

LIBBIO

Möglichkeiten zum Anbau und der Verwertung der Andenlupine auf unterschiedlichen Standorten im humiden Klimagebiet Österreichs



Abschlussbericht LIBBIO

Projekt Nr. 101215/1

Möglichkeiten zum Anbau und der Verwertung der Andenlupine auf unterschiedlichen Standorten im humiden Klimagebiet Österreichs

Possibilities for growing and utilisation of the Andean lupin on different locations in the humid climatic regions of Austria

Projektleitung:

DI Waltraud Hein, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Daniela Ablinger MSc, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektpartner:

14 Institutionen und Firmen in 8 europäischen Ländern im EU-Projekt „LIBBIO“ (Grant Agreement No 720726), finanziert von der BBI im Rahmen des Horizon 2020 Research and Innovation Programme der EU

Projektlaufzeit:

2016 – 2020 (2021)

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at

Autorinnen: DI Waltraud Hein und Daniela Ablinger MSc.

Fotonachweis: die Autoren

Irdning-Donnersbachtal, 2021.

Copyright und Haftung: Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at.

Inhalt

Tabellenverzeichnis.....	40
Abbildungsverzeichnis	41
1 Einleitung	5
2 Methoden.....	7
2.1 Standorte	7
2.2 Jahre	8
2.3 Sorten/Herkünfte	9
2.4 Feldversuche	11
3 Ergebnisse.....	14
3.1 Pflanzenbauliche Entwicklung.....	14
3.1.1 Keimung.....	14
3.1.2 Blühbeginn.....	16
3.1.3 Erträge	17
5 Diskussion	35
Literaturverzeichnis	42

Abschlussbericht

In diesem Abschlussbericht wird eine Zusammenfassung aller Forschungsarbeiten vorgelegt, welche im Rahmen des nationalen Projektes Nr. 101215/1 durchgeführt wurden. Das ursprünglich geplante Ende des EU-Projektes mit September 2020 musste wegen der Corona-Pandemie um 6 Monate verlängert und somit auf März 2021 verlegt werden, weil verschiedene Forschungsaktivitäten bis zu diesem Zeitpunkt auf Grund des Lockdowns im Frühjahr noch nicht durchgeführt werden konnten. Deshalb kann auch das nationale Projekt erst mit einer sechsmonatigen Verspätung abgeschlossen werden.

1 Einleitung

Die Andenlupine (*Lupinus mutabilis*) stammt aus Südamerika und ist eine einjährige Leguminose mit einem hohen Protein- und Ölgehalt. Bis vor kurzem war die Andenlupine in Mitteleuropa noch fast unbekannt; hier wurden hauptsächlich Blaue und Weiße Süßlupinen angebaut. Deren Verbreitung in Europa war bis zu den 90-er Jahren doch recht umfangreich, dann wurden diese Pflanzen stark von einer Pilzkrankung namens Anthraknose befallen, was zu einem extremen Rückgang der Anbauflächen, bis hin zum völligen Verschwinden führte. Erst durch enorme Bemühungen der Pflanzenzüchter gelang es, im Hinblick auf diese Pilzkrankung tolerante Sorten von Blauen Süßlupinen zu züchten und in den letzten Jahren kamen tolerante Sorten von Weißen Süßlupinen dazu.

Während in Deutschland der Anbau der Süßlupinen weit verbreitet ist, und da vor allem in den ehemaligen Bundesländern der früheren DDR, wo es auf Grund der Standortbedingungen schwer möglich ist, Sojabohnen anzubauen, hat der Anbau von Süßlupinen in Österreich so gut wie keine Bedeutung. Nicht einmal auf den dafür bestens geeigneten Flächen auf Grund der sauren pH-Werte in den Böden im Mühl- und Waldviertel haben Süßlupinen bei den Landwirten Eingang gefunden. In Österreich ist die Konkurrenz durch Sojabohnen wesentlich größer, vor allem auch, weil inzwischen für fast alle Ackerbauggebiete Sojabohnen in verschiedenen Reifegruppen erhältlich sind. Bei einem derart großen Angebot an verfügbaren Sorten von Sojabohnen greifen fast alle Landwirte zu diesen, weil auch die Kornerträge von Sojabohnen unter vergleichbaren Bedingungen im Normalfall höher sind als bei Süßlupinen, selbst, wenn es auch bei diesen Kulturpflanzen starke jährliche Ertragsschwankungen gibt. Besonders biologisch wirtschaftende Landwirte verwenden schon aus Gründen der Unkrautkonkurrenz keine Süßlupinen, weil deren Pflanzenbestand aus relativ kleinen Pflanzen besteht, die nur einen schwachen Blattapparat haben. Sojabohnen brauchen zwar normalerweise im Frühjahr länger, bis sich ein entsprechender Pflanzenbestand gebildet hat, aber ab dem Reihenschluss lassen die Pflanzen mit einer doch recht umfangreichen Blattmasse nicht mehr jedes Unkraut aufkommen. Diese Tatsache kennzeichnet recht deutlich den großen Unterschied zwischen Süßlupinen und Sojabohnen am Feld.

Betrachtet man die Anbauflächen von Süßlupinen und Sojabohnen in Österreich, so wird diese Diskrepanz durch die Zahlen sehr deutlich. Während im Jahr 2019 239 ha Süßlupinen in ganz Österreich angebaut wurden, waren es bei den Sojabohnen immerhin 69.207 ha, fast 300-mal so viel wie Süßlupinen laut Grünem Bericht (BMLRT, 2020). Damit hat die Anbaufläche der Sojabohne in Österreich mittlerweile diejenige einiger Getreidearten wie Roggen, Sommergerste oder Hafer bei weitem übertroffen.

Ein weiterer Faktor, der eher für den Anbau von Sojabohnen spricht, ist eine empfohlene Anbaupause bei Süßlupinen, die mindestens 4-5, besser 5-7 Jahre betragen soll (BÖHM et al. 2020), während Sojabohnen als begrenzt selbstverträglich gelten. Trotzdem empfehlen Experten, auch bei Sojabohnen Anbaupausen bis zu drei Jahren einzuhalten, damit sich gewisse bodenbürtige Schaderreger wie *Sklerotinia spp.* oder *Rhizoctinia spp.* nicht unnötig als Fruchtfolgekrankheiten verbreiten können (IMGRABEN und RECKNAGEL, 2010).

Ein Vorteil, den die Andenlupine gegenüber der Sojabohne vorzuweisen hat, ist deren kräftige Pfahlwurzel, mit der sie Pflanzennährstoffe aus tieferen Bodenschichten erschließen oder Bodenverdichtungen aufbrechen und auf mageren Böden wachsen kann. Hingegen werden für Sojabohnen lockere und leicht erwärmbare Böden mit guter Struktur und einer hohen Wasserkapazität empfohlen. Auf diese Weise könnten durchaus Böden, die derzeit brachliegen, durch die Bepflanzung mit Andenlupinen danach wieder für anspruchsvollere Kulturpflanzen verwendet werden. Möglicherweise könnten dadurch sogar Flächen wieder in die landwirtschaftliche Produktion genommen werden, die jetzt als Industriebrachen gar nicht genutzt werden.

In diesem Projekt ging es um die Prüfung der Anbaueignung von Andenlupinen in Österreich generell, sowie um deren pflanzenbauliche Entwicklung, den möglichen Ertrag, Krankheits- und Schädlingsbefall sowie die Möglichkeiten der Verwertung dieser Pflanze. Nachdem es bis zu diesem Projekt keine Informationen zum Anbau der Andenlupine in Österreich gegeben hat, mussten erste Erfahrungen aus diesem Forschungsprojekt gewonnen werden.

2 Methoden

2.1 Standorte

Um den Anbau der Andenlupine auf verschiedenen Standorten im humiden Klimagebiet Österreichs prüfen zu können, wurden an zwei Standorten der HBLFA Raumberg-Gumpenstein Feldversuche mit dieser bislang unbekanntem Leguminose angelegt.

Ein Standort war die Außenstelle Lambach – Stadl-Paura, welche im oberösterreichischen Voralpengebiet im Bezirk Wels-Land liegt. Der andere Standort war Trautenfels, das befindet sich im steirischen Ennstal im Bezirk Liezen und wird somit dem alpinen Klimagebiet zugeordnet. Während Lambach–Stadl-Paura in einem typischen Ackerbauggebiet liegt, gehört der Standort Trautenfels zu einem typischen Grünlandgebiet mit Milchviehhaltung. Allerdings erlauben die ebenen Flächen am Talboden durchaus auch eine ackerbauliche Nutzung mit Kulturpflanzen, die für dieses Klimagebiet geeignet sind. Die beiden Standorte sind durch folgende Klimadaten gekennzeichnet:

Lambach – Stadl-Paura: Seehöhe 366 m, 894 mm jährlicher Niederschlag, 10,2 °C Durchschnittstemperatur (siehe Abbildung 1):

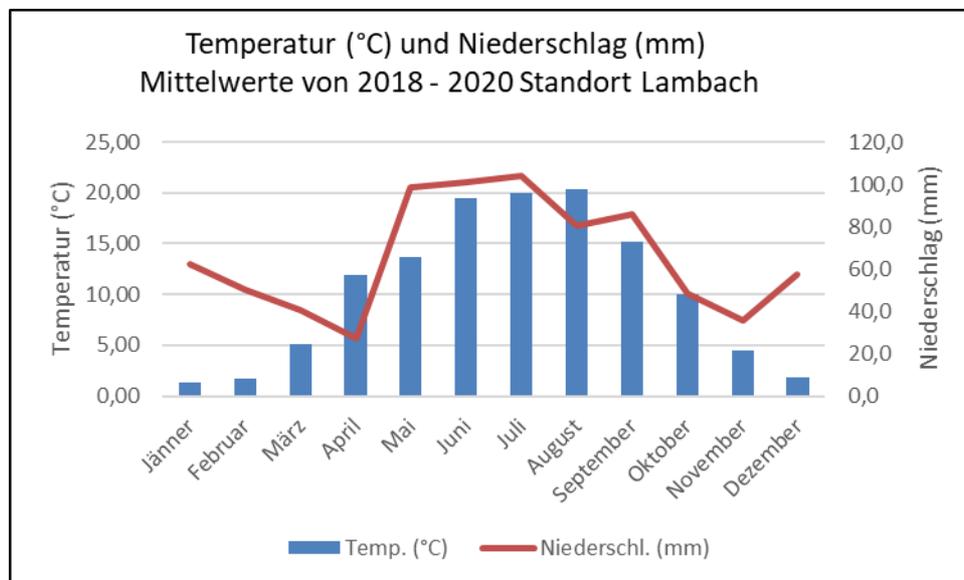


Abbildung 1: Durchschnittliche Temperatur (°C) und Niederschlag (mm) von 2018 bis 2020 am Standort Lambach

