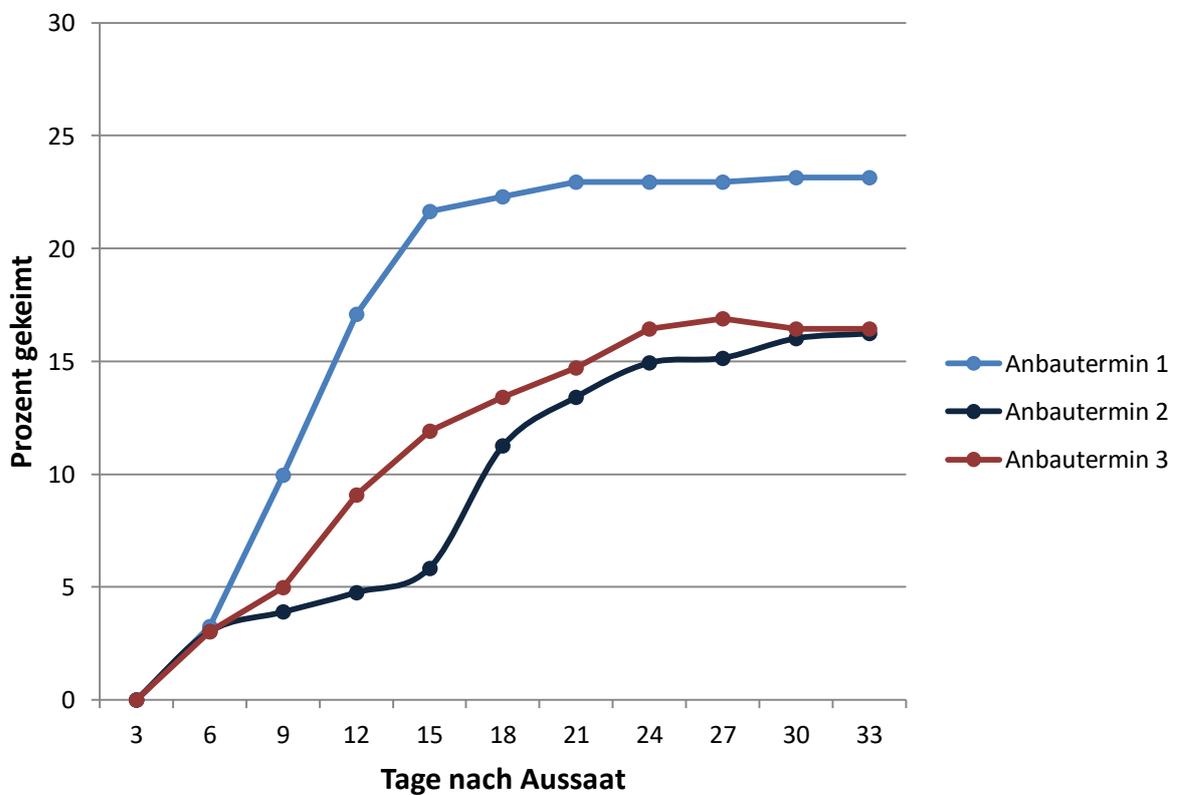


Abbildung 6: Keimverlauf für die Gelbe Skabiose – Variante T8 mKK

**Tabelle 7: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Gelbe Skabiose**

	Anbauermin 1	Anbauermin 2	Anbauermin 3
Torf mKK	19.7 <sup>ai</sup>	14.5 <sup>abi</sup>	11.8 <sup>bi</sup>
T8 oKK	19 <sup>ai</sup>	18 <sup>ai</sup>	19.3 <sup>aj</sup>
T8 mKK	17.8 <sup>ai</sup>	12.5 <sup>ai</sup>	12.7 <sup>aij</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

Tabelle 7 zeigt die Keimlingsanzahl der Gelben Skabiose nach 33 Tagen. Die höchste Anzahl an Keimlingen weist die Variante Torf mKK im ersten Anbauermin, mit 19,7 auf. Der niedrigste Wert (11,8) wird von derselben Variante beim Anbauermin 3 erzielt. Hier gibt es auch den einzigen signifikanten Unterschied der einzelnen Varianten zwischen den Anbauerminen. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten Torf mKK und T8 oKK zeigt sich beim Anbauermin 3. Generell erzielte die Variante T8 oKK über alle drei Anbauermine sehr hohe Werte, was darauf hinweist, dass die höheren Temperaturen in der Keimkammer für die Gelbe Skabiose vor allem bei den beiden späteren Anbauerminen nicht förderlich waren. Grundsätzlich empfiehlt sich aufgrund der in Tabelle 7 ersichtlichen Werte ein früher Anbauermin, was wiederum auf bessere Keimbedingungen für die Gelbe Skabiose bei kühleren Bedingungen hinweist.

#### **4.2.2 Verwendbare Pflanzen**

In Tabelle 8 sind die verwendbaren Pflanzen der Gelben Skabiose ersichtlich. Der höchste Wert wird in der Variante T8 mKK zum Anbauermin 2 erzielt. Die Werte dieser Variante unterscheiden sich signifikant zu T8 oKK zu Anbauermin 2. Der niedrigste Wert (11,2) wird bei der Variante T8 oKK zu Anbauermin 3 erzielt. Diese Variante wies eine signifikant geringere Anzahl an verwendbaren Pflanzen auf, als die beiden anderen Varianten T8 mKK und Torf beim Anbauermin 3. Im Vergleich zu den Keimlingszahlen wies die Torfvariante insgesamt gesehen die höchste Anzahl an verwendbaren Pflanzen auf. Dies ist bemerkenswert, da die Torfvarianten bei den späteren Anbauerminen keine hohen Werte bei der Keimlingsanzahl erreichten. Es müssen also nach den 33 Tagen der Keimlingserhebung noch weitere Individuen gekeimt, und Ihre Entwicklung so schnell

vorangeschritten sein, dass sie noch als verwendbar eingestuft werden konnten. Wenn man die Erkenntnisse aus beiden Tabellen heranzieht, führen die beiden früheren Anbautermine mit den Varianten Torf und T8 oKK zu den besten Ergebnissen, nicht zu empfehlen ist hingegen der späte Anbautermin.

**Tabelle 8: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Gelbe Skabiose**

	Anbautermin 1	Anbautermin 2	Anbautermin 3
Torf mKK	18.7 <sup>ai</sup>	18.2 <sup>abij</sup>	17.7 <sup>bj</sup>
T8 oKK	13.8 <sup>ai</sup>	17.5 <sup>ai</sup>	11.2 <sup>ai</sup>
T8 mKK	11.2 <sup>ai</sup>	19.3 <sup>bj</sup>	12.7 <sup>abj</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

#### 4.2.3 Oberirdische und unterirdische Biomasse

**Tabelle 9: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbautermine über alle Substrate) für die Gelbe Skabiose**

	Anbautermin 1	Anbautermin 2	Anbautermin 3
OTM	0.364 <sup>a</sup>	0.240 <sup>b</sup>	0.169 <sup>c</sup>
UTM	0.094 <sup>a</sup>	0.083 <sup>a</sup>	0.184 <sup>b</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen

Tabelle 9 veranschaulicht die Biomassegewichte der Gelben Skabiose in Bezug auf die Anbautermine. Bei der oberirdischen Biomasse lässt sich eine sinkende Entwicklung in Richtung spätere Anbautermine beobachten, wobei sich alle Werte signifikant voneinander unterscheiden. Die Ergebnisse decken sich mit der im Punkt 4.2.2 getroffenen Annahme, dass frühere Anbautermine für die Gelbe Skabiose bessere Ergebnisse bringen. Umso

bemerkenswerter sind die Werte der unterirdischen Biomasse zu sehen. Hier sticht der dritte Anbautermin signifikant heraus und erzielt ca. doppelt so hohe Werte wie die anderen beiden Anbautermine. Ein Grund dafür könnte sein, dass bei den Pflanzen durch die höheren Einstrahlungsintensitäten, Temperaturen und den zunehmenden Wasserstress mehr Wurzelwachstum induziert wurde. Dies würde auch die niedrigen oberirdischen Biomassewerte zum Anbautermin 3 erklären, da die Pflanzen mehr Ressourcen in das Wurzelwachstum investieren mussten und so weniger Kapazitäten für das oberirdische Wachstum zur Verfügung standen.

**Tabelle 10: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbautermine) für die Gelbe Skabiose**

	Torf mKK	T8 oKK	T8 mKK
OTM	0.235 <sup>b</sup>	0.326 <sup>a</sup>	0.213 <sup>ab</sup>
UTM	0.095 <sup>b</sup>	0.173 <sup>a</sup>	0.092 <sup>ab</sup>

**Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Varianten**

Im Vergleich der Substratvarianten traten einige signifikante Unterschiede auf, wie in Tabelle 10 ersichtlich. So unterscheiden sich die Varianten Torf und T8 oKK bei der oberirdischen und unterirdischen Biomasse signifikant voneinander. In beiden Fällen stellten sich die höchsten Werte bei der Variante T8 oKK ein, die niedrigsten bei T8 mKK, welche aber nur geringfügig niedriger waren als jene der Torfvariante.

Für die Gelbe Skabiose kann zusammenfassend ein früher Anbautermin mit der T8 oKK Variante empfohlen werden. Es scheint, ähnlich wie beim Gelben Sonnenröschen, dass diese Art kühlere Temperaturen in der Keimphase bevorzugt und so bessere Ergebnisse erzielt werden können. So kann auch auf die Keimkammerphase verzichtet werden, sie hat eher kontraproduktive Wirkung auf die Keimung der Gelben Skabiose.

## 4.3 Feld-Thymian

### 4.3.1 Keimverlauf und Keimlingsanzahl

Die Abbildungen 7, 8, und 9 zeigen die Keimverläufe des Feld-Thymians. In allen Fällen wiesen die Keimverlaufskurven hohe Anstiege auf, die sich dann ab dem 15. Tag nach der Aussaat abflachten und konstant blieben. Ab dem 18. Tag nach der Aussaat gab es in keiner der Varianten eine nennenswerte Veränderung, unabhängig vom Anbauzeitpunkt. Der Feld-Thymian erreichte mit knapp unter 70 % zusammen mit der Glanz-Wiesenraute die höchsten Keimwerte im Versuch. Die höchsten Werte wurden in den beiden späteren Anbauzeitpunkten erzielt, wobei der frühe Anbauzeitpunkt 1 deutlich hinter den Zeitpunkten 2 und 3 liegt. Die höheren Werte der Termine 2 und 3 weisen auf einen größeren Temperaturbedarf des Feld-Thymians in der Keimphase hin.