Trautenfels: 680 m Seehöhe, 1.055 mm jährlicher Niederschlag, 8,3 °C Durchschnittstemperatur (siehe Abbildung 2):

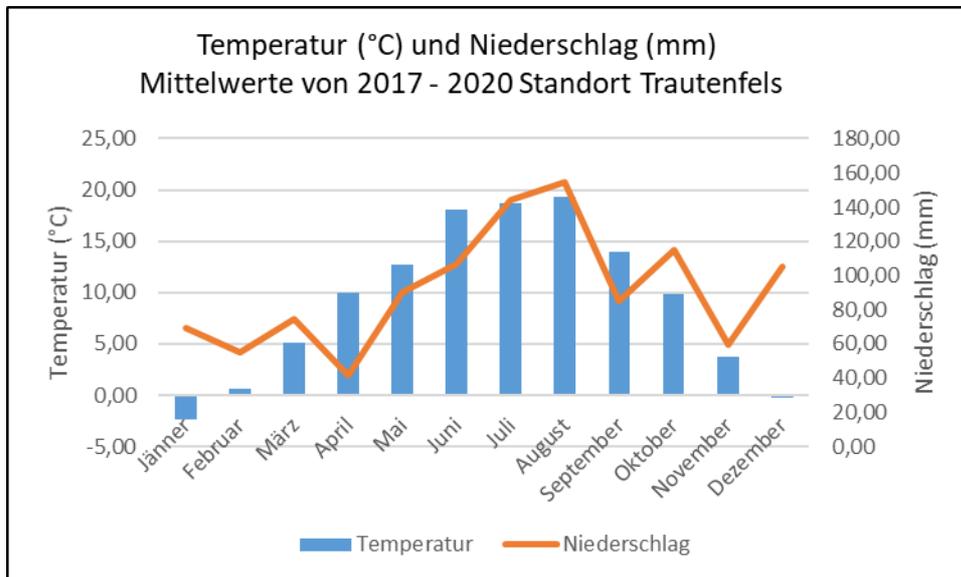


Abbildung 2: Durchschnittliche Temperatur (°C) und Niederschlag (mm) von 2017 bis 2020 am Standort Trautenfels

Allerdings wurden am Standort Lambach – Stadl-Paura die Feldversuche auf zwei Böden mit unterschiedlicher Qualität angelegt. Lambach mit dem Marktfeld verfügt über relativ tiefgründige Böden, die aus kalkfreier pseudovergleyter Parabraunerde bestehen. In Stadl-Paura bestehen die Böden im Wesentlichen aus kalkhaltiger Pararendsina mit einem wechselndem Grobgemengeanteil. Am Standort Trautenfels waren die verwendeten Böden entweder Felsbraunerde oder Grauer Auboden.

Damit wurde der Intention des EU-Projektes weitgehend entsprochen, verschiedene Böden, und hier vor allem magere Böden als Grundlage für dieses Projekt heranzuziehen. Außerdem wurden Versuche in verschiedenen Klimaregionen wie im alpinen Gebiet und im Voralpengebiet angelegt.

2.2 Jahre

Der Start des EU-Projektes erfolgte im Oktober 2016. Dieser Zeitpunkt war für die nördlichen und mitteleuropäischen Länder, die an diesem EU-Projekt beteiligt waren, kein günstiger. In den südlichen europäischen Ländern wurde im Herbst 2016 mit dem Anbau der ersten

pflanzenbaulichen Versuche gestartet; die nördlichen Länder mussten auf das Frühjahr 2017 mit dem Anbau der ersten Versuche warten.

In den Jahren 2017, 2018, 2019 und 2020 wurden die Versuche nach demselben Schema angelegt: in Griechenland, Portugal und Spanien jeweils im Herbst; in Holland, Rumänien, Österreich und Island jeweils im Frühjahr des darauffolgenden Jahres.

Das bedeutet aber auch, dass bei einem Abschluss des Projektes zum geplanten Projektende mit September 2020 von den mittel- und nordeuropäischen Ländern noch gar nicht alle Ertragsdaten aus dem laufenden Vegetationsjahr vorgelegen wären, was durch die Verlängerung der Projektdauer aber doch möglich ist.

2.3 Sorten/Herkünfte

Im ersten Versuchsjahr standen 21 verschiedene Herkünfte von Andenlupinen zur Verfügung. Das Problem war die geringe Saatgutmenge bei manchen Herkünften; von den meisten Herkünften standen 200 Körner zur Verfügung, von einigen nur 125, von einer anderen nur 129. Bei 5 Herkünften lag die verfügbare Menge an Samenkörnern bei 500. Mit diesen geringen Mengen war es schwierig, einen Versuch zu konzipieren, der mehr als zwei Wiederholungen aufweisen konnte.

Im zweiten Versuchsjahr wurde die Anzahl an Herkünften auf insgesamt 4 reduziert; dafür stand schon etwas mehr Saatgut zur Verfügung, sodass die Sortenversuche mit der Parzellensämaschine in kleineren Parzellen als bei anderen Kulturen angelegt wurden.

Auch in den Jahren 2019 und 2020 wurden wieder dieselben 4 Herkünfte wie 2018 angebaut, wobei sich die Saatgutmenge pro Herkunft in diesen beiden Jahren schon in einer brauchbaren Größenordnung für Feldversuche bewegte, auch in kleineren Parzellen.

Tabelle 1 bringt eine Übersicht über die Herkünfte und Saatgutmengen im Jahr 2017.

Tabelle 1: Herkünfte und Saatgutmengen der Andenlupinen im Jahr 2017

Bezeichnung	Anz. Körner	Gewicht (g)	TKG (g)
LIB200	218	40,53	185,92
LIB201	205	32,11	156,63
LIB202	213	41,96	197,0
LIB203	201	33,9	168,66
LIB204	129	23,46	181,86
LIB207	201	33,58	167,06
LIB208	202	35,27	174,6
LIB209	204	21,85	107,11
LIB210	209	39,68	189,86
LIB211	200	41,72	208,6
LIB205	213	43,81	205,68
LIB212	232	32,96	142,07
LIB213	211	35,18	166,73
LIB214	158	32,82	207,72
LIB218	121	18,39	147,12
LIB217	218	42,2	193,58
LIB219	500	75,0	150,0
LIB220	500	115,0	230,0
LIB221	500	95,0	190,0
LIB222	500	50,0	100,0
LIB223	3954	1000,0	252,9

Die letzten vier der in Tabelle 1 angeführten Saatgutherkünfte (LIB220, LIB221, LIB222 und LIB223) wurden in den folgenden drei Jahren wieder angebaut. Zum Vergleich standen jeweils eine Blaue und Weiße Süßlupine sowie bis auf 2018 eine Ackerbohnsorte im Versuch. Das waren im Jahr 2017 folgende Sorten: Feodora bei der Weißen Lupine, Tango bei der Blauen Lupine und Julia bei der Ackerbohne.

Tabelle 2 bringt die jeweils verfügbaren Saatgutmengen der Jahre 2018 -2020.

Tabelle 2: Verfügbare Saatgutmengen in Anzahl Körnern und Gewicht(g) 2018 -2020

Bezeichnung	2018		2019		2020	
	Anz. Körner	Gewicht (g)	Anz. Körner	Gewicht (g)	Anz. Körner	Gewicht (g)
LIB220	5.780	1.000	3.000	500	16.578	3.100
LIB221	19.700	3.500	10.200	1.352	12.572	2.200
LIB222	3.867	300	3.000	255	14.736	1.400
LIB223	19.775	5.000	41.168	10.400	8.714	2.100

Im Jahr 2018 waren es folgende Vergleichssorten: Nelly bei der Weißen Lupine und Tango bei der Blauen Lupine. In den Jahren 2019 und 2020 waren es folgende Vergleichssorten: Nelly bei der Weißen Lupine, Tango bei der Blauen Lupine und Gloria bei der Ackerbohne. Der Anbau der Lupinen erfolgte stets mit entsprechenden Rhizobienstämmen, das waren *Bradyrhizobium sp. Lupini*, im Handel erhältlich als Hi-stick.

2.4 Feldversuche

Im Jahr 2017 konnte auf Grund der geringen Saatgutverfügbarkeit nur ein einziger Sortenversuch mit allen 21 Herkünften am Standort Stadl-Paura angelegt werden. Die Schwierigkeit war jedoch, die vorhandene Saatgutmenge möglichst so einzuteilen, dass ein Versuch in mehreren Wiederholungen angelegt werden konnte. Da bei dieser geringen Saatgutmenge der Versuch nur händisch anzubauen war, wurde ein Versuchsdesign entwickelt, wo pro Herkunft die geringste vorhandene Saatgutmenge auch ausreichte. Hier wurden bei einer Saatstärke von 14 Körnern/m² Parzellen zu je 2,8m² angelegt, wobei jeweils 4 Reihen mit einem Reihenabstand von 35 cm und je 10 Körnern pro Reihe erfolgte. Somit wurden pro Parzelle 40 Körner per Hand angesät. Zwischen die einzelnen Parzellen der Andenlupinen wurde jeweils eine Sämaschinspur mit Hafer gesät, sowohl längs als auch quer, was sich im Laufe der Vegetationsperiode als günstig erwies (siehe Versuchsplan 2017 in Abb. 3)

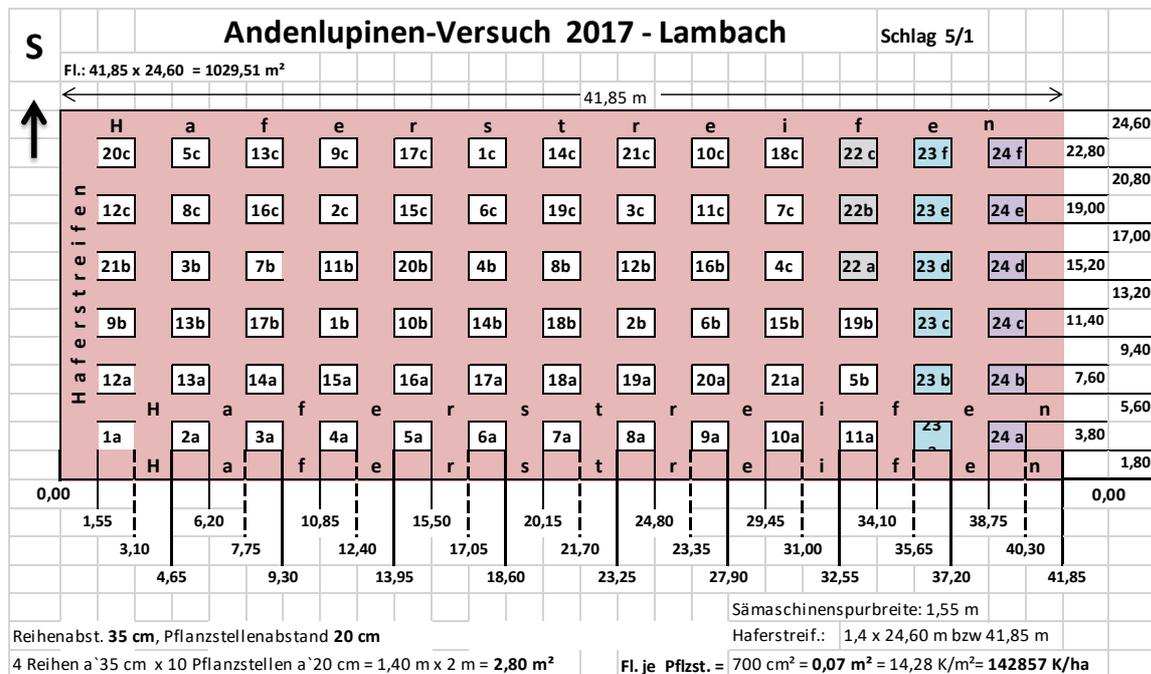


Abbildung 3: Parzellenplan 2017 für Lambach samt Abmessungen am Feld

Von einer einzigen Herkunft gab es schon im Jahr 2017 deutlich mehr Saatgut, deshalb wurden davon noch zwei Saatstärkenversuche in Lambach und Stadl-Paura angelegt, was mit der Parzellensämaschine erfolgte. Weil es aber in diesen beiden Versuchen keine Zwischenspuren mit Getreide gab, konnten später wegen einer totalen Lagerung dieser Pflanzenbestände und zusätzlich extrem starker Verunkrautung keine Erntefeststellungen gemacht werden. Diese Parzellen dienten hauptsächlich der Probenahme für chemische Analysen und der pflanzenbaulichen Entwicklung während der Vegetationsperiode.

Da es auch von Interesse war, wie sich die Andenlupine am alpinen Standort in Trautenfels entwickeln würde, wurde aus den Saatgutresten, sofern welche vorhanden waren, eine Art Tastversuch in Trautenfels im Schaugarten angelegt. Diese Parzellen hatten nur eine Größe von 1,82 m² mit jeweils 2 Reihen, aber eben nicht mehr von allen Herkünften, es gab nur mehr 19 Herkünfte von Andenlupinen und zum Vergleich die Blaue und Weiße Süßlupine.

Im Jahr 2018 wurden nur mehr 4 Herkünfte für die Andenlupinenversuche verwendet, es stand etwas mehr Saatgut als 2017 zur Verfügung. Deshalb wurden an beiden klimatisch unterschiedlichen Standorten dieselben Versuche mit der Parzellensämaschine auf 7 m²-Parzellen angelegt. Das umfasste jeweils einen Sortenversuch mit diesen 4 Herkünften von Andenlupinen und zum Vergleich je eine Sorte von Blauer und Weißer Süßlupine. Allerdings wurden diese Sortenversuche im Jahr 2018 in zwei unterschiedlichen Varianten durchgeführt, einmal mit Rhizobium und einmal ohne. Am Standort Stadl-Paura wurden noch zusätzlich je ein Saatstärkenversuch angelegt sowie Parzellen für einen Hackversuch, ebenso wurde an allen Standorten ein zweiter Saatzeitpunkt angestrebt, um die pflanzenbauliche Entwicklung der Andenlupine bei einem deutlich späteren Saatzeitpunkt beobachten zu können. Diese Zusatzversuche wurden auch am Standort Trautenfels durchgeführt, am Standort Lambach wurde aus Platzgründen kein Saatstärkenversuch angelegt. Ebenfalls aus Platzgründen wurde im Jahr 2018 auf eine Getreidezwischenspur verzichtet, was sich schlussendlich im Hinblick auf die starke Lagerung der Andenlupinen als äußerst ungünstig erwies.

Im Jahr 2019 stand wieder etwas mehr Saatgut der vier Herkünfte zur Verfügung, was auch die Anlage der Versuche mit der Parzellensämaschine erlaubte, allerdings betrug die Parzellengröße jeweils 7 m² zur Anlage und 6,3 m² zur Auswertung. Es wurden wieder je ein Sortenversuch mit 4 Herkünften der Andenlupinen und zum Vergleich je eine Sorte von Blauer und Weißer Süßlupine sowie eine Ackerbohnenart angelegt. Im Jahr 2019 wurde wieder auf die bewährte Trennung der Andenlupinenspuren mit je einer Getreidespur zurückgegriffen, was sich sehr positiv auf alle Schritte zur Probennahme sowie zur Ernte auswirkte. Zusätzlich wurden sowohl an den beiden oberösterreichischen Standorten je ein Saatstärkenversuch angelegt sowie an allen drei Standorten je ein Hackversuch. Der Hackversuch sollte dazu

dienen, Erfahrungswerte zur Hackeignung der Andenlupinen, bzw. über deren Beschädigungsausmaß zu verschiedenen Zeitpunkten zu sammeln.

Im Jahr 2020 wurden wieder dieselben Versuche wie im Jahr 2019 angelegt, erneut mit einer Getreidetrennspur zwischen allen Andenlupinenspuren. Da im Jahr 2020 von allen 4 Herkünften genügend Saatgut zur Verfügung stand, konnten an allen Standorten sogenannte Zusatzparzellen angelegt werden, aus denen während der Vegetationsperiode Pflanzenproben zur Bestimmung der ober- und unterirdischen Biomasse entnommen wurden. Auch für einen Saatstärkenversuch am Standort Trautenfels war im letzten Versuchsjahr genügend Saatgut vorhanden.

3 Ergebnisse

3.1 Pflanzenbauliche Entwicklung

3.1.1 Keimung

Im ersten Versuchsjahr gab es zunächst noch keine Erfahrung mit der Andenlupine, weder, was den optimalen Anbauzeitpunkt betraf, noch die pflanzenbauliche Entwicklung während der Vegetationsperiode unter den gegebenen klimatischen Bedingungen, wie die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern einzuschätzen sei und ob die Andenlupine anfällig gegenüber Anthraknose, verursacht durch den Pilz namens *Colletotrichum lupini* sei.

Der erste Versuchsanbau erfolgte Mitte April 2017 bei besten äußerlichen Bedingungen am Standort Stadl-Paura. Leider kam es in der zweiten Aprilhälfte zu einem Spätwintereinbruch mit Schneefall bis in tiefe Lagen und Kälte. Kollegen aus dem EU-Projekt hatten Informationen, dass die Andenlupine im Keimlingsstadium besonders empfindlich auf Kälte reagiert, deshalb wurde der gesamte Versuch mit einem Vlies abgedeckt, welches erst Anfang Mai abgenommen wurde. Entgegen den Erwartungen waren aber beim Abnehmen des Vlieses so gut wie keine Keimpflanzen zu sehen, was allerdings mit der schlechten Saatgutqualität aller Andenlupinenherkünfte zu tun hatte. Im Vergleich dazu hatten weder die Blaue, noch die Weiße Süßlupine Probleme beim Aufgang. Eine erste Zählung der Keimpflanzen war ernüchternd, 2 Herkünfte keimten gar nicht, bei 4 weiteren gingen in den drei Wiederholungen zusammen nicht mehr als 2 Pflanzen auf und selbst bei den besten Herkünften lagen die Keimraten nur zwischen 25 und 40 %.

Die weitere pflanzenbauliche Entwicklung erfolgte mit der Ausbildung der Blätter, Knospen und Blüten soweit normal, auch die ersten Hülsen wurden gebildet. Durch eine Trockenperiode im Juli 2017 fielen die meisten reifen Hülsen ab, erst nach Regenfällen im August wurden neue Hülsen gebildet. Was sich aber bald herausstellte, war die Tatsache, dass die Andenlupinen laufend neue Triebe an den Verzweigungen entwickelten, woraus sich wiederum Blätter, Knospen und Blüten bildeten. Speziell an der Herkunft LIB223 zeigte sich das sehr deutlich; allerdings reiften bei dieser Herkunft im ersten Jahr die Hülsen nicht ab, sie blieben grün, dafür aber produzierte diese Herkunft eine besondere Fülle an Blattmasse, aber auch an Knospen und Blüten und extrem dicke Stängel, was wiederum mit der schlechten Keimrate und damit verbunden nur sehr wenigen Pflanzen pro m² in Zusammenhang stand.

Nachdem am Standort Trautenfels die Saatgutreste Mitte Mai 2017 gesät worden waren, erfolgte der Aufgang der Pflanzen innerhalb der nächsten 8 Tage, aber auch nur mit vereinzelt Pflanzen. Bei 5 von 19 Herkünften ging kein einziges Samenkorn auf, die Keimraten lagen zwischen 4 und 46 % und bei zwei weiteren Herkünften verschwanden die

zwei aufgelaufenen Keimpflanzen bis Anfang August wieder, mit ausgelöst durch ein schweres Gewitter mit Starkregen und Sturm.