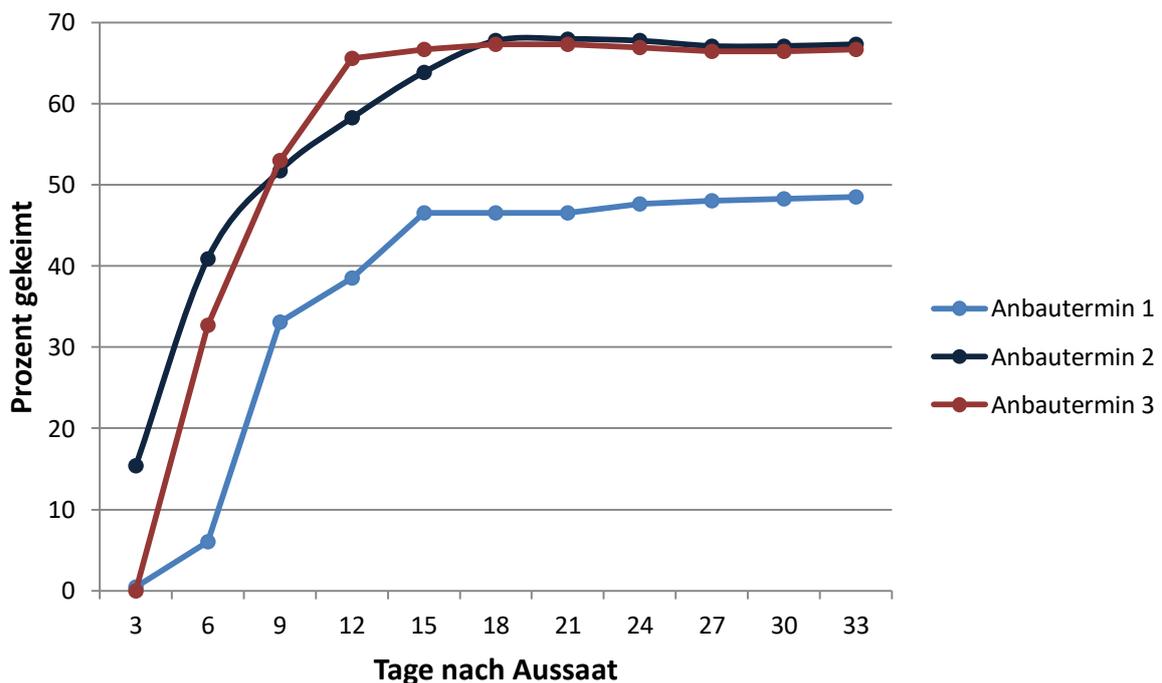


Abbildung 7: Keimverlauf für den Feld-Thymian – Variante Torf mKK

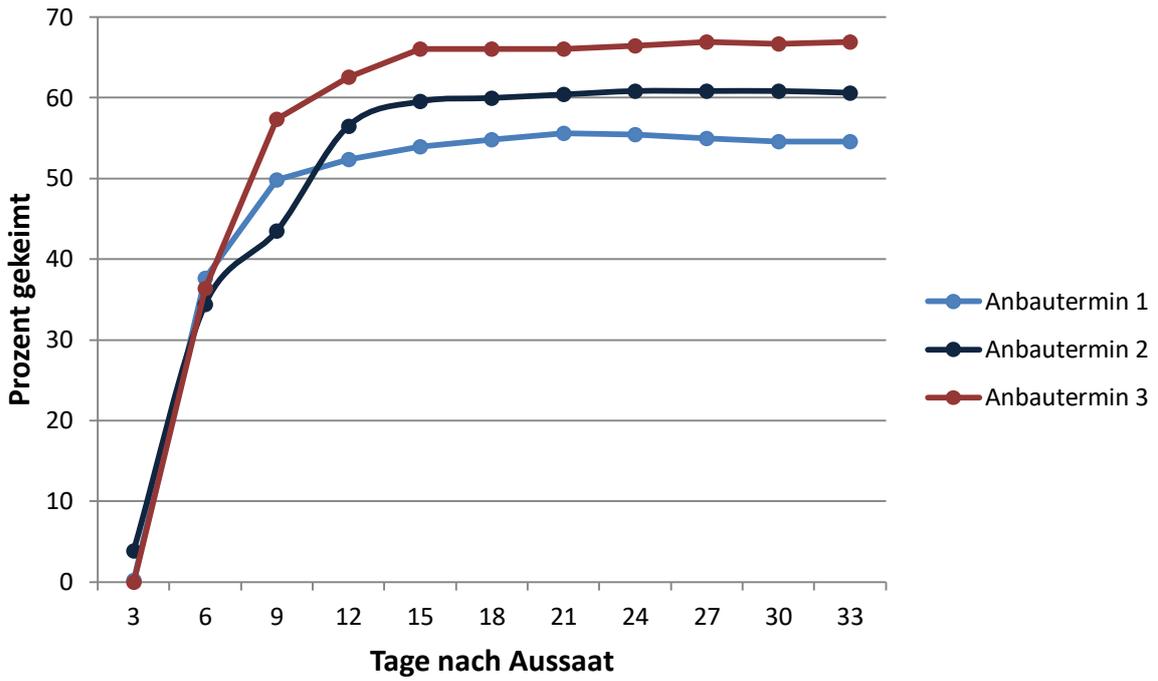


Abbildung 8: Keimverlauf für den Feld-Thymian – Variante T8 oKK

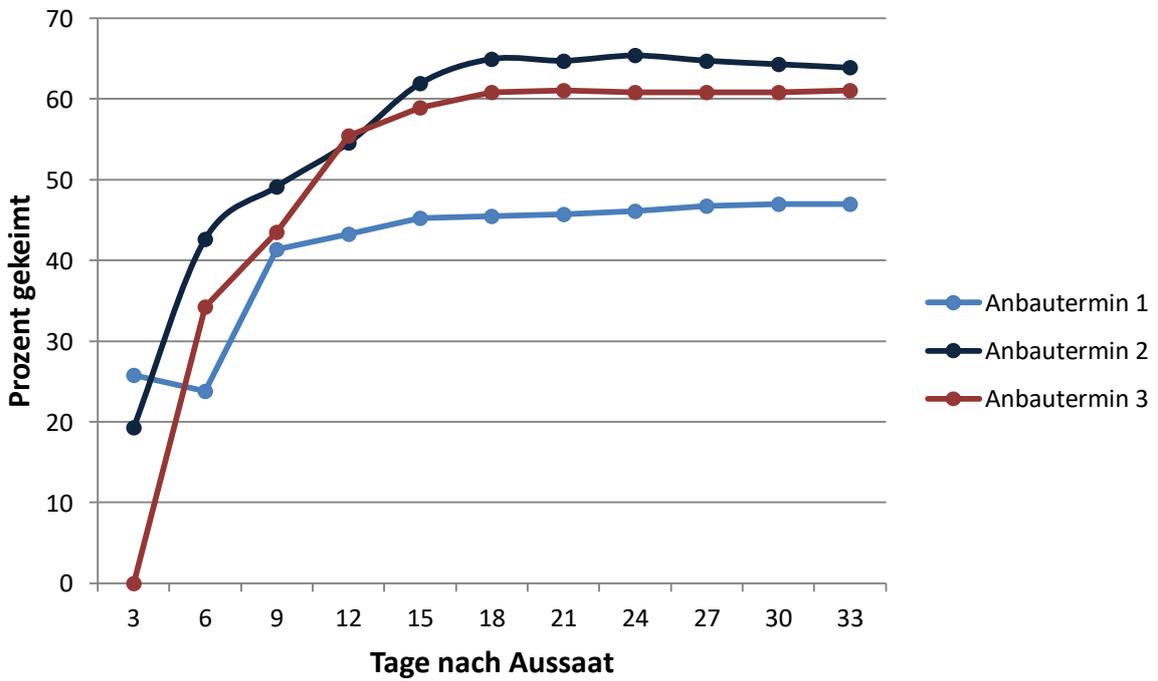


Abbildung 9: Keimverlauf für den Feld-Thymian – Variante T8 mKK

**Tabelle 11: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für den Feld-Thymian**

	Anbauertermin 1	Anbauertermin 2	Anbauertermin 3
Torf mKK	37.3 <sup>b i</sup>	51.8 <sup>a i</sup>	51.3 <sup>a i</sup>
T8 oKK	42.0 <sup>a i</sup>	46.7 <sup>ab i</sup>	51.5 <sup>b i</sup>
T8 mKK	36.2 <sup>b i</sup>	49.2 <sup>a i</sup>	47.0 <sup>a i</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

Die für den Feld-Thymian höchste Keimlingsanzahl von 51.8 erreichte die Variante Torf zum Anbauertermin 2, wie in Tabelle 11 ersichtlich. Bei den Varianten Torf und T8 mKK waren die Werte der Termine 2 und 3 signifikant höher als die des ersten Anbauertermins. Bei der Variante T8 oKK konnte nur bei Anbauertermin 3 ein signifikant höherer Wert gegenüber Termin 1 festgestellt werden. Zwischen den Varianten zu den jeweiligen Anbauerterminen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Der niedrigste Wert stellte sich bei der Variante T8 mKK zum Anbauertermin 1 ein. Die Keimlingszahlen des Feld-Thymians stützen die bereits bei den Keimverläufen gestellte These, dass sich spätere, und deswegen vermeintlich wärmere Anbauertermine für den Feld-Thymian besser eignen. Bereits der Anbauertermin 2 zeigt deutlich höhere Durchschnittswerte gegenüber Termin 1, welche beim Anbauertermin 3 nur noch geringfügig übertroffen werden. Bei den späteren Anbauerterminen scheint auch die Wahl der Variante an Bedeutung zu verlieren, wohingegen sich bei Anbauertermin 1 die Variante T8 oKK empfiehlt

#### **4.3.2 Verwendbare Pflanzen**

Auch beim Anteil der verwendbaren Pflanzen des Feld-Thymians schnitt der Anbauertermin 3 am besten ab, wie in Tabelle 12 dargestellt. Gleich wie bei der Keimlingsanzahl waren bei den Varianten Torf mKK und T8 mKK die Anbauertermine 2 und 3 signifikant besser als der Anbauertermin 1. Auch bei der Variante T8 oKK stellten sich ähnliche Unterschiede wie bei den Keimlingszahlen ein, so gab es auch hier einen signifikanten Unterschied zwischen den Anbauerterminen 1 und 3.

**Tabelle 12: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für den Feld-Thymian**

	Anbauermin 1	Anbauermin 2	Anbauermin 3
Torf mKK	37.5 <sup>bi</sup>	51.0 <sup>ai</sup>	49.0 <sup>ai</sup>
T8 oKK	40.2 <sup>ai</sup>	46.3 <sup>abi</sup>	51.2 <sup>bi</sup>
T8 mKK	35.5 <sup>bi</sup>	46.3 <sup>ai</sup>	46.0 <sup>ai</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

### 4.3.3 Oberirdische und unterirdische Biomasse

**Tabelle 13: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbauermin über alle Substrate) für den Feld-Thymian**

	Anbauermin 1	Anbauermin 2	Anbauermin 3
OTM	0.141 <sup>a</sup>	0.155 <sup>b</sup>	0.122 <sup>c</sup>
UTM	0.083 <sup>a</sup>	0.032 <sup>b</sup>	0.081 <sup>ab</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen

Bei der oberirdischen und unterirdischen Biomasse zeigt sich ein differenziertes Bild im Vergleich zu den zuvor präsentierten Ergebnissen des Feld-Thymians. So zeigt Tabelle 13, dass die höchsten durchschnittlichen Werte der unterirdischen Biomasse bei Anbauermin 1 erreicht wurden, welche sich auch signifikant von Anbauermin 2 unterscheiden. Bei der oberirdischen Biomasse unterscheiden sich alle Termine signifikant voneinander, wobei die höchsten Werte beim Anbauermin 2 erzielt wurden.

**Tabelle 14: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbauermine) für den Feld-Thymian**

	Torf mKK	T8 oKK	T8 mKK
OTM	0.130 <sup>b</sup>	0.162 <sup>a</sup>	0.127 <sup>ab</sup>
UTM	0.058 <sup>b</sup>	0.082 <sup>a</sup>	0.057 <sup>ab</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Varianten

Die Variante T8 oKK schnitt bei der oberirdischen und unterirdischen Biomasse am besten ab. Beide Werte zeigen signifikante Unterschiede zur Torf Variante. Bei T8 mKK konnten keine signifikanten Unterschiede zu den anderen beiden Substratvarianten nachgewiesen werden.

Bei Beleuchtung aller untersuchten Parameter des Feld-Thymians kann man einen klaren Vorteil eines späten Anbauermine erkennen. Der Feld-Thymian scheint die höheren Temperaturen im Juni und Juli zur Jungpflanzenanzucht zu bevorzugen. Nicht außer Acht lassen darf man allerdings, dass der Feld-Thymian im Vermehrungsbestand zwei Monate weniger Zeit hat sich zu etablieren, bevor die Vegetationsperiode vorüber ist. Ob damit die Vorteile einer späten Jungpflanzenanzucht die Nachteile der um zwei Monate verkürzten Vegetationsperiode aufwiegen, ist eher unwahrscheinlich. Als Substratvarianten können Torf mKK und T8 oKK empfohlen werden, mit denen durchwegs sehr hohe Werte erzielt wurden.