Im Jahr 2018 wurde der Anbau nicht so früh vorgenommen, um nicht wieder den gesamten Versuch mit einem Vlies abdecken zu müssen. In Lambach und Stadl-Paura erfolgte der Anbau Anfang Mai, am Standort Trautenfels rund eine Woche später. Auch wenn im zweiten Jahr die Anzahl der Andenlupinen-Herkünfte stark reduziert war, auf nur mehr insgesamt 4, gab es dieselben Probleme wie im Jahr davor mit dem Aufgang der Pflanzen. Die Saatgutqualität war wieder mangelhaft, weshalb die Keimrate sehr gering war. In Lambach – Stadl-Paura betrug diese zwischen 1 und 58 %, in Trautenfels zwischen 6 und 15 %. Das hatte eine starke Verunkrautung zur Folge, was besonders bei großwüchsigen Unkrautpflanzen, wie *Chenopodium album* und *Amaranthus retroflexus* zum Problem wurde, weil diese Pflanzen die Andenlupinenkeimlinge total überwucherten. Dadurch blieben die Andenlupinen klein und meist wurden sie auch chlorotisch. Beim Ausreißen der Unkrautpflanzen passierte es immer wieder, dass Andenlupinenpflanzen zur Gänze mit ausgerissen wurden oder nur halb. Aber diese Andenlupinen erholten sich in der Folge nicht mehr, sobald sie irgendwie beschädigt waren. Daran scheiterte auch das Durchfahren mit einer Hacke beim Hackversuch in Stadl-Paura, weil da die meisten Andenlupinenpflanzen automatisch mit den Unkrautpflanzen entfernt worden wären.

Von der weiteren pflanzenbaulichen Entwicklung verlief das zweite Jahr insofern besser, als nicht die zuerst gebildeten Hülsen alle wegen Trockenheit abfielen. Allerdings erwies sich der zweite Anbauzeitpunkt im Hinblick auf die Verunkrautung als äußerst problematisch. Wegen eines eher feuchten Frühjahrs konnte nicht zum optimalen Zeitpunkt mit dem Striegel durchgefahren werden und so entwickelten sich die Unkrautpflanzen rasch und in Massen, dass sie später gar nicht mehr bewältigt werden konnten. Deshalb wurde der zweite Saatzeitpunkt nicht weiter beobachtet und bearbeitet, sondern wurde in jedem Fall gemulcht.

Der Anbau im Jahr 2019 erfolgte stark zeitverzögert, weil der Mai extrem feucht war und deshalb lange keine Bodenbearbeitung zuließ. Am Standort Trautenfels konnten die Versuche erst am 24. Mai und in Lambach – Stadl-Paura erst Anfang Juni 2019 angelegt werden. Im Jahr 2019 stand das erste Mal gute Saatgutqualität zur Verfügung, was sich besonders am Standort Trautenfels zeigte. Der Aufgang der Pflanzen konnte schon nach 8 Tagen beobachtet werden. Dort betrug die Keimrate zwischen 60 und 93 %, in Lambach zwischen 45 und 80 % und in Stadl-Paura zwischen 35 und 65 %. Daraus entwickelte sich in Trautenfels ein relativ dichter Pflanzenbestand. In Lambach und Stadl-Paura bewirkte die gleich danach einsetzende Trockenheit wiederum einen Ausfall von Samenkörnern, die wegen zu geringer Feuchtigkeit nicht keimen konnten. Beim Hackversuch am Standort Trautenfels lag die Keimrate sogar über

100 %, was bei einer Drillsaat möglich ist. Auf die weitere Pflanzenentwicklung wirkte sich der späte Anbauzeitpunkt in keiner Weise aus.

Im Jahr 2020 wurde der Anbau wieder Anfang Mai durchgeführt, an allen Standorten, der Aufgang konnte rund 14 Tage später beobachtet werden, die Zählung der aufgegangenen Pflanzen erfolgte nach rund 3 Wochen. Die Keimrate am Standort Trautenfels lag zwischen 77 und 90 %, während sie in Lambach zwischen 88 und 103 % betrug. Die Andenlupinenpflanzen in Stadl-Paura wiesen wiederum deutliche Anzeichen von Chlorose auf, wie an den gelben Blättern zu sehen war, was sich mit dem Kalkgehalt des Bodens erklären lässt.

3.1.2 Blühbeginn

Die Anzahl der Tage von der Aussaat bis zum Blühbeginn waren je nach Herkunft der Andenlupinen unterschiedlich. Im Jahr 2017 zeigte die früheste Herkunft am Standort Stadl-Paura die ersten Blüten 64 Tage nach der Aussaat, die späteste erst nach 84 Tagen. Am Standort Trautenfels betrug die Dauer bis zur ersten Blüte 54 Tage bei den frühesten Herkünften, bei LIB223 erschienen erst im September die ersten Blüten. Dafür blieben aber die Andenlupinen bis Mitte November, bis zum ersten Frost, gleich im Aussehen; wobei Knospen, Blüten und Hülsen in allen Entwicklungsstadien gleichzeitig auf einem Stängel zu finden waren.

Im Jahr 2018 dauerte es am Standort Trautenfels 79 Tage von der Saat bis zur Blüte bei der frühesten Herkunft, das ist in jedem Fall LIB221. Bei der spätesten betrug die Dauer bis zur ersten Blüte 93 Tage, das war bei LIB223. Allerdings wurden im Jahr 2018 alle Andenlupinenpflanzen Ende September durch einen Frühfrost so geschädigt, dass der gesamte Versuch innerhalb der nächsten Tage mit allen nötigen Probenahmen und Wiegen vom Feld entfernt wurde.

Nach der extrem späten Aussaat im Jahr 2019 dauerte es am Standort Lambach 54 Tage von der Aussaat bis zur Blütenbildung bei der frühesten Herkunft und 72 Tage bei der spätesten Herkunft. Am Standort Trautenfels betrug die Dauer von der Aussaat bis zur Blüte der frühesten Herkunft nur 46 Tage und bei der spätesten 65 Tage, das war in diesem Fall LIB220.

Im Jahr 2020 konnte die früheste Blüte wieder bei der Herkunft LIB221 beobachtet werden, und zwar 57 Tage nach der Aussaat und 70 Tage bei der spätesten Herkunft, das war LIB220.

3.1.3 Erträge

Bei der Feststellung der Erträge ist bei diesem Projekt grundsätzlich zwischen Kornertrag und Biomasse-Ertrag zu unterscheiden. Der Kornertrag kann bislang nur durch händische Ernte bewerkstelligt werden, weil die Andenlupinenpflanzen bis zum ersten Frost nie abreifen, sondern immer verschiedene Formen von Vegetationsstadien auf einer einzigen Pflanze vertreten haben, wie Knospen, Blüten, Hülsen und Blätter. In Südamerika, wo die Andenlupine heimisch ist, spielt das keine Rolle; dort findet der Anbau in so kleinstrukturierten Betrieben statt, dass die händische Ernte kein Hindernis darstellt. Sofern aber in Mitteleuropa an einen großflächigen Anbau gedacht ist, müssten diese Pflanzen auch gleichzeitiger abreifen, damit sie mit dem Mährescher geerntet werden können, wie das in den südeuropäischen Ländern durch die Trockenheit der Fall ist.

Deshalb wurden die reifen Hülsen an den Standorten Lambach, Stadl-Paura und Trautenfels jeweils zu verschiedenen Terminen händisch abgepflückt und in Papiersäckchen aufbewahrt. Zu einem späteren Zeitpunkt wurden dann alle Erntesäckchen aufgearbeitet, wobei eine Zählung und Wiegung aller Hülsen erfolgte und nach dem Entfernen der Hülsen wurden nur die Körner gewogen. Im Jahr 2019 wurden die Ernteproben vom Standort Trautenfels noch detaillierter untersucht, vor allem auch, weil der Hülsenansatz in diesem Jahr sehr gut war.

Im Jahr 2020 war es auf Grund des Befalls mit Anthraknose äußerst schwierig, die Hülsen ernten und weiter aufarbeiten zu können. Die meisten Hülsen zeigten typische Einschnürungen, Flecken und dementsprechend auch verkümmerte oder verschrumpelte Körner. Manche Hülsen waren teilweise schimmelig und wiesen verschiedene andere Beeinträchtigungen auf.

Kornerträge

Die Kornerträge aus dem Jahr 2017 waren bescheiden, was bei den geringen Keimraten nicht anders zu erwarten war, die Erträge schwankten zwischen 2,4 und 161 kg/ha am Standort Stadl-Paura und zwischen 8,8 und 168 kg/ha am Standort Trautenfels. Die beiden Vergleichsarten Weiße und Blaue Süßlupine haben am Standort Lambach doch die höchsten Kornerträge absolut gebracht, für den Standort Trautenfels war die Weiße Süßlupine zu spät

reif, dass die Körner nicht für eine Ernte geeignet waren. Die Blaue Süßlupine konnte am Standort Trautenfels den höchsten absoluten Kornertrag mit 278 kg/ha erzielen.

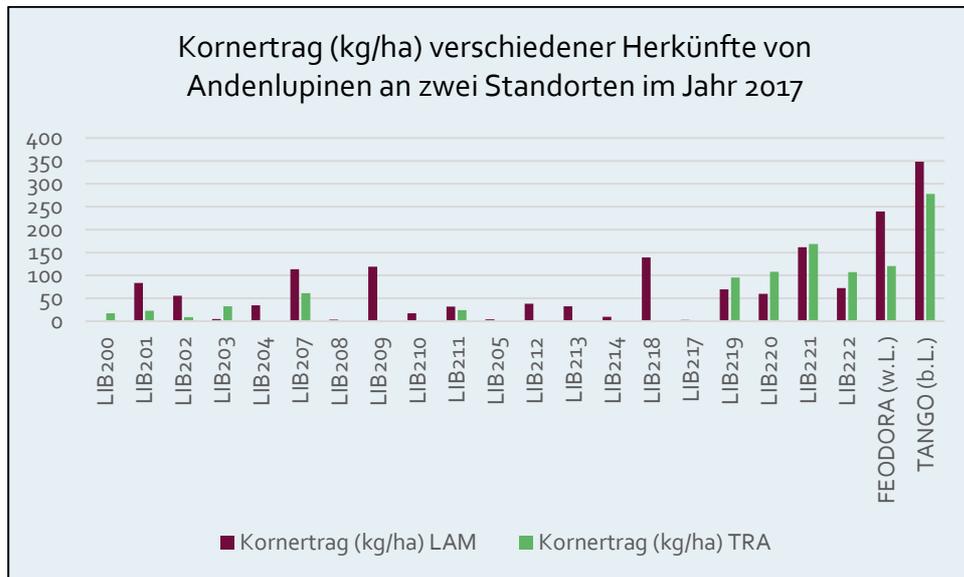


Abbildung 4: Kornertrag (kg/ha) verschiedener Herkunftse von Andenlupinen an zwei Standorten im Jahr 2017 (Lambach und Trautenfels)

Im Jahr 2018 waren die Kornerträge wieder gering, am Standort Trautenfels brachte die Sorte Branco (LIB223) keine reifen Hülsen mit Körnern hervor, siehe Abbildung 5.