Ein weiterer, zu beachtender Aspekt des Feld-Thymians ist sein kriechender Wuchs (siehe auch Bild 3) und die Wurzelbildung bei den Ausläufern. Je länger die Pflanzen in den Quickpot-Platten stehen, desto stärker verwurzeln sie in anderen Nachbarzellen, was die Auspflanzung erheblich erschwert und verlangsamt. Hier wäre eine kürzere Anzuchtdauer mit schnellerer Auspflanzung eine mögliche Alternative, um diesen Erschwernissen begegnen zu können.

## 4.4 Steppen-Kammschmiele

### 4.4.1 Keimverlauf und Keimlingsanzahl

In den Abbildungen 10, 11 und 12 sind die Keimverlaufskurven für die Steppenkammschmiele abgebildet. Hier fällt besonders die Keimschnelligkeit beim dritten Anbautermin auf. Ab dem zwölften Tag nach der Aussaat gab es beim Anbautermin 3 keine nennenswerten Steigerungen mehr, wohingegen bei den anderen beiden Anbauterminen dieser Punkt erst am 15. beziehungsweise am 18. Tag erreicht wurde. Der späte Anbautermin erzielte auch bei zwei der drei Varianten die besten Ergebnisse, der mittlere Anbautermin bei zwei von drei Varianten die niedrigsten. Die höchste Keimrate lag bei ca. 29%, wobei das Ziel der Keimrate für die Steppen-Kammschmiele bei ca. 25% liegt. Allgemein liegt die Steppen-Kammschmiele mit ihrer Keimrate sowie der Keimgeschwindigkeit im Mittelfeld der anderen Versuchspflanzen.

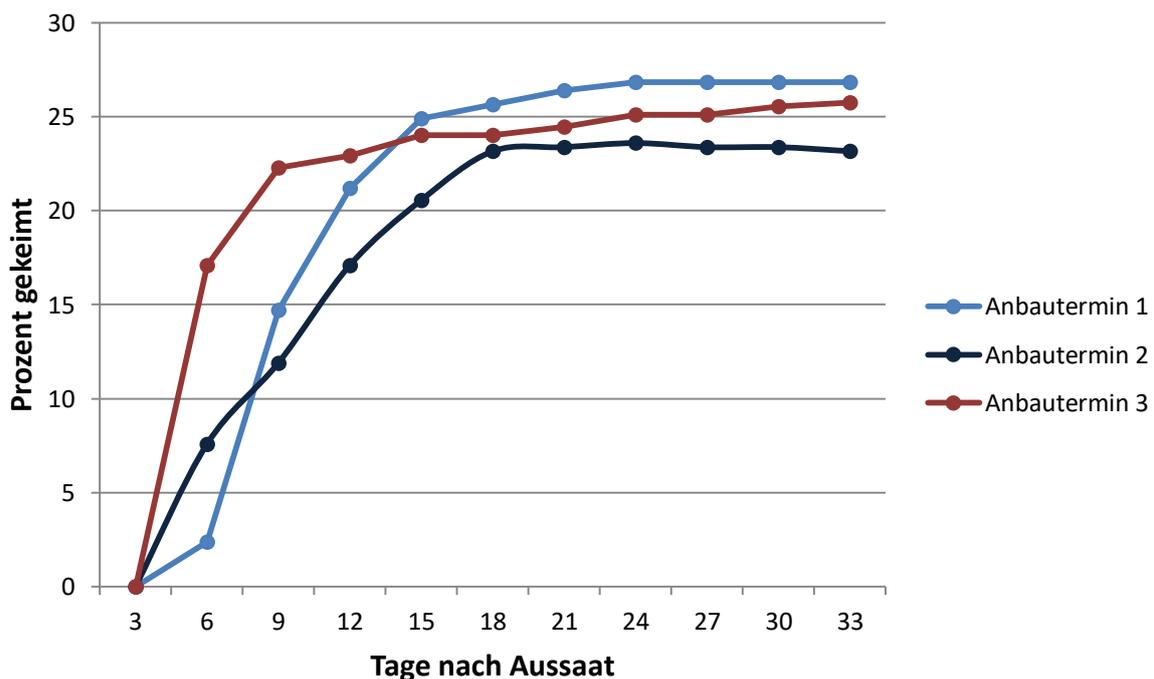


Abbildung 10: Keimverlauf für die Steppen-Kammschmiele – Variante Torf mKK

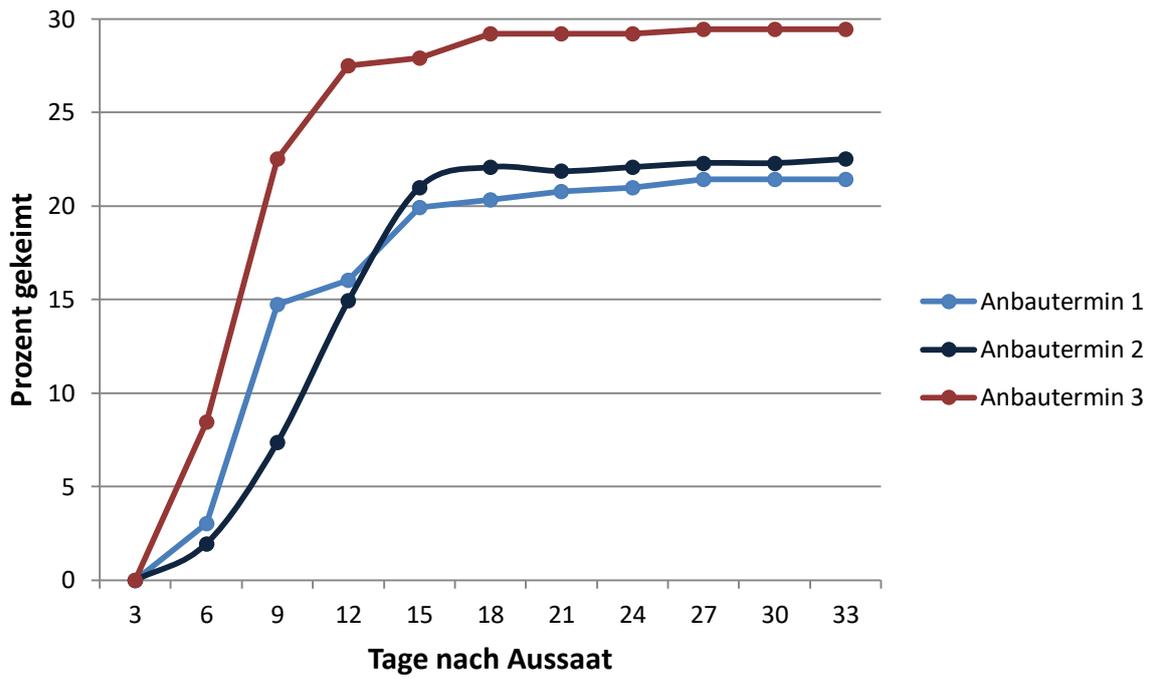


Abbildung 11: Keimverlauf für die Steppen-Kammschmiele – Variante T8 oKK

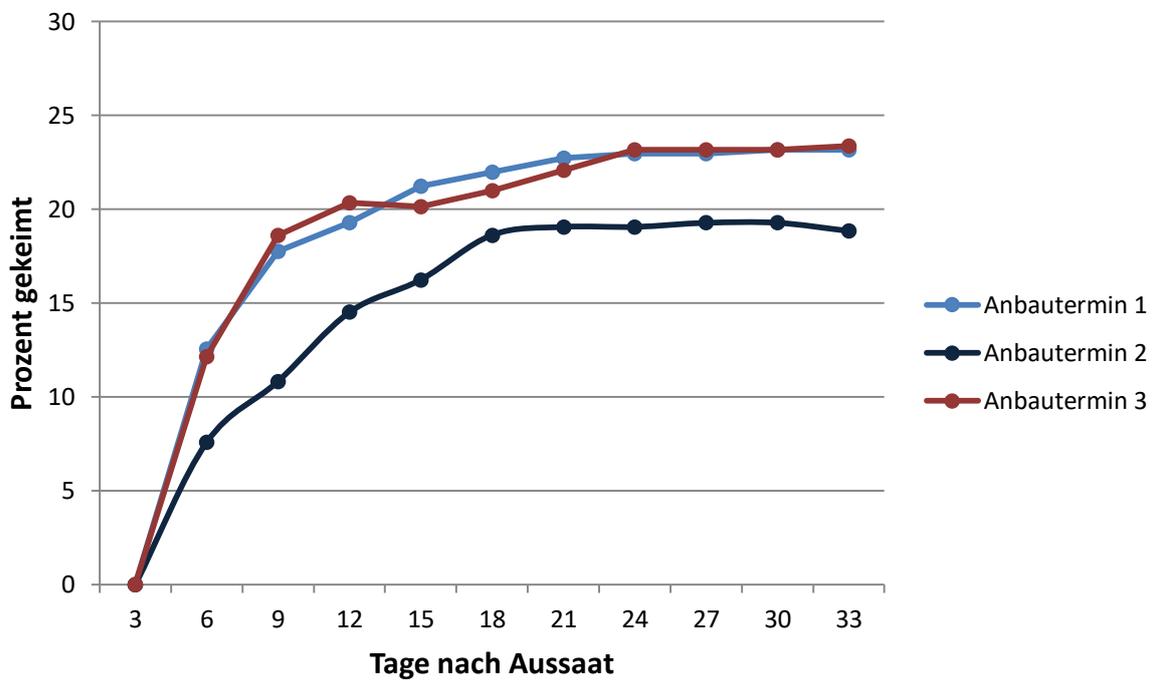


Abbildung 12: Keimverlauf für die Steppen-Kammschmiele – Variante T8 mKK

**Tabelle 15: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Steppen-Kammschmiele**

	Anbauermin 1	Anbauermin 2	Anbauermin 3
Torf mKK	20.7 <sup>a i</sup>	17.8 <sup>a i</sup>	19.8 <sup>a i</sup>
T8 oKK	16.5 <sup>a i</sup>	17.3 <sup>a i</sup>	22.7 <sup>a i</sup>
T8 mKK	17.8 <sup>a i</sup>	14.5 <sup>a i</sup>	18.0 <sup>a i</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

Wie beim Feld-Thymian erreicht die Steppen-Kammschmiele die besten Werte zum dritten Anbauermin. Die höchste Keimlingsanzahl mit 22.7 wird von der Variante T8 oKK erreicht, diese weist aber keinen signifikanten Unterschied zu den anderen Varianten oder Anbauerminen auf. Bei Anbauermin 2, Variante T8 mKK stellte sich der niedrigste Wert mit 14.5 ein, welcher sich aber nicht signifikant von den weiteren Varianten unterscheidet. Wie in Tabelle 15 ersichtlich, gab es keine signifikanten Unterschiede, weder zwischen den Anbauerminen noch zwischen den Varianten. Es scheint als ob sich die Steppen-Kammschmiele nur sehr wenig von den gewählten Versuchsbedingungen beeinflussen lässt. Es zeigen sich insgesamt jedoch tendenziell bessere Ergebnisse beim späten Anbauermin und schwächere Ergebnisse bei der Variante T8 mKK.

#### **4.4.2 Verwendbare Pflanzen**

Bei den verwendbaren Keimlingen der Steppen-Kammschmiele (Tabelle 16) zeigen sich ähnliche Resultate wie bei der Keimlingsanzahl. Es gibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten und Anbauerminen. Der höchste Wert wird zum Termin 3 bei der Variante T8 oKK erzielt, der niedrigste zum Anbauermin 2 bei der Variante T8 mKK. Auffallend ist, dass die Werte der verwendbaren Keimlinge nur geringfügig kleiner als die der Keimlingsanzahl sind. Daraus lässt sich schließen, dass im Fall einer erfolgreichen Keimung, sich die Pflanzen qualitativ hochwertig entwickeln und zum Großteil die Anforderungen für die Auspflanzung erfüllen.

**Tabelle 16: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Steppen-Kammschmiele**

	Anbauertermin 1	Anbauertermin 2	Anbauertermin 3
Torf mKK	20.3 <sup>ai</sup>	18.0 <sup>ai</sup>	19.2 <sup>ai</sup>
T8 oKK	16.0 <sup>ai</sup>	16.6 <sup>ai</sup>	21.3 <sup>ai</sup>
T8 mKK	17.7 <sup>ai</sup>	14.3 <sup>ai</sup>	17.8 <sup>ai</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

#### 4.4.3 Oberirdische und unterirdische Biomasse

**Tabelle 17: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbauertermine über alle Substrate) für die Steppen-Kammschmiele**

	Anbauertermin 1	Anbauertermin 2	Anbauertermin 3
OTM	0.147 <sup>a</sup>	0.083 <sup>b</sup>	0.083 <sup>b</sup>
UTM	0.065 <sup>a</sup>	0.053 <sup>a</sup>	0.085 <sup>a</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen

Tabelle 17 zeigt die oberirdische und unterirdische Biomasse zu den jeweiligen Anbauerterminen der Steppen-Kammschmiele. Bei der oberirdischen Biomasse sticht der Anbauertermin 1 heraus, der sich signifikant von den anderen beiden unterscheidet. Bei der unterirdischen Biomasse gab es keine signifikanten Unterschiede, der höchste Wert wurde zu Anbauertermin 3, die niedrigste zu Anbauertermin 2 erzielt. Es fällt auf, dass trotz der vergleichbaren Wurzelmasse die Pflanzen bei Anbauertermin 1 fast doppelt so hohe oberirdische Biomassewerte im Vergleich zu den anderen beiden Terminen erzielten.

**Tabelle 18: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbauermine) für die Steppen-Kammschmiele**

	Torf mKK	T8 oKK	T8 mKK
OTM	0.116 <sup>a</sup>	0.109 <sup>a</sup>	0.089 <sup>a</sup>
UTM	0.069 <sup>b</sup>	0.071 <sup>a</sup>	0.062 <sup>b</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Varianten

Der Bezug von oberirdischer und unterirdischer Biomasse zu den einzelnen Varianten der Steppen-Kammschmiele wird in Tabelle 18 gezeigt. Bei der oberirdischen Biomasse erreichte die Variante Torf mKK den höchsten Wert, welcher sich aber nicht signifikant von den anderen Varianten unterscheidet. Die größte unterirdische Biomasse gab es bei der Variante T8 oKK, nur hier gibt es einen signifikanten Unterschied zu den anderen beiden Varianten.

Bei der Steppen-Kammschmiele gab es nur wenige signifikant unterschiedliche Ergebnisse. Es scheint, dass speziell die Keimlingsanzahl und die verwendbaren Keimlinge der Steppen-Kammschmiele nicht sehr stark von den gewählten Versuchsbedingungen beeinflusst werden. Bei den Parametern oberirdische und unterirdische Biomasse gibt es zwar leichte Unterschiede, nur lassen sich daraus keine gesicherten Empfehlungen, speziell für eine bestimmte Variante, ableiten. Wenn man die Keimverlaufskurven miteinander vergleicht, lässt sich jedoch der Anbauermine 3 empfehlen, er hat im Schnitt auch die höchsten Werte erzielt. Es stellt sich jedoch dieselbe Frage wie beim Feld-Thymian, ob die etwas höheren Werte des dritten Anbauermine die damit verbundene kürzere Vegetationszeit am Feld aufwiegen was bei den nur geringfügig besseren Werten des dritten Anbauermine eher anzuzweifeln ist.

## 4.5 Glanz-Wiesenraute

### 4.5.1 Keimverlauf und Keimlingsanzahl

Die Glanz-Wiesenraute, einer der beiden Frostkeimer, weist im Gegensatz zu den Nichtfrostkeimern einen relativ späten Keimbeginn auf, wie in den Abbildungen 13, 14 und 15 ersichtlich wird. Die Keimung beginnt erst ab dem 12. Tag nach der Aussaat und steigt dann speziell bei den Varianten mit Vorkühlung stark an. Ab dem 24. Tag nach der Aussaat treten bei diesen Varianten keine nennenswerten Steigungen der Keimlingszahl mehr auf, währenddessen die Variante ohne Kühlung einen deutlich ungleichmäßigeren Keimverlauf auf niedrigerem Niveau aufweist. Allgemein schneiden die vorgekühlten Varianten bedeutend besser ab als die nicht vorgekühlten. Die Glanz-Wiesenraute erreicht insgesamt mit ca. 75% bei der Variante T8 mKü oKK zum ersten Anbauermin auch die höchsten Keimwerte in der ganzen Versuchsreihe.