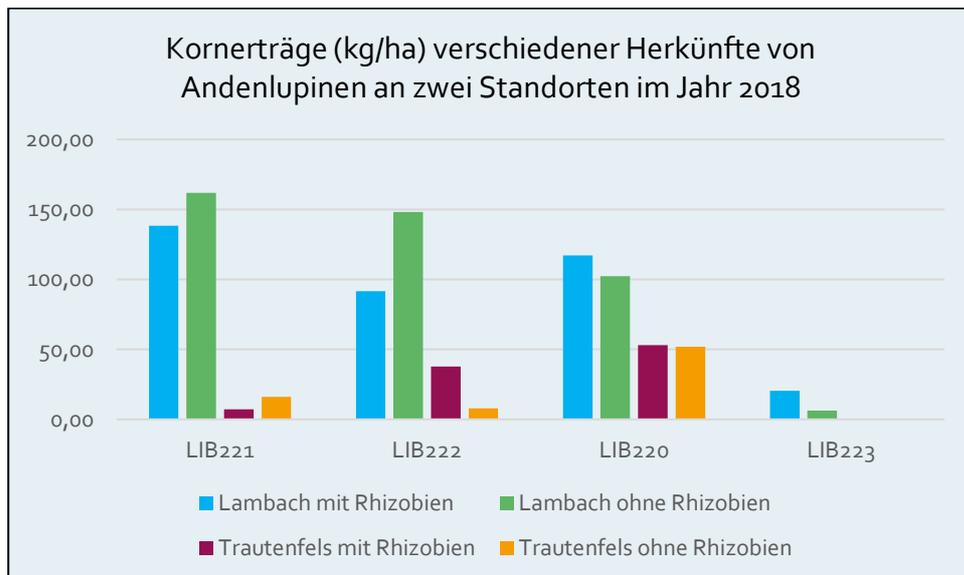


Abbildung 5: Kornerträge (kg/ha) der 4 Herkunftse mit und ohne Rhizobien an den Standorten Lambach und Trautenfels im Jahr 2018

Als zusätzliche Variante kam im Jahr 2018 „ohne Rhizobien“ hinzu, weil Kollegen aus dem EU-Projekt diese für das Workpackage 2 (pflanzenbauliche Versuche) vorgeschlagen hatten. So wurden alle Herkünfte der Andenlupinen, aber auch die Vergleichsarten einmal mit Rhizobien und einmal ohne Rhizobien in den Versuch gestellt.

Zum Vergleich konnte die Weiße Lupine am Standort Lambach mit Rhizobien fast 1990 kg/ha erzielen, die Variante ohne Rhizobien schaffte sogar 2428 kg/ha. Am Standort Trautenfels war der Kornertrag bei der Weißen Lupine mit Rhizobien nur 101 kg/ha, bei der Variante ohne Rhizobien 152 kg/ha. Bei der Blauen Süßlupine waren die Kornerträge am Standort Lambach geringer als bei der Weißen Süßlupine, und zwar betrug der Kornertrag mit Rhizobien 781 kg/ha, ohne um 100 kg/ha mehr. Am Standort Trautenfels konnte die Blaue Süßlupine mit Rhizobien 189 kg/ha erreichen, ohne 129 kg/ha. In Abbildung 5 sind nur die vier Herkünfte der Andenlupinen dargestellt.

Im Jahr 2019 konnten höhere Kornerträge geerntet werden, weil die Keimraten höher als in den beiden Vorjahren waren. Besonders am Standort Trautenfels machte sich das positiv bemerkbar. Dagegen war der Kornertrag am Standort Stadl-Paura wegen der Trockenheit während des Pflanzenaufganges sehr bescheiden. Abbildung 6 bringt eine Darstellung aller drei Standorte aus dem Jahr 2019 inklusive Vergleichsarten.

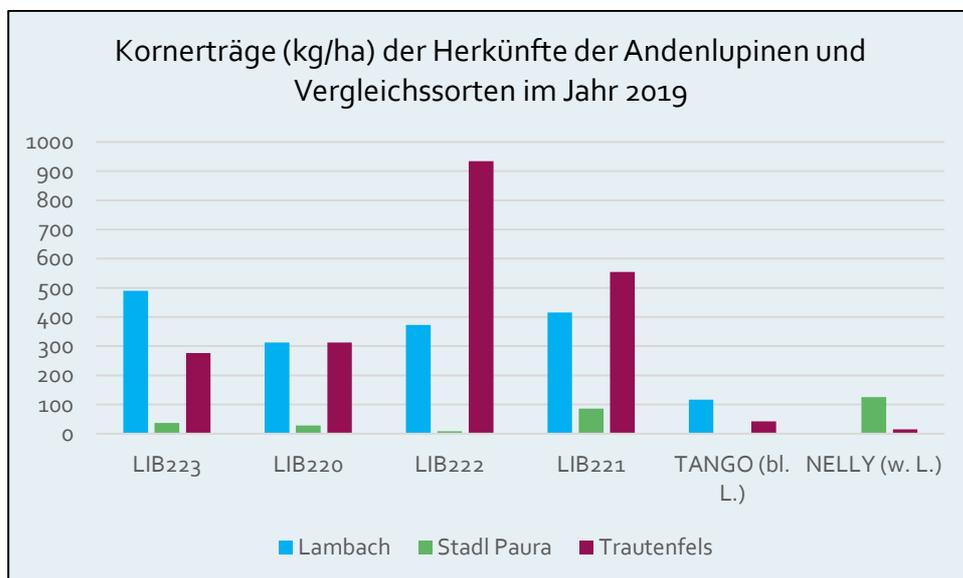


Abbildung 6: Kornerträge (kg/ha) der 4 Herkünfte und Vergleichsarten an den drei Standorten Lambach, Stadl-Paura und Trautenfels

Die Ernte bei den Süßlupinen fiel im Jahr 2019 eher schlecht aus; am Standort Lambach konnte die Weiße Süßlupine auf Grund ihrer späten Reife nicht geerntet werden. Am Standort Stadl-Paura wiederum war von der Blauen Süßlupine nichts zu ernten, dafür brachte die Weiße

Süßlupine rund 125 kg/ha an Ertrag. Am Standort Trautenfels war der Hülsenansatz bei beiden Süßlupinen recht beachtlich; leider wurden die Körner in den reifen Hülsen von den Mäusen an-, bzw. aufgeessen. Die Hülsen der Andenlupinen blieben dank der Bitterstoffe weitgehend unbeschadet.

Im Jahr 2020 war zunächst der Hülsenansatz ganz gut, allerdings änderte sich die Situation mit dem Auftreten der Anthraknose total. Die Hülsen verkümmerten, zeigten typische Einschnürungen, hatten rostbraune Flecken und innen teilweise verschrumpelte oder schimmelige Körner. Natürlich war auch der gesamte Körnerertrag davon betroffen, was sich in relativ geringen Erträgen zeigt. Ebenfalls auffällig war die Tatsache, dass die Neubildung von Trieben, die sonst während der gesamten Vegetationsperiode erfolgte, im Jahr 2020 stark eingeschränkt war, bzw. zwischen Ende Juli und Ende September gar nicht stattfand. Dadurch wurden auch keine weiteren Hülsen gebildet, bzw. konnten die vorhandenen Hülsen nicht richtig abreifen. Abbildung 7 bringt die Kornerträge von 2020. Vom Standort Lambach gibt es nur äußerst bescheidene Kornerträge und auch nur von 2 Herkünften; am Standort Stadl-Paura war die Situation etwas besser, weil die Pflanzen nicht so stark von Anthraknose befallen waren. Wegen der größeren Niederschlagsmengen konnten auch am Standort Stadl-Paura Hülsen gebildet werden.

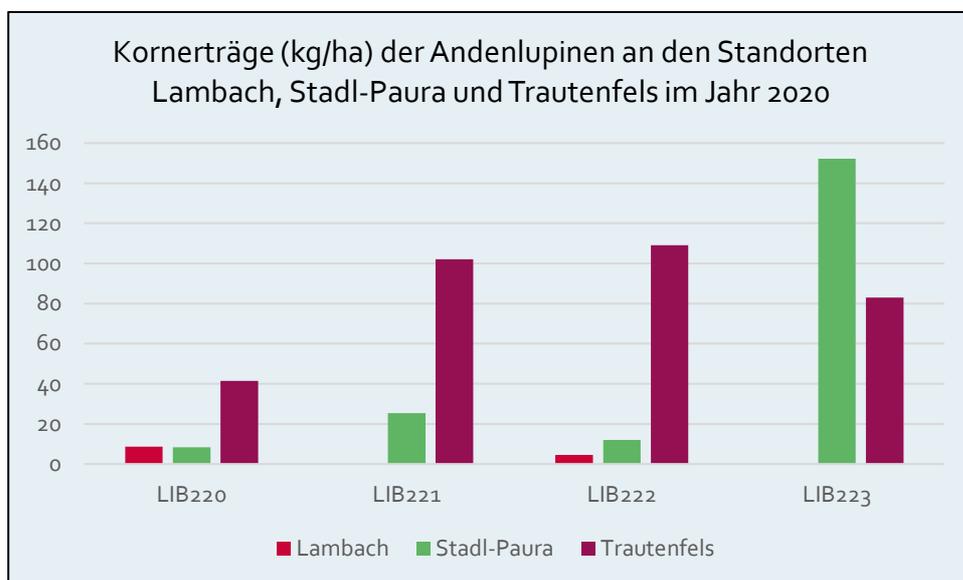


Abbildung 7: Kornerträge (kg/ha) der 4 Herkünfte an den Standorten Lambach, Stadl-Paura und Trautenfels im Jahr 2020

Biomasse-Erträge

Zur Feststellung der Biomasse-Erträge wurden schon ab dem ersten Versuchsjahr Proben von der Landsorte Branco (LIB223) genommen, auch, um die Zunahme der Trockenmasse-Erträge

zu dokumentieren. Im Jahr 2017 konnten derartige Proben nur in Lambach und Stadl-Paura genommen werden. Die Probenahmen fanden in rund 14-tägigen Abständen statt. Es wurden jeweils 5 Pflanzen geerntet, gehäckselt und getrocknet. Von jedem Standort und jedem Termin wurden Proben in das chemische Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zur Analyse der Inhaltsstoffe gebracht. Die Probenahmen begannen Mitte August und wurden bis Mitte November fortgesetzt.

In der nächsten Abbildung 8 werden die Frisch- und Trockenmasse-Erträge sowie der Trockenmassegehalt der Proben dargestellt. Während die Massebildung im Laufe der Vegetationsperiode stetig zunahm, stieg der Trockenmassegehalt bis zum Schluss nicht wesentlich an, d.h., er blieb immer unter 20 %. Das hängt in erster Linie mit der dauernden Neubildung von Trieben zusammen.

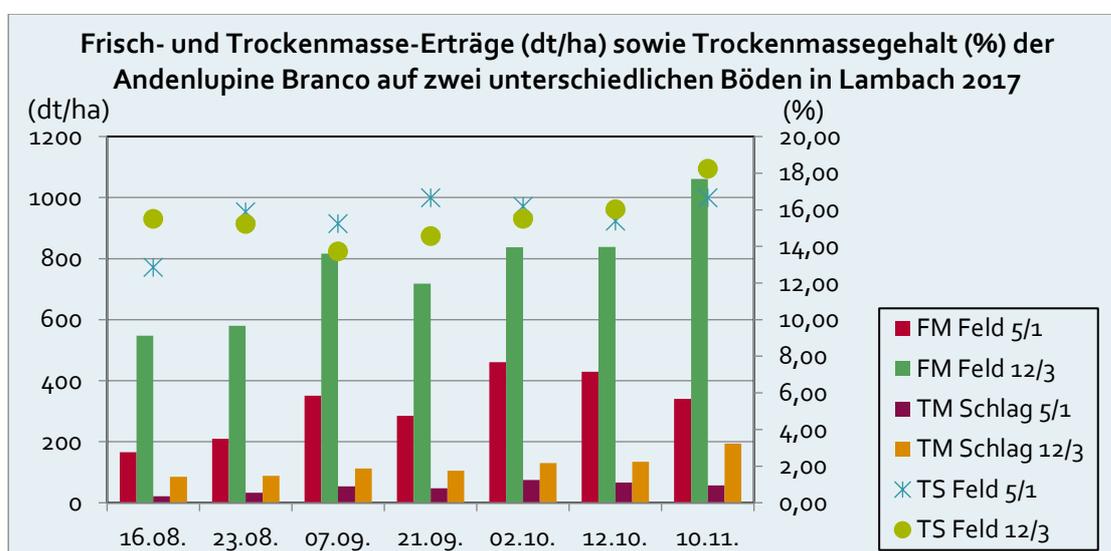


Abbildung 8: Frisch- und Trockenmasse-Erträge (dt/ha) sowie Trockensubstanzgehalt (%) an den beiden Standort Lambach (Schlag 12/3) und Stadl-Paura (Schlag 5/1) im Jahr 2017

Im Jahr 2018 wurden diese Probenahmen fortgesetzt, und zwar auch am Standort Trautenfels. Allerdings wurden die Pflanzenproben bei ihrer Aufarbeitung in ihre Einzelteile zerlegt, wie Stängel, Blätter, Knospen, Blüten und Hülsen und auch so gewogen und getrocknet. Auch fürs chemische Labor wurden die Proben nach Pflanzenteilen separiert. Bei manchen Probenahmen war bei bestimmten Teilen, wie beispielsweise bei Blüten oder Knospen zu wenig Material für eine chemische Analyse vorhanden.

Tabelle 3 bringt eine Übersicht über die Biomasse-Erträge vom Standort Lambach.

Tabelle 3: Frisch- und Trockenmasse-Erträge (kg/ha) und Trockenmassegehalt (%) auf den beiden Standorten Lambach (Schlag 12/3) und Stadl-Paura (Schlag 2/1) im Jahr 2018

Schlag 12/3			Schlag 2/1			
Erntetermin	Gesamt FM	Gesamt TM	Gesamt TS	Gesamt FM	Gesamt TM	Gesamt TS
	Angaben in kg/ha		%	Angaben in kg/ha		%
01.08.2018	42887	7818	18,23	32374	6455	19,94
20.08.2018	47740	9796	20,52	26283	5157	19,62
13.09.2018	93166	23347	25,06	37981	6897	18,16
04.10.2018	74602	16412	22,00	32302	6292	19,48
22.10.2018	95566	10206	10,68	45410	17919	39,46

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Frischmasse-Erträge im Laufe der Vegetationsperiode kontinuierlich ansteigen, auch wenn es manchmal einen Knick im Gesamtverlauf gibt, wie hier bei der Probenahme am 4. Oktober. Wegen der geringen Keimfähigkeit wurden diese Erträge auf 55 % KF umgerechnet. Die Trockenmasse-Erträge laufen parallel zu den Frischmasse-Erträgen. Der Trockensubstanzgehalt in der Gesamtpflanze hängt wesentlich von den prozentuellen Anteilen ab, welche die Pflanzenteile an der Gesamtmasse innehaben. Da die Stängelmasse im Laufe der Vegetation ständig zunimmt, beeinflusst diese am stärksten den Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze. Wie aus Tabelle hervorgeht, hängt es auch stark vom Boden ab, wie trocken die Stängel zu einem bestimmten Zeitpunkt sind. Hier zeigt sich deutlich, dass der Trockensubstanzgehalt bei der letzten Probenahme auf Schlag 12/3 mit 10,7 % äußerst gering war, während dieser auf Schlag 2/1 fast vierfach so hoch war, was dort mit dem hohen Schotteranteil im Boden und der damit verbundenen Austrocknung zu erklären ist.

Vom Standort Trautenfels sind die Biomasse-Erträge, selbst bei 55 % Keimfähigkeit noch relativ hoch, wie aus Abbildung 9 hervorgeht.

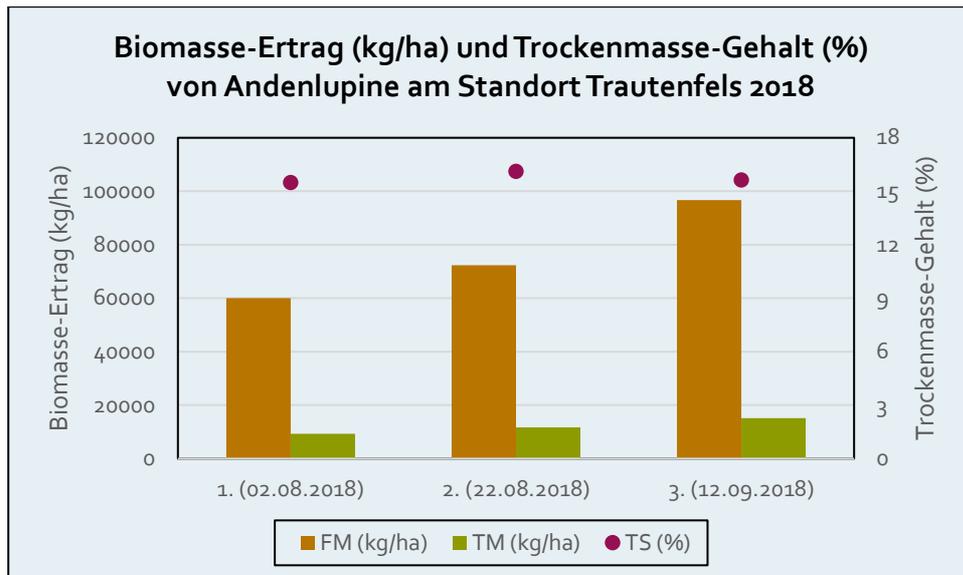


Abbildung 9: Frisch- und Trockenmasse-Ertrag (kg/ha) sowie Trockenmasse-Gehalt (%) der Andenlupine Branco am Standort Trautenfels im Jahr 2018

An diesem Standort gab es nur 3 Probenahmetermine, weil Ende September ein Frühfrost die Pflanzen absterben ließ, was in Lambach nicht passierte.

Im Jahr 2019 wurden wieder Proben der Andenlupine Branco (LIB223) während der Vegetationsperiode genommen, wovon jeweils der Frisch- und Trockenmasse-Ertrag sowie der Trockensubstanzgehalt der Gesamtprobe bestimmt wurde. Auch im Jahr 2019 wurden die Pflanzenproben wieder in ihre Einzelbestandteile zerlegt, separat gewogen und getrocknet; allerdings wurden davon keine Proben mehr ins chemische Labor gebracht. Die Trocknung erfolgte in den eigenen Trockenschränken bei 105 °C 48 Stunden lang.

Die Probenahmetermine im Jahr 2019 waren am Standort Lambach und Stadl-Paura nicht dieselben. Während am Standort Lambach wieder fast dieselben Probenahmetermine wie im Jahr zuvor genommen wurden, wobei wegen des extrem späten Sätermines der Termin Anfang August noch nicht wahrgenommen werden konnte, entwickelten die Pflanzen am Standort Stadl-Paura erst gegen Ende September jene Biomasse, die sonst wesentlich früher zur Verfügung stand. Tabelle 4 gibt einen Überblick über diese Erntemengen.

Tabelle 4: Frisch- und Trockenmasse-Ertrag (kg/ha) sowie Trockenmasse-Gehalt (%) der Andenlupine Branco auf den beiden Standorten Lambach (Schlag 7) und Stadl-Paura (Schlag 33) im Jahr 2019 zu verschiedenen Probenahmeterminen

Schlag 7	Angaben in kg/ha			%	Schlag 33	Angaben in kg/ha			%
Erntetermin	Gesamt FM	Gesamt TM	Gesamt TS		Erntetermin	Gesamt FM	Gesamt TM	Gesamt TS	
19.08.2019	48496	8274	17,06		01.10.2019	56572	10675	18,87	
05.09.2019	74688	13444	18,00		30.10.2019	75160	12108	16,11	
23.09.2019	105860	18208	17,20						
31.10.2019	156772	24989	15,94						

Diesen Biomasse-Erträgen wurde eine Keimfähigkeit von rund 100 % zugrunde gelegt, weil die Keimfähigkeit im Jahr 2019 das erste Mal wirklich zufriedenstellend war.

Am Standort Trautenfels wurden wieder fünfmal Proben gezogen, aber erst ab Mitte August, was ebenfalls mit dem späten Sätermin zusammenhängt. Die Ergebnisse werden in Abbildung 10 präsentiert.