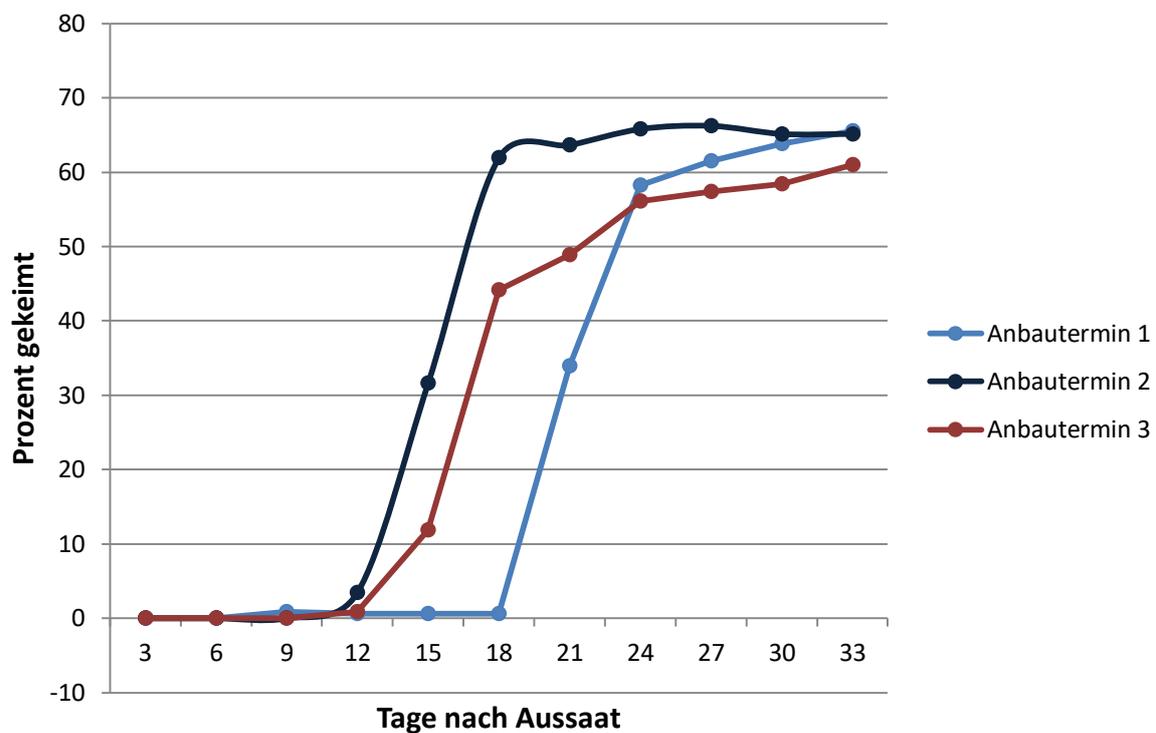


Abbildung 13: Keimverlauf für die Glanz Wiesenraute – Variante T8 mKü mKK

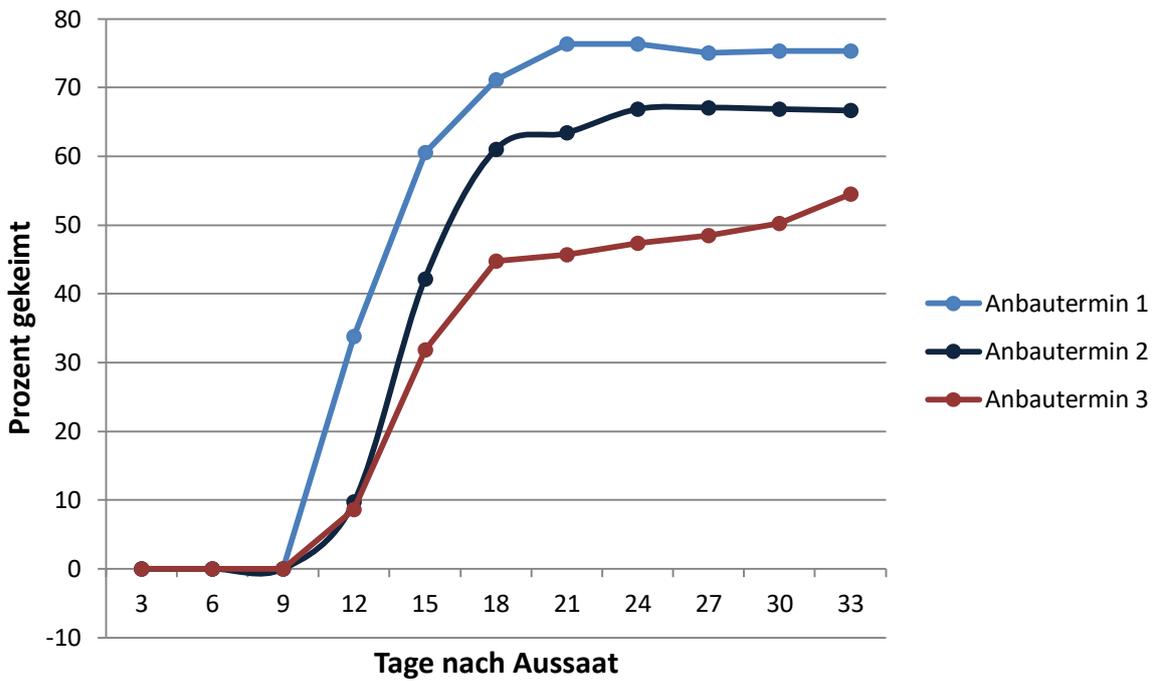


Abbildung 14: Keimverlauf für die Glanz Wiesenraute – Variante T8 mKü oKK

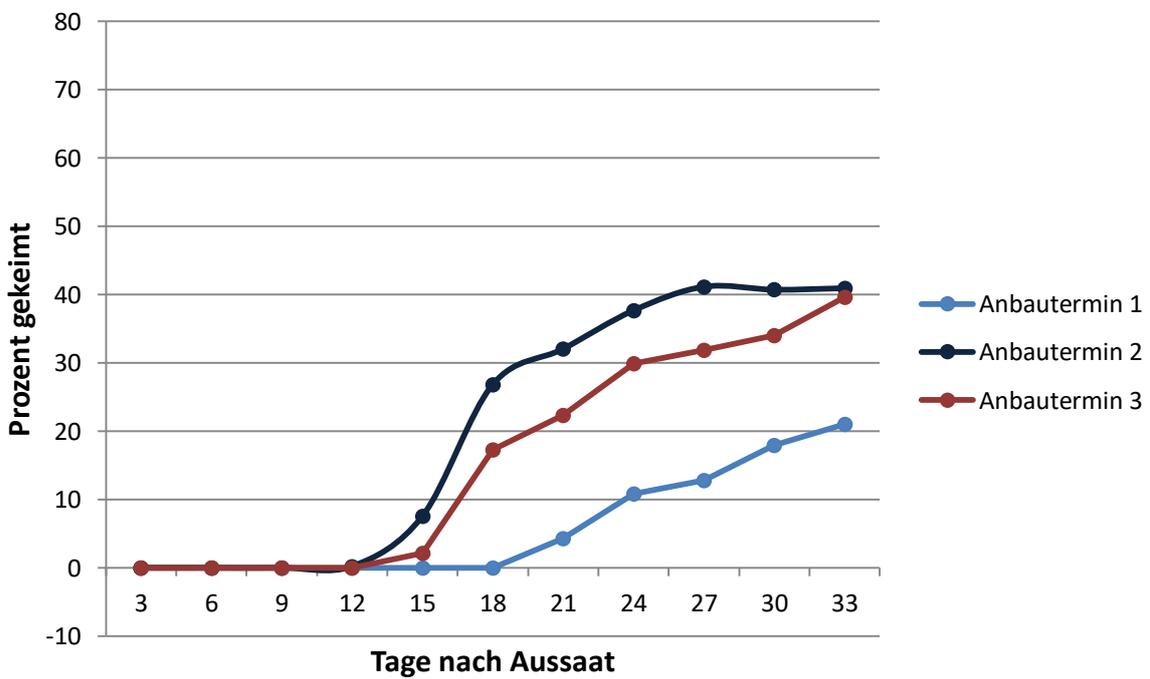


Abbildung 15: Keimverlauf für die Glanz Wiesenraute – Variante T8 oKü mKK

**Tabelle 19: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Glanz-Wiesenraute**

	Anbauertermin 1	Anbauertermin 2	Anbauertermin 3
T8 mKü mKK	50.5 <sup>a i</sup>	50.2 <sup>a i</sup>	47.0 <sup>a i</sup>
T8 mKü oKK	58.0 <sup>a i</sup>	51.3 <sup>a i</sup>	42.0 <sup>b i</sup>
T8 oKü mKK	16.2 <sup>b j</sup>	31.5 <sup>a j</sup>	30.5 <sup>a j</sup>

**Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten**

Mit 58.0 Keimlingen nach 33 Tagen tritt der höchste Wert für die Glanz-Wiesenraute zu Termin 1 in der Variante T8 mKü oKK auf, wie in Tabelle 19 ersichtlich. Dieser Wert unterscheidet sich gemeinsam mit der Variante T8 mKü mKK zu Anbauertermin 1 signifikant von Variante T8 oKü mKK zu Termin 1. Ebenso treten bei Anbauertermin 1 und 2 der Variante T8 mKü oKK signifikante Unterschiede zu Anbauertermin 3 auf. Die niedrigsten Werte treten durchwegs bei der ungekühlten Variante (T8 oKü mKK) auf. Zu jedem Anbauertermin unterscheidet sich diese Variante signifikant zu den anderen beiden Varianten, und innerhalb der Variante schneidet der Anbauertermin 1 mit 16,2 signifikant schwächer ab als Anbauertermin 2 und 3.

Wenn man die Werte in Bezug auf die Anbauertermine betrachtet, scheint es, als ob der Einfluss der Vorkühlung auf die Glanz-Wiesenraute bei späteren Anlageterminen abnimmt. So verringern sich die Werte der Varianten mit Vorkühlung im Laufe des Versuchs leicht, wohingegen die Variante ohne Kühlung tendenziell steigende Werte erzielt. Die höheren Temperaturen im Juni scheinen die Dormanz stärker zu brechen. Trotz dieser Tendenz schneiden jedoch die vorgekühlten Varianten auch zu Termin 3 signifikant besser ab als die nicht gekühlte. Die Keimkammerphase brachte bei den erfolgreich vorgekühlten Varianten eher leicht negative Effekte, so kann man auf die Keimlingsanzahl bezogen, frühe Anbauertermine mit der Variante T8 mKü oKK empfehlen.

## 4.5.2 Verwendbare Pflanzen

Tabelle 20: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Glanz-Wiesenraute

	Anbauertermin 1	Anbauertermin 2	Anbauertermin 3
T8 mKü mKK	48.9 <sup>a i</sup>	46.7 <sup>a i</sup>	46.7 <sup>a i</sup>
T8 mKü oKK	48.2 <sup>a i</sup>	48.0 <sup>ab i</sup>	40.5 <sup>b i</sup>
T8 oKü mKK	16.3 <sup>a j</sup>	29.0 <sup>b j</sup>	31.5 <sup>b j</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

Tabelle 20 zeigt die verwendbaren Keimlinge der Glanz-Wiesenraute. Hier treten dieselben Tendenzen wie bei der Keimlingsanzahl auf. Der höchste Wert tritt nun zwar bei der Variante T8 mKü mKK auf (48.9), signifikant am besten schnitten aber wieder die vorgekühlten Varianten gegenüber der nicht gekühlten ab. Innerhalb der Variante T8 mKü oKK gab es nun zusätzlich einen signifikanten Unterschied zwischen Anbauertermin 1 und 3, wie auch bei T8 oKü mKK wo Termin 1 signifikant schlechter ist, als die späteren beiden Termine.

## 4.5.3 Oberirdische und unterirdische Biomasse

Tabelle 21: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbauertermine über alle Substrate) für die Glanz-Wiesenraute

	Anbauertermin 1	Anbauertermin 2	Anbauertermin 3
OTM	0.109 a	0.101 a	0.049 b
UTM	0.060 a	0.075 b	0.029 a

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen

In Tabelle 21 veranschaulicht die oberirdische und unterirdische Biomasse der Glanz-Wiesenraute zu den jeweiligen Anbauerterminen. Hier schneiden die beiden früheren Termine

besser ab als der Spätere. Bei der oberirdischen Biomasse sind Termin 1 und 2 signifikant besser als Anbauermin 3. Bei der unterirdischen Biomasse sticht Anbauermin 3 mit signifikant besseren Werten heraus. Anbauermin 3 erzielt bei beiden Parametern die niedrigsten Werte. In Bezug auf die Biomasse sind bei der Glanz-Wiesenraute wie bei den zuvor behandelten Parametern die beiden früheren Anbauertermine zu empfehlen, hier werden durchschnittlich höhere Werte als zum letzten Termin erzielt.

**Tabelle 22: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbauertermine) für die Glanz-Wiesenraute**

	T8 mKü mKK	T8 mKü oKK	T8 oKü mKK
OTM	0.072 ab	0.121 b	0.066 a
UTM	0.047 a	0.084 b	0.034 c

**Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Varianten**

Bei der unterirdischen und oberirdischen Biomasse weist die Variante T8 mKü oKK die höchsten Werte auf und unterscheidet sich signifikant von den anderen beiden Varianten. Die niedrigsten Werte traten bei der ungekühlten Variante auf, wobei sich die unterirdische Biomasse zu beiden Alternativvarianten, die oberirdische Biomasse nur gegenüber T8 mKü oKK signifikant unterscheidet.

Für die Glanz-Wiesenraute empfiehlt sich unter Berücksichtigung aller Parameter ein früherer Anbauermin. Bei den Varianten erzielten die gekühlten die günstigsten Ergebnisse, wobei tendenziell die Variante T8 mKü oKK am besten abschnitt. In allen Belangen die schwächsten Ergebnisse lieferte die ungekühlte Variante. Dies überrascht wenig, ist die Glanz-Wiesenraute doch ein nachgewiesener Frostkeimer. Doch nicht nur die Keimlingsanzahl schneidet hier schlechter ab, auch der Zuwachs der Biomasse ist bei der ungekühlten Variante geringer. Es scheint, als ob die Kältephase nicht nur einen Einfluss auf die Keimlingsanzahl, sondern auch auf die weitere physiologische Entwicklung der Glanz-Wiesenraute hat. Zusätzlich sticht die Glanz-Wiesenraute mit hoher Keimfähigkeit hervor, was sie für die Einzelkornsaat, wie im Versuch angewendet, sehr attraktiv macht.

## 4.6 Blaues Pfeifengras

### 4.6.1 Keimverlauf und Keimlingsanzahl

Die Abbildungen 16, 17, und 18 zeigen den Keimverlauf des Blauen Pfeifengrases. Wie bei der Glanz-Wiesenraute beginnt die Keimung im Vergleich mit den anderen Arten relativ spät ab dem 9. Tag. Auffallend ist, dass bis zum 30. Tag, also beinahe über den kompletten Beobachtungszeitraum nach der Aussaat, Änderungen im Keimverlauf gegeben sind. Über die drei Varianten gesehen schneidet Anbautermin 1 deutlich am schwächsten ab. Allgemein erreichen die Keimfähigkeiten des Blauen Pfeifengrases nur relativ niedrige Werte. Die höchste Keimfähigkeit wird zu Anbautermin 3 in der Variante T8 oKü mKK mit ca. 21 % erzielt, die niedrigsten bei derselben Variante zum ersten Anbautermin mit ca. 1,7 %. Dieses Ergebnis ist doch etwas überraschend, da das blaue Pfeifengras als Frostkeimer beschrieben wird, diese Variante aber keine Vorkühlungsbehandlung erfuhr und dennoch derartige Extremwerte aufweist.