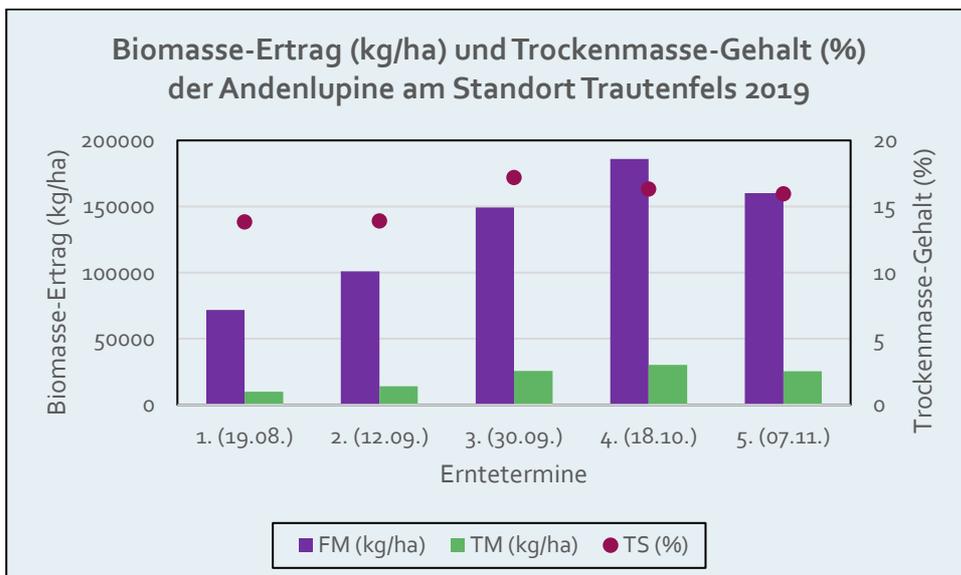


Abbildung 10: Frisch- und Trockenmasse-Erträge (kg/ha) sowie Trockenmasse-Gehalt (%) der Andenlupine Branco am Standort Trautenfels im Jahr 2019

Was in der Abbildung 10 nicht so gut zu erkennen ist, sind die hohen Trockenmasse-Erträge, die hier erzielt wurden. Beim Termin Mitte Oktober konnten 30.000 kg/ha Trockenmasse geerntet werden, womit diese Pflanze höhere Trockenmasse-Erträge erzielen kann als optimale Silomaisbestände. Die Frischmasse-Erträge sind auf Grund des geringen Trockensubstanzgehaltes extrem hoch; der Trockensubstanzgehalt erreichte beim Termin Ende September den höchsten Wert mit 17,2 %.

Eine anschauliche Darstellung bringt Abbildung 11, in der die Prozentanteile der einzelnen Pflanzenteile an der Gesamtpflanze vom Standort Trautenfels aus den Jahren 2018 und 2019 präsentiert werden. Hieraus ist deutlich zu erkennen, dass die Stängel den jeweils größten Teil der Gesamtpflanze ausmachen.

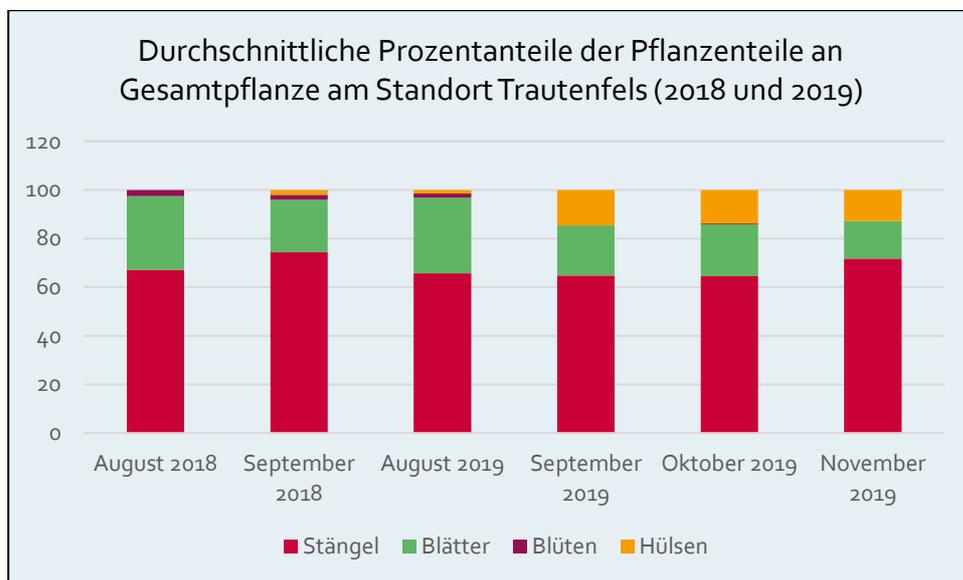


Abbildung 11: Durchschnittliche Prozentanteile der einzelnen Pflanzenteile an Gesamtpflanze am Standort Trautenfels in den Jahren 2018 und 2019

Im Jahr 2020 wurden an den Standorten Lambach und Trautenfels die oberirdische und unterirdische Biomasse bei allen 4 Herkünften der Andenlupine bestimmt, weil genügend Saatgut für Zusatzparzellen vorhanden war. Am Standort Trautenfels wurden diese Erhebungen im Rahmen einer Bachelorarbeit der Universität für Bodenkultur durchgeführt (MAYRHOFER, 2021).

Mit den Probenahmen im Jahr 2020 wurde am Standort Trautenfels schon Ende Juni begonnen. Die erste Probenahme fand am 30. Juni statt; da hatten die Pflanzen gerade eine Wuchshöhe zwischen 40 und 50 cm erreicht, die meisten Pflanzen zeigten die ersten Knospen. Die Pflanzen wurden aus dem Boden ausgegraben, wobei Wert darauf gelegt wurde, dass die

Pfahlwurzel möglichst unbeschädigt war. Es wurden die ober- und unterirdischen Teile getrennt gewogen und getrocknet, bei 105 °C jeweils 48 Stunden. Am Standort Lambach wurde erst in der zweiten Julihälfte mit den Probestimmen begonnen, da hatte in Trautenfels schon die zweite Probenahme stattgefunden.

Abbildung 12 bringt die Ergebnisse vom Standort Trautenfels, wobei die oberirdischen Erträge oberhalb der x-Achse aufgetragen sind, die unterirdischen unterhalb dieser Linie. Interessant ist in dieser Darstellung, dass die Sorte Branco (LIB223) zwar bei jedem Probenahmetermin die höchsten oberirdischen Trockenmasse-Erträge aufgewiesen hat, nicht aber die höchsten unterirdischen. Dort konnte die Herkunft LIB220 die höchsten Trockenmasse-Erträge erzielen, speziell beim letzten Termin brachte sie 6317 kg/ha an unterirdischer Biomasse im Vergleich zu 5440 kg/ha von Branco.

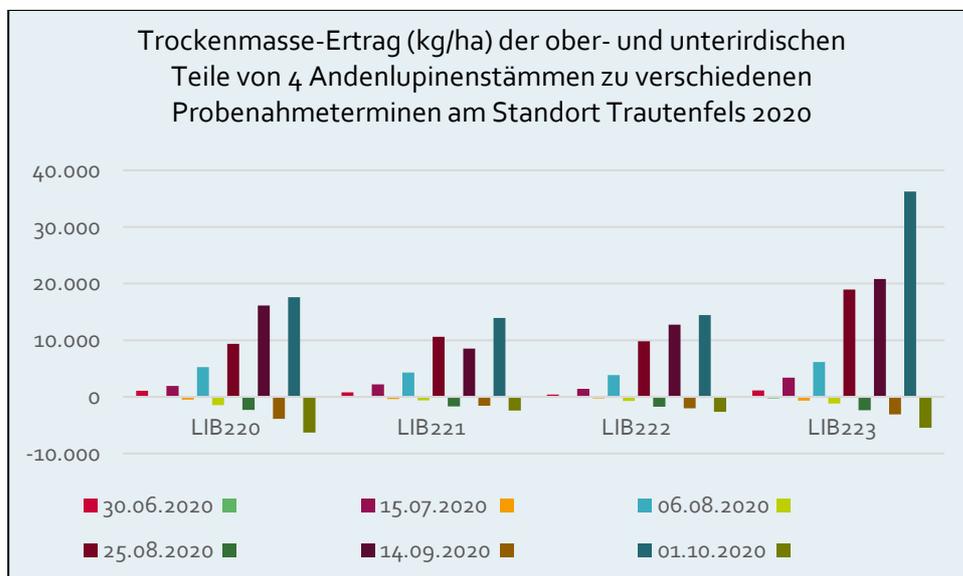


Abbildung 12: Ober- und unterirdische Biomasse-Erträge aller 4 Andenlupinenherkünfte am Standort Trautenfels im Jahr 2020

In Lambach zeigte sich zwar ein ähnliches Bild, aber vom Ertragsniveau völlig anders. Dort lagen die Frischmasse-Erträge in der Höhe, wo sich in Trautenfels die höchsten Trockenmasse-Erträge bewegten. Auch die unterirdischen Biomasse-Erträge lagen deutlich unter jenen vom Standort Trautenfels, siehe Abbildung 13.

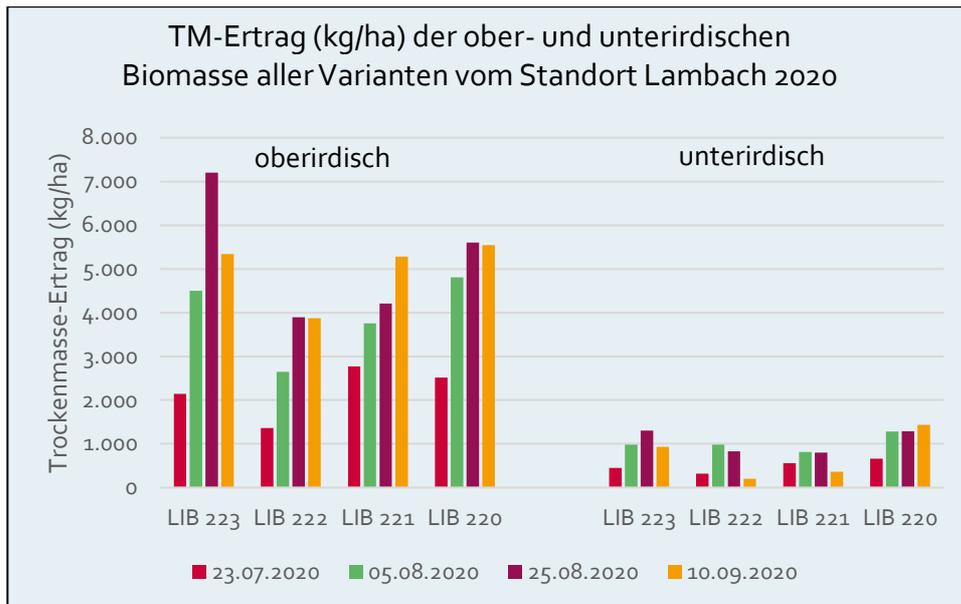


Abbildung 13: Ober- und unterirdische Biomasse-Erträge aller 4 Andenlupinenherkünfte am Standort Lambach im Jahr 2020

Die enormen Mengen an Biomasse, die von der Andenlupine gebildet werden können, übertreffen teilweise jene von gutem Silomais, allerdings kann das Material dieser Herkünfte nicht für die Tierfütterung eingesetzt werden, weil der Alkaloidgehalt über dem festgelegten Schwellenwert von 0,05 % liegt.