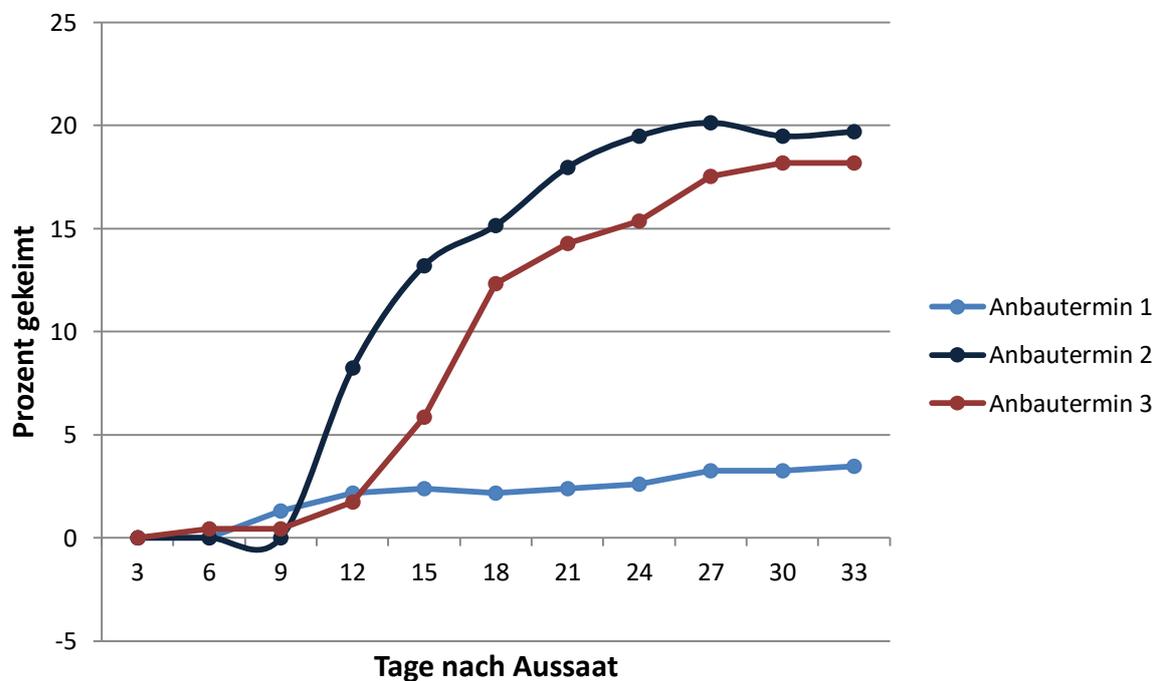


Abbildung 16: Keimverlauf für das Blaue Pfeifengras – Variante T8 mKü mKK

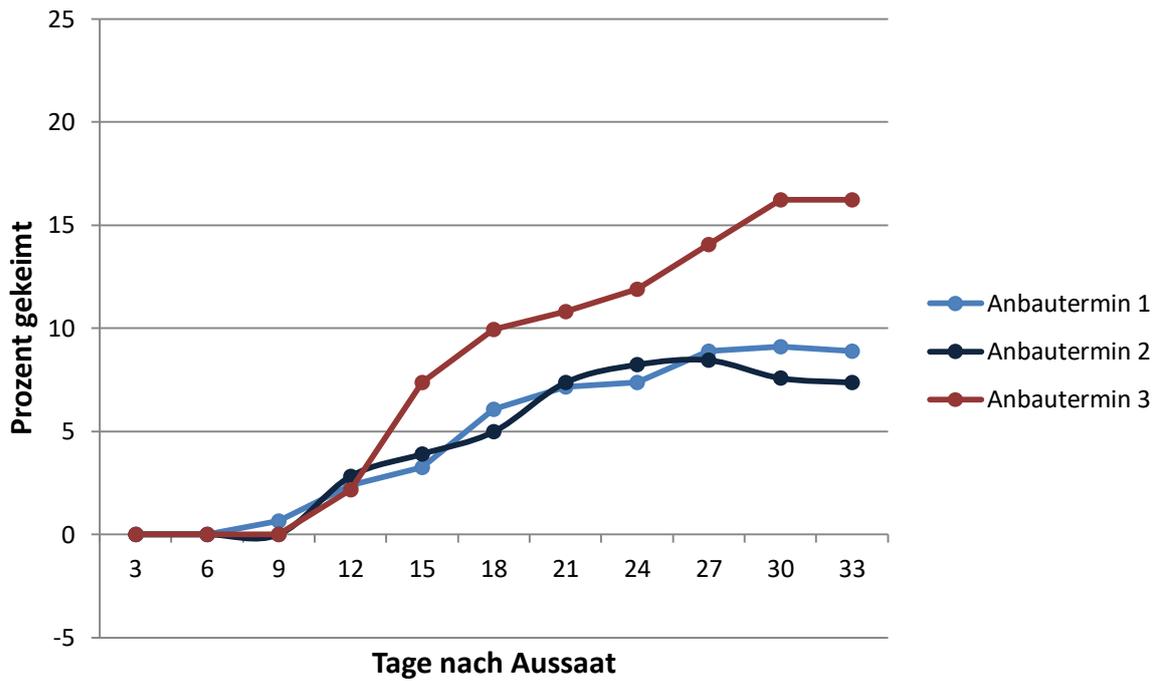


Abbildung 17: Keimverlauf für das Blaue Pfeifengras – Variante T8 mKü oKK

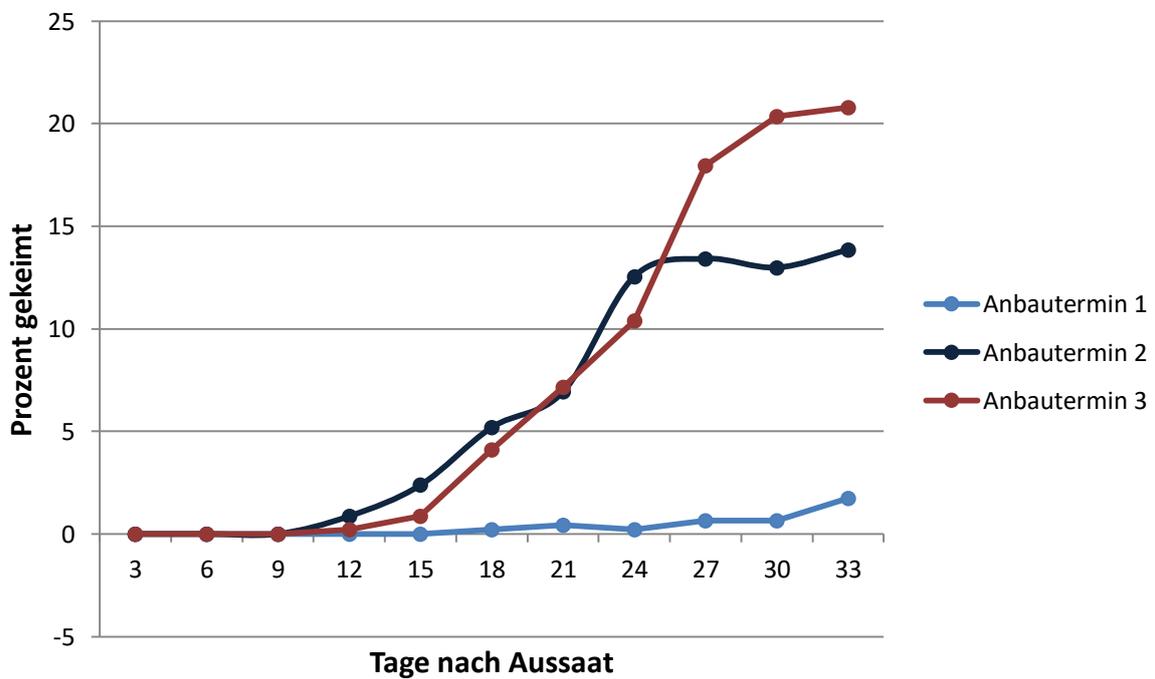


Abbildung 18: Keimverlauf für das Blaue Pfeifengras – Variante T8 oKü mKK

**Tabelle 23: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für das Blaue Pfeifengras**

	Anbauertermin 1	Anbauertermin 2	Anbauertermin 3
T8 mKü mKK	2.7 <sup>bi</sup>	15.2 <sup>ai</sup>	14.0 <sup>ai</sup>
T8 mKü oKK	6.8 <sup>ai</sup>	5.7 <sup>aj</sup>	12.5 <sup>ai</sup>
T8 oKü mKK	1.3 <sup>ai</sup>	10.7 <sup>bi</sup>	16.0 <sup>bi</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

Tabelle 23 zeigt die Keimlingsanzahl des Blauen Pfeifengrases nach 33 Tagen. Der höchste Wert wird zu Anbauertermin 3 in der Variante T8 oKü mKK erreicht. Dieser unterscheidet sich gemeinsam mit dem zweiten Termin derselben Variante signifikant vom ersten Termin, welcher den niedrigsten Wert darstellt. Bei der Variante T8 mKü oKK gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Anlageterminen, bei der Variante T8 mKü mKK ist der Anbauertermin 1 signifikant schwächer als die anderen beiden. Zwischen den einzelnen Varianten zu den jeweiligen Anlageterminen liegt nur zu Anbauertermin 2 ein als signifikant zu beschreibender Unterschied vor. Hier ist die Variante T8 mKü oKK schwächer als die anderen beiden Varianten. Auffallend ist, dass die beiden Keimkammervarianten T8 mKü mKK sowie T8 oKü mKK zu Anlagetermin 2 und 3 mitunter deutlich besser abschnitten als die Variante ohne Keimkammer T8 mKü oKK, obwohl diese die Vorkühlbehandlung erfuhr.

Wie bei der Glanz-Wiesenraute erzielte die Variante ohne Vorkühlung im Laufe der Versuchsreihe immer bessere Ergebnisse. Auch hier scheint der Einfluss der Vorkühlung mit späteren Anlageterminen abzunehmen. Über alle Anlagetermine gesehen hat aber die Variante T8 mKü mKK am besten abgeschnitten. Zusätzlich sollten die späteren beiden Anbautermine bevorzugt werden. Nicht zu empfehlen ist hingegen der frühe Anbauertermin, denn hier traten die durchschnittlich niedrigsten Werte auf.

## 4.6.2 Verwendbare Pflanzen

Tabelle 24: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für das Blaue Pfeifengras

	Anbauermin 1	Anbauermin 2	Anbauermin 3
T8 mKü mKK	7.0 <sup>ai</sup>	13.5 <sup>ai</sup>	13.2 <sup>ai</sup>
T8 mKü oKK	7.2 <sup>ai</sup>	3.7 <sup>aj</sup>	11.8 <sup>ai</sup>
T8 oKü mKK	6.3 <sup>ai</sup>	10.0 <sup>abi</sup>	15.5 <sup>bi</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen, ijk stehen für Unterschiede zwischen den Varianten

Wie in Tabelle 24 ersichtlich erzielte die Variante T8 oKü mKK zum dritten Anbauermin wie auch bei der Keimlingsanzahl den höchsten Wert an verwendbaren Pflanzen. Dieser weist einen signifikanten Unterschied in der gleichen Variante zu Anbauermin 1 auf. Der niedrigste Wert stellte sich, anders als bei der Keimlingszahl, bei der Variante T8 mKü oKK zu Termin 2 ein. Dieser unterscheidet sich signifikant zu den anderen Varianten zu Anbauermin 2. Sonst liegen bei den verwendbaren Keimlingen keine signifikanten Unterschiede vor. Auffallend ist, dass sich die Werte der Keimkammervarianten zum ersten Anbauermin gegenüber der Keimlingsanzahl stark erhöhen, wohingegen die anderen Werte erwartungsgemäß leicht fallen. Es müssen also nach Ende der Beobachtungsperiode noch einige Samen gekeimt sein und eine rasche Jugendentwicklung aufgewiesen haben, sonst hätten sie die Kriterien für die Einstufung als verwendbare Keimlinge nicht erfüllt.

## 4.6.3 Oberirdische und unterirdische Biomasse

Tabelle 25 zeigt die oberirdische und unterirdische Biomasse des Blauen Pfeifengrases in Bezug auf die Anbauermine. Die Höchstwerte werden in beiden Fällen zum zweiten Anbauermin erreicht. Diese unterscheiden sich gemeinsam mit den Werten des dritten Anbauermins signifikant von Anbauermin 1. In beiden Varianten wurden die niedrigsten

Werte bei Anlagetermin 1 erreicht, das bestätigt die zuvor aufgestellte These, dass sich spätere Anlagetermine besser für das Blaue Pfeifengras eignen.

**Tabelle 25: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbauermine über alle Substrate) für das Blaue Pfeifengras**

	Anbauermine 1	Anbauermine 2	Anbauermine 3
OTM	0.020 <sup>a</sup>	0.044 <sup>b</sup>	0.040 <sup>b</sup>
UTM	0.005 <sup>a</sup>	0.017 <sup>b</sup>	0.016 <sup>b</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Anlageterminen

Tabelle 26 zeigt, dass bei der oberirdischen Biomasse keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten auftraten. Den besten Wert erreichte hier die Variante T8 mKü oKK, den niedrigsten die ungekühlte Variante T8 oKü mKK. Bei der unterirdischen Biomasse erzielte ebenso die Variante T8 mKü oKK die höchsten Werte. Diese unterscheiden sich signifikant von der nicht vorgekühlten Variante T8 oKü mKK.

**Tabelle 26: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbauermine) für das Blaue Pfeifengras**

	T8 mKü mKK	T8 mKü oKK	T8 oKü mKK
OTM	0.035 <sup>a</sup>	0.042 <sup>a</sup>	0.027 <sup>a</sup>
UTM	0.014 <sup>ab</sup>	0.016 <sup>b</sup>	0.009 <sup>a</sup>

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ; verschiedene Indices zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Werten: abc symbolisieren Unterschiede zwischen den Varianten

Bei Betrachtung aller Ergebnisse sind beim Blauen Pfeifengras spätere Anbauermine zu empfehlen, wobei der dritte Termin die etwas besseren Werte als der zweite Termin erreichte. Geht es nach den Varianten, so erzielen die gekühlten etwas bessere Ergebnisse bei den Keimlingszahlen und den verwendbaren Keimlingen als die Variante ohne Vorkühlung. Eindeutig bessere Ergebnisse wiesen die gekühlten Varianten bei der Biomasse auf. Wie schon bei der Glanz-Wiesenraute scheint die Kühlphase nicht nur die Keimfähigkeit des Blauen Pfeifengrases zu beeinflussen, sondern auch das darauffolgende Wachstum zu verbessern.

## 5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Im Zuge dieser Masterarbeit wurde die Anzuchtfähigkeit von sechs verschiedenen, für die Biodiversität im österreichischen Grünland wichtigen Pflanzenarten zur Saatgutvermehrung untersucht. Dafür sind mit den sechs Arten Versuche in Wolfsberg in Kärnten zu drei verschiedenen Varianten an drei unterschiedlichen Anbauterminen im Gewächshaus durchgeführt worden.

Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden ob die Jungpflanzenanzucht nach gärtnerischer Praxis eine Möglichkeit darstellt, um Vermehrungsbestände zur Saatgutvermehrung für Wildpflanzen anlegen zu können. Von besonderem Interesse war hierbei die Eignung der Arten für die Einzelkornsaat sowie die Anzahl der verwendbaren Pflanzen. Untersucht wurde der Einfluss von Substrat, Keimkammerphase und Vorkühlung auf die Parameter Keimverlauf, Keimlingsanzahl, verwendbare Keimlinge sowie oberirdische und unterirdische Biomasse. Um einen möglichen Einfluss des Anbauzeitpunkts herauszufinden, wurde der gesamte Versuch insgesamt drei Mal durchgeführt, nämlich Mitte April, Mitte Mai und Mitte Juni.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse werden für die sechs verschiedenen Wildpflanzenarten gesonderte Anbauempfehlungen abgeleitet:

- Für die Jungpflanzenproduktion des Gelben Sonnenröschens eignet sich am besten Torf in Kombination mit frühen Anbauterminen. Durch die niedrige Keimfähigkeit ist jedoch von einer Einzelkornsaat eher abzuraten, da man damit zu wenige Jungpflanzen in Bezug auf die in Anspruch genommene Fläche produziert. Eine mögliche Alternative könnte hier allerdings eine zwei- oder dreifache Saatgutablage bieten.
- Bei der Gelben Skabiose erzielt ein früher Anbaubautermin mit T8 Substrat ohne Keimkammerbehandlung die besten Ergebnisse. Auch für diese Art ist die Einzelkornsaat ungeeignet. Da die Jungpflanzen nach dem Beobachtungszeitraum bereits relativ groß waren, kann auch eine frühere Auspflanzung empfohlen werden, sobald die Pflanzen in der Anzuchtplatte zu wenig Platz zur Verfügung haben.

- Der Feld-Thymian bevorzugt wärmere, also spätere Anbauermine. Die am besten geeigneten Varianten sind Torf sowie T8 Substrat ohne Keimkammerbehandlung. Durch seine hohe Keimfähigkeit eignet er sich gut für die Einzelkornsaat. Aufgrund des kriechenden Wuchses, Ausläuferbildung und Verwurzelung in anderen Zellen ist eine frühere Auspflanzung vorzuziehen.
- Zur Jungpflanzenanzucht der Steppen-Kammschmiele können keine expliziten Anbauempfehlungen bezüglich Substrat und Anbautermin abgegeben werden. Grundsätzlich bietet sich aber indirekt ein früher Anbautermin an, da die Pflanzen dann am Feld mehr Zeit zur Etablierung haben und stärker durch den Winter gehen können. Durch die recht geringe Keimfähigkeit kann jedoch von der Einzelkornsaat abgeraten werden. Abhilfe kann wieder eine erhöhte Saatgutablage schaffen.
- Die Glanz-Wiesenraute eignet sich aufgrund ihrer hohen Keimfähigkeit gut für die angewendete Einzelkornsaat. Für die Produktion der Jungpflanzen ist das T8 Substrat ohne Keimkammerbehandlung, jedoch mit Vorkühlung zu empfehlen, sowie frühe Anbauermine. Die Vorkühlung ist nicht nur für die Keimfähigkeit bedeutend, sie übt auch positiven Einfluss auf das weitere physiologische Wachstum der Glanz-Wiesenraute aus.
- Für die Jungpflanzenproduktion des Blauen Pfeifengrases eignen sich am besten späte Anbauermine mit Vorkühlung. Die Vorkühlung beeinflusst die Anzahl der Keimlinge zwar nur geringfügig, jedoch ist sie ähnlich wie bei der Glanz-Wiesenraute für die weitere Entwicklung sehr bedeutend. Der geringen Keimfähigkeit geschuldet ist das Blaue Pfeifengras für die Einzelkornsaat ungeeignet.

Da sich die biodiversitätswichtigen Arten nicht nur auf die sechs im Versuch gewählten Repräsentanten beschränken, sollte man eine gewisse Herangehensweise für die Anzucht von Jungpflanzen aus Wildpflanzensaatgut etablieren. Aus den Ergebnissen dieser Arbeit kann man folgende grundsätzliche Empfehlungen ableiten:

- Als erster Schritt sollte auf die Keimfähigkeit des Saatguts geachtet werden, sofern diese Werte bekannt sind. Ab einer Keimfähigkeit von 90 % im Labor kann von einer ausreichenden Keimfähigkeit für die Einzelkornsaat ausgegangen werden. Unter diesen Werten empfiehlt es sich, Saatkisten anzulegen und die gekeimten Pflanzen in die 77er Platten auszupikieren. Dies spart Platz im Gewächshaus und es kann schon

eine Vorselektion der Pflanzen durchgeführt werden. Wie bereits beschrieben, bildet die mehrfache Saatgutablage eine Möglichkeit, die geringen Keimfähigkeiten auszugleichen. Wenn man jedoch streng eine Pflanze pro Zelle der 77er Platte benötigt, muss man hier gegebenenfalls händisch ausdünnen, wenn mehrere der abgelegten Samen pro Zelle keimen.

- Auch die Form der Samen hat einen großen Einfluss auf die Eignung für die Einzelkornsaat. Stark bespelztes, behaartes oder anderwärtig unförmiges Saatgut stellt eine enorme Herausforderung bei der Einzelkornsaat dar. Hier gilt, desto runder, gleichförmiger und glatter, desto besser ist die jeweilige Art für die Einzelkornsaat geeignet.
- Andere weitere besondere Bedürfnisse des Saatguts müssen genau beleuchtet werden. So wird bei Frostkeimern trotz hoher Keimfähigkeiten die Einzelkornsaat in der Regel schwerer umzusetzen sein als bei Arten ohne Kältebedarf. Das liegt daran, dass es logistisch einfacher ist, eine oder mehrere Saatkisten in einem Gefrierschrank unterzubringen als ein kompletter Satz gesäter 77er Platten. Eine in diesem Fall zu prüfende Alternative wäre, die Samen zuerst in Wasser zu quellen, das pure Saatgut in die Kältephase zu schicken und danach auszusäen. Diese Vorgangsweise hängt aber von der Machbarkeit dieser Methode ab.
- Wuchsform und Größe beeinflussen die Anzuchtdauer der Wildpflanzen. So müssen flachwüchsige und ausläuferbildende Arten früher ausgepflanzt werden. Schmälere, höher wachsende Arten könnten länger in den 77er Platten stehen.

Mit qualitativ hochwertigem Jungpflanzenmaterial ist der Grundstein für einen guten Vermehrungsbestand gelegt. Weiterer Forschungsbedarf besteht für die richtige Anlage und Etablierung solcher Bestände. So sind Jungpflanzenkulturen kurz nach der Auspflanzung sehr trockenheitsempfindlich und zumindest eine anfängliche Bewässerung scheint dringend notwendig. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei Saatgutvermehrungen ist die Reinheit des später geernteten Saatguts und die damit verbundene Unkrautproblematik. Stark verunkrautete Flächen bestehen einerseits die Anerkennung als Vermehrungsbestand nicht, andererseits ist der Reinigungsaufwand des Erntegutes bedeutend höher. Hier könnten Pflanzungen in verrottbarer Mulchfolie auf Stärkebasis bzw. nicht verrottbarem Bändchengewebe geeignete Wege darstellen, um die Anlage bedeutend zu erleichtern.

Welche Herangehensweise die geeignete ist, muss in weiteren wissenschaftlich begleiteten Versuchen eruiert werden.

## 6 Literaturverzeichnis

- Biologie Seite (2021): *Biologieseite.de*. Online verfügbar unter [https://www.biologieseite.de/Biologie/Gelbe\\_Skabiose](https://www.biologieseite.de/Biologie/Gelbe_Skabiose), zuletzt aktualisiert am 03.02.2021.
- BMLFUW (2014): *Biodiversitäts-Strategie Österreich 2020+*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien. 50 S.
- BMLFUW (2016): *Agrarumweltprogramm ÖPUL 2015 - Landwirtschaft, Umwelt und Natur*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien. 36 S.
- BMLRT (2020a): *Die neun spezifischen Ziele der GAP 2020+*. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Online verfügbar unter <https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:771f26d4-67e1-484d-95fa-a29b11c11715/%C3%9Cbersicht%20zu%20den%20Zielen%20der%20GAP%202020+.pdf>, zuletzt aktualisiert am 29.03.2021.
- BMLRT (2020b): *Grüner Bericht 2020*, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Wien. 297 S.
- BMNT (2019): *Grüner Bericht 2019*. Wien. 299 S.
- Bohner, A. (2010): *Teilbericht Vegetation. Zwischenbericht zum Projekt "Nutzung und Erhaltung extensiver Grünlandstandorte in den Bergregionen" des LFZ Raumberg Gumpenstein*. Raumberg Gumpenstein.
- Buchgraber, K. (2002b): *Abschlussbericht zum Forschungsprojekt BAL 992210 „Der Einfluss der Grünlandextensivierung auf den Pflanzenbestand, Nährstoffhaushalt, Futterertrag und die Futterqualität sowie Wirtschaftlichkeit“*. BAL Gumpenstein. 19 S.
- Buchgraber, K.; Grindl, G. (2009): *Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung*, Leopold Stocker Verlag. Graz. 216 S.
- Buchgraber, K.; Sobotik, M. (1995): *Einfluss der Grünlandwirtschaft auf die Artenvielfalt in verschiedenen Pflanzengesellschaften*. Expertentagung „Landwirtschaft und Naturschutz“, BAL Gumpenstein, S. 9–23.
- Dankwart, S. (2001): *Blumen*, BLV Verlagsgesellschaft. München. 288 S.
- Erlbeck, R.; Haseder, I.; Stinglwagner, G. (2002): *Das Kosmos Wald- und Forstlexikon*, Kosmos. Stuttgart. 880 S.
- Europäische Kommission (2011): *Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Lebensversicherung und Naturkapital: Eine Biodiversitätsstrategie der EU für das Jahr 2020*, KOM(2011) 244 endgültig. Brüssel. 20 S.
- Europäische Kommission (2019a): *Anhang der Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den europäischen Rat, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen*. Hg. v. Europäische Kommission.

- Online verfügbar unter [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication-annex-roadmap\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication-annex-roadmap_de.pdf), zuletzt aktualisiert am 29.03.2021.
- Europäische Kommission (2019b): *Der europäische Grüne Deal*. Brüssel. Online verfügbar unter [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/de/ip\\_19\\_6691/IP\\_19\\_6691\\_DE.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/de/ip_19_6691/IP_19_6691_DE.pdf), zuletzt geprüft am 29.03.2021.
- Europäische Kommission (2020a): *Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: „Vom Hof auf den Tisch“ –eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem*. Hg. v. Europäische Kommission. Brüssel. Online verfügbar unter [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ea0f9f73-9ab2-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0003.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ea0f9f73-9ab2-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF).
- Europäische Kommission (2020b): *Vom Hof auf den Tisch*. Online verfügbar unter [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/farm-fork\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/farm-fork_de), zuletzt aktualisiert am 04.04.2021.
- Fischer, M. (2008): *Exkursionsflora von Österreich, Liechtenstein und Südtirol*, Land Oberösterreich, Oberösterreichische Landesmuseen. Linz. 1380 S.
- GlobalSpec (2021): *Germination Chambers Information*. Hg. v. GlobalSpec - Engineering 360. Online verfügbar unter [https://www.globalspec.com/learnmore/labware\\_scientific\\_instruments/thermal\\_processing/germination\\_chambers](https://www.globalspec.com/learnmore/labware_scientific_instruments/thermal_processing/germination_chambers), zuletzt aktualisiert am 11.04.2021.
- Grabherr, G.; Reiter, K. (1995): *Die Erhaltung mitteleuropäischer Wiesen aus der Sicht des Naturschutzes. Expertentagung „Landwirtschaft und Naturschutz“*, S. 3–7.
- ILC Specialty Fertilizers (2021). Online verfügbar unter [https://icl-sf.com/de-de/products/ornamental\\_horticulture/2041-universol-blue/](https://icl-sf.com/de-de/products/ornamental_horticulture/2041-universol-blue/), zuletzt aktualisiert am 01.02.2021.
- Köchel, W. (2021): *Zusammensetzung TKS 1 Substrat*, 22.02.2021. WhatsApp Nachricht an Martin Schnuppe. Handy.
- Koelle, W. (2009): *Wasseranalysen - richtig beurteilt: Grundlagen, Parameter, Wassertypen, Inhaltsstoffe, Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung und EU-Trinkwasserrichtlinie*, Wiley-VCH. Hoboken. 442 S.
- Kranzinger Spezialerden-Erzeugung (2020): *Daten zum T8 Stecklingssubstrat*, 20.12.2020. Email an Martin Schnuppe.
- Krautzer, B.; Graiss, W. (2018): *Lassen Sie das Land aufblühen*, Fortschrittlicher Landwirt. September Ausgabe, 24-25 S.
- Krautzer, B.; Graiss, W.; Blaschka, A. (2020): *Prüfrichtlinie für die Zertifizierung und den Vertrieb von regionalen Wildgräsern und Wildkräutern nach "Gumpensteiner Herkunftszertifikat"*, HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Raumberg. 18 S.
- Moder, K. (2020): *Statistische Versuchsplanung - Übungen*. Vorlesungsunterlage Universität für Bodenkultur. Wien.

- Mohr, N. (2008): *Populationsbiologische Untersuchungen an Scabiosa ochroleuca auf Weinbergböschungen*. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Botanik. Online verfügbar unter [https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/download.php?dataset\\_id=7080&property\\_id=107](https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/download.php?dataset_id=7080&property_id=107), zuletzt geprüft am 06.04.2021.
- Naturlexikon Bayern (2021): [www.Naturlexikon-Bayern.de](http://www.Naturlexikon-Bayern.de). Online verfügbar unter <http://naturlexikon-bayern.de/lexikon/pflanzen/graeser/schillergraeser/>, zuletzt aktualisiert am 03.02.2021.
- Pötsch, E. M.; Graiss, W.; Resch, R.; Krautzer, B. (2013): *Grassland renovation by natural self-seeding*. 17th EGF Symposium "The role of grasslands in a green future – threats and perspectives in less favoured areas". Akureyri, Island, Grassland Science in Europe 2013 18, June 23-26, S. 490–492.
- Pötsch, E. Michael (2009): *Multifunktionalität und Bewirtschaftungsvielfalt im österreichischen Grünland*, Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Raumberg-Gumpenstein. 22 S.
- Pötsch, E. Michael; Mösslberger, S. (2010): *Befragung zur Thematik „Biodiversitätsflächen im Grünland“, Abschlussbericht gemäß Werkvertrag: BMLFUW-LE.1.3.7/0002-II/5/2010*. LFZ Raumberg-Gumpenstein. 33 S.
- Quickpot-Standardmaß* (2020). Online verfügbar unter <https://www.quickpot.de/quickpot-standardmass/>, zuletzt aktualisiert am 11.02.2020.
- RCoreTeam (2020): *R: A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Resch, R. (2016): *Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf Proteingehalt und Proteinertrag von Dauerwiesenfutter (Impact of utilization intensity on protein-content resp. protein-yield of forage)*. "Eiweißpflanzen - Strategien und Chancen für Landwirtschaft und Industrie", Bildungshaus Schloss Krastowitz, S. 179–181.
- Rewisa (2011): *Prüfrichtlinie für die Gewinnung und den Vertrieb von regionalen Wildgehölzen und Wildgehölzsamen*, Verein REWISA – Regionale Wildpflanzen und Samen. 19 S.
- Rothmaler, W.; Jäger, E. (2017): *Exkursionsflora von Deutschland*, Springer Spektrum. Berlin Heidelberg. 934 S.
- Schönfelder, I.; Schönfelder, P. (2011): *Das neue Handbuch der Heilpflanzen: Botanik, Arzneidrogen, Wirkstoffe, Anwendungen*, Kosmos. Stuttgart. 502 S.
- Seblad, O.; Seybold, S.; Philippi, G.; Wörz, A. (1996): *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 5: Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklasse Asteridae): Buddlejaceae bis Caprifoliaceae*, Eugen Ulmer. Stuttgart. 595 S.
- Seibold, S.; Gossner, M. M.; Simons, N. K.; Blüthgen, N.; Müller, J.; Ambarlı, D. et al. (2019): *Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers*. Nature 574 7780, S. 671–674. DOI: 10.1038/s41586-019-1684-3.

- Spohn, M.; Aichele, D.; Golte-Bechtle, M.; Spohn, R. (2008): *Was blüht denn da?*, Franckh-Kosmos Verlag. Stuttgart. 494 S.
- Suske, W. (2003): *Grünlandwirtschaft und Naturschutz – Symbiose oder Widerspruch. 9. Alpenländisches Expertenforum „Das österreichische Berggrünland – ein aktueller Situationsbericht mit Blick in die Zukunft“*, S. 25–27.
- Suske, W. (2019): *Ökologische Bewertung der Bewirtschaftung von Grünlandflächen hinsichtlich Nutzungsintensivierung und Nutzungsaufgabe. Evaluierungsstudie im Auftrag des BMNT*, Suske Consulting. Wien. 171 S.
- The European Scientist (2020): *Schlecht für Mensch und Umwelt: Die „Farm to Fork“-Strategie der EU*. Online verfügbar unter <https://www.europeanscientist.com/de/features-de/schlecht-fuer-mensch-und-umwelt-die-farm-to-fork-strategie-der-eu/>, zuletzt aktualisiert am 04.04.2021.
- Umweltbundesamt (2013): *Zehnter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich*, Umweltbundesamt. Wien. 288 S.
- Wolfsberger Stadtwerke (2021): *Wolfsberger Stadtwerke*. Online verfügbar unter [https://www.wolfsberger-stadtwerke.at/downloads.html?file=files/INHALTE/STADTWERKE/LEISTUNGEN/TRINKWASSER/Saualpe\\_Koralpe.pdf](https://www.wolfsberger-stadtwerke.at/downloads.html?file=files/INHALTE/STADTWERKE/LEISTUNGEN/TRINKWASSER/Saualpe_Koralpe.pdf), zuletzt aktualisiert am 02.02.2021.

## 7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Herkunftsdaten der sechs Wildpflanzen .....	15
Tabelle 2: Versuchsaufbau und Überblick über die Versuchsvarianten .....	16
Tabelle 3: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für das Gelbe Sonnenröschen .....	25
Tabelle 4: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für das Gelbe Sonnenröschen .....	26
Tabelle 5: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbauermine über alle Substrate) für das Gelbe Sonnenröschen .....	26
Tabelle 6: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbauermine) für das Gelbe Sonnenröschen .....	27
Tabelle 7: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Gelbe Skabiose .....	30
Tabelle 8: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Gelbe Skabiose.....	31
Tabelle 9: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbauermine über alle Substrate) für die Gelbe Skabiose .....	31
Tabelle 10: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbauermine) für die Gelbe Skabiose .....	32
Tabelle 11: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für den Feld-Thymian.....	35
Tabelle 12: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für den Feld-Thymian .....	36
Tabelle 13: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbauermine über alle Substrate) für den Feld-Thymian.....	36
Tabelle 14: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbauermine) für den Feld-Thymian.....	37
Tabelle 15: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Steppen-Kammschmiele .....	40
Tabelle 16: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Steppen-Kammschmiele.....	41

Tabelle 17: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbautermine über alle Substrate) für die Steppen-Kammschmiele .....	41
Tabelle 18: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbautermine) für die Steppen-Kammschmiele .....	42
Tabelle 19: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Glanz-Wiesenraute .....	45
Tabelle 20: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für die Glanz-Wiesenraute.....	46
Tabelle 21: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbautermine über alle Substrate) für die Glanz-Wiesenraute .....	46
Tabelle 22: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbautermine) für die Glanz-Wiesenraute .....	47
Tabelle 23: Keimlingsanzahl nach 33 Tagen (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für das Blaue Pfeifengras .....	50
Tabelle 24: Verwendbare Keimlinge (Mittelwert der sechs Platten zu je 77 Einzelzellen) für das Blaue Pfeifengras.....	51
Tabelle 25: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Anbautermine über alle Substrate) für das Blaue Pfeifengras .....	52
Tabelle 26: Oberirdische und unterirdische Biomasse in g/Pflanze (Mittelwert der Substrate über alle Anbautermine) für das Blaue Pfeifengras .....	52

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Keimverlauf für das Gelbe Sonnenröschen – Variante Torf mKK.....	23
Abbildung 2 Keimverlauf für das Gelbe Sonnenröschen – Variante T8 oKK .....	24
Abbildung 3 Keimverlauf für das Gelbe Sonnenröschen – Variante T8 mKK .....	24
Abbildung 4: Keimverlauf für die Gelbe Skabiose – Variante Torf mKK.....	28
Abbildung 5: Keimverlauf für die Gelbe Skabiose – Variante T8 oKK .....	29
Abbildung 6: Keimverlauf für die Gelbe Skabiose – Variante T8 mKK .....	29
Abbildung 7: Keimverlauf für den Feld-Thymian – Variante Torf mKK.....	33
Abbildung 8: Keimverlauf für den Feld-Thymian – Variante T8 oKK.....	34
Abbildung 9: Keimverlauf für den Feld-Thymian – Variante T8 mKK.....	34

Abbildung 10: Keimverlauf für die Steppen-Kammschmiele – Variante Torf mKK .....	38
Abbildung 11: Keimverlauf für die Steppen-Kammschmiele – Variante T8 oKK .....	39
Abbildung 12: Keimverlauf für die Steppen-Kammschmiele – Variante T8 mKK .....	39
Abbildung 13: Keimverlauf für die Glanz Wiesenraute – Variante T8 mKü mKK .....	43
Abbildung 14: Keimverlauf für die Glanz Wiesenraute – Variante T8 mKü oKK .....	44
Abbildung 15: Keimverlauf für die Glanz Wiesenraute – Variante T8 oKü mKK .....	44
Abbildung 16: Keimverlauf für das Blaue Pfeifengras – Variante T8 mKü mKK .....	48
Abbildung 17: Keimverlauf für das Blaue Pfeifengras – Variante T8 mKü oKK .....	49
Abbildung 18: Keimverlauf für das Blaue Pfeifengras – Variante T8 oKü mKK .....	49

## 9 Bilderverzeichnis

Bild 1: Gelbes Sonnenröschen im Versuch .....	9
Bild 2: Gelbe Skabiose im Versuch .....	10
Bild 3: Feld-Thymian im Versuch .....	11
Bild 4: Steppen-Kammschmiele im Versuch .....	12
Bild 5: Glanz-Wiesenraute in Versuch .....	13
Bild 6: Blaues Pfeifengras im Versuch .....	14
Bild 7: Temperierschrank in Gumpenstein mit den Quickpotplatten .....	17
Bild 8: Zum Trocknen aufbereitete Pflanzen .....	21