Silagen

Zusätzlich wurden noch Silagen aus Andenlupinen und Mischungspartnern erzeugt, auch wenn sie nicht für Fütterungszwecke eingesetzt werden konnten. Durch die geringen Saatgutmengen stand auch für die Silagebereitung nur wenig Pflanzenmaterial zur Verfügung, weshalb diese in 1-l-Gläsern erfolgte. Im Jahr 2017 wurde zu Testzwecken eine Silage nur aus Andenlupinen bereitet, im Jahr 2018 und 2019 wurden jeweils zwei verschiedene Mischungspartner dazu verwendet. Für die Silage wurde nur die Sorte Branco (LIB223) verwendet, weil davon mehr Saatgut als von den anderen Herkünften zur Verfügung stand und weil diese Sorte ein starkes Massenwachstum zeigt. Allerdings konnte erst gegen Ende August eine Silage mit Grünschnitt zubereitet werden und Ende September eine Silage mit Silomais, weil vor Mitte bis Ende August zu wenig Masse für die Silierung zur Verfügung stand und der Silomais erst die Siloreife erreichen musste. Nachstehende Tabelle 5 bringt eine Übersicht über die Mischungsverhältnisse in den Silagen.

Tabelle 5: Mischungspartner für Andenlupinensilage und deren Mischungsverhältnis

Varianten	Mischungspartner
100%	Grünland/Silomais
100%	Andenlupine
50:50 %	Grünland/Silomais:Andenlupine
70:30 %	Grünland/Silomais:Andenlupine
30:70 %	Grünland/Silomais:Andenlupine

Wegen des hohen Wassergehaltes in den Andenlupinen wurden diese nach dem Abschneiden in der Sonne anwelken gelassen, ebenso der Grünschnitt, danach wurden die Mischungspartner separat gehäckselt, was bei den Andenlupinen wegen des hohen Fasergehaltes in den Stängeln schwierig war. Von jedem Mischungspartner wurden Proben für eine chemische Analyse, ebenso Proben für eine Zuckeruntersuchung genommen. Die Mischungspartner wurden nach ihren Anteilen gewichtsmäßig gemischt und dann in die Rexgläser gefüllt. Um eine entsprechende Verdichtung zu erreichen, wurde das gehäckselte Pflanzenmaterial zuerst per Hand in die Gläser gedrückt, später dann mit einem selbstgebauten Stempel verdichtet. Es wurde versucht, die Gläser bis an den obersten Rand zu füllen, um die Luft aus dem Rexglas zu drücken. Beim Schließen der Deckel wurde darauf geachtet, dass keine Pflanzenteile eingeklemmt wurden, wo eventuell auch noch Luft eindringen hätte können. Nach dem Beschriften der Gläser wurden diese in einem Karton an einen kühlen Ort gestellt, wo sie für mehr als 100 Tage aufbewahrt wurden. Danach wurden die Rexgläser geöffnet und deren Inhalt bewertet. Auch bei der Öffnung wurden wieder Proben für eine chemische Analyse, vor allem der Gärsäuren genommen. Neben der visuellen Bewertung wurde auch der Geruch der einzelnen Silagen beurteilt, weil der Geruch einer Silage schon viel über deren Qualität aussagen kann.

Im Jahr 2018 zeigten einige Silagen Schimmelbildung an der Oberfläche; manche Rexgläser waren so stark verdichtet, dass Gärssaft in den ersten Tagen nach dem Verschließen austrat, was aber keine negativen Auswirkungen hatte. Im Jahr 2019 wurde stärker darauf geachtet, nicht übermäßig viel Pflanzenmaterial in die Gläser zu stopfen, außerdem wurden die Ränder noch sorgsamer gesäubert. Deshalb war bei den Silagen aus dem Jahr 2019 kaum mehr Schimmelbildung zu sehen. In der Tabelle 6 wird die Beurteilung der Silagen aus dem Jahr 2018 dargestellt. Die Geruchsbestimmung war von beiden Standorten dieselbe, weshalb diese auch in einer Spalte präsentiert wird.

Tabelle 6: Visuelle Beurteilung der Silagen und Geruchsbestimmung aus dem Jahr 2018

	Moarhof		Lambach	
Varianten	Visuelle Bewertung	Geruchsbestimmung	Visuelle Bewertung	Geruchsbestimmung
100 % Gras	kein Schimmel		oben Schimmel	riecht nach Silage
100 % Andenlupine	kein Schimmel		kein Schimmel	stinkt
50 % Andenlup./50 % Gras	kein Schimmel		ganz wenig Schimmel	riecht nach Silage
70 % Andenlup./30 % Gras	oben Schimmel		kein Schimmel	riecht weitgeh. n. Silage
30 % Andenlup./70 % Gras	kein Schimmel		ganz wenig Schimmel	riecht nach Silage
100 % Silomais	oben wenig Schimmel		ganz wenig Schimmel	riecht gut
100 % Andenlupine	kein Schimmel		kein Schimmel	stinkt
50 % Andenlup./50 % Silom.	oben Schimmel		ganz wenig Schimmel	riecht nach Silage
70 % Andenlup./30 % Gras	oben Schimmel		kein Schimmel	riecht weitgeh. n. Silage
30 % Andenlup./70 % Gras	kein Schimmel		ganz wenig Schimmel	riecht nach Silage

Im Jahr 2019 konnte auf Grund der Erfahrungen aus dem Vorjahr die Qualität der Silagen verbessert werden, zumindest, was die Schimmelbildung betrifft. Von der Geruchsbeurteilung her unterschieden sich die Proben von Trautenfels und Lambach, weil die Andenlupinensilage vom Standort Trautenfels als unangenehm empfunden wurde, hingegen denjenigen vom Standort Lambach wurde ein Geruch von Sauerkraut attestiert. Tabelle 7 bringt die Daten vom Jahr 2019.

Tabelle 7: Visuelle Beurteilung der Silagen und Geruchsbestimmung aus dem Jahr 2019

	Moarhof		Lambach	
Varianten	Visuelle Bewertung	Geruchsbestimmung	Visuelle Bewertung	Geruchsbestimmung
100 % Gras	oben minim. Schimmel	riecht nach Silage	oben minim. Schimmel	riecht nach Silage
100 % Andenlupine	kein Schimmel	starker Geruch	kein Schimmel	riecht n. Sauerkraut
50 % Andenlup./50 % Gras	kein Schimmel	riecht nach Silage	kein Schimmel	riecht nach Silage
70 % Andenlup./30 % Gras	kein Schimmel	riecht n. Sauerkraut	kein Schimmel	riecht nach Silage
30 % Andenlup./70 % Gras	kein Schimmel	riecht nach Silage	kein Schimmel	riecht nach Silage
100 % Silomais	oben minim. Schimmel	riecht n. Sauerkraut	oben minim. Schimmel	riecht nach Silage
100 % Andenlupine	kein Schimmel	riecht n. Sauerkraut	kein Schimmel	riecht n. Sauerkraut
50 % Andenlup./50 % Silom.	kein Schimmel	starker Geruch	kein Schimmel	riecht nach Silage
70 % Andenlup./30 % Silom.	kein Schimmel	starker Geruch	kein Schimmel	riecht nach Silage
30 % Andenlup./70 % Silom.	kein Schimmel	riecht nach Silage	kein Schimmel	riecht nach Silage

Die chemischen Untersuchungen aller Silagen werden hier nicht im Detail angeführt; es werden die jeweiligen Reinsilagen im Vergleich dargestellt. Die Analysendaten aus dem Jahr 2018 werden in Tabelle 8 präsentiert.

Tabelle 8: Gärsäuren und pH-Werte der reinen Silagen im Jahr 2018

Bezeichnung	Heugew.	Gärsäuren (g/kg TM)					NH4-N	pH-Wert
		EtOH	ES	PS	n-BS	MS		
<i>Standort Lambach</i>								
100 % Grünfutter	582,5	2,60	5,01	0,49	0,08	1,07	0,77	5,65
100 % Andenlupine	210,8	6,12	1,32	1,15	10,55	0,70	0,94	5,65
100 % Silomais	428,6	11,27	5,11	0,25	1,58	8,30	0,38	4,21
100 % Andenlupine	193,3	4,60	1,60	0,75	5,47	4,17	0,50	5,04
<i>Standort Moarhof</i>								
100 % Grünfutter	326,7	5,92	11,26	0,75	1,38	21,09	0,76	4,29
100 % Andenlupine	185,7	4,92	8,25	0,74	3,91	6,62	0,81	5,37
100 % Silomais	300,3	1,31	3,92	0,27	0,44	11,89	0,24	3,78
100 % Andenlupine	223,1	3,44	8,71	0,93	0,12	9,09	0,61	4,98

Auffallend sind die Unterschiede in den Werten zwischen den beiden Standorten Lambach und Moarhof, wobei sich die jeweils ersten beiden Werte auf die Silagen mit Gras beziehen, welche Ende August hergestellt wurden und die nächsten beiden Werte auf die Silagen mit Silomais, welche Ende September gemacht wurden. Eine unerwünschte Säure ist in jedem Fall die Buttersäure, hier mit n-BS abgekürzt, die in manchen Silagen in sehr hohen Mengen vorkommt, vor allem bei der reinen Andenlupinensilage, was der Bildung von Milchsäure entgegenwirkt.

Die Werte aus dem Jahr 2019 werden in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Gärsäuren und pH-Werte der reinen Silagen aus dem Jahr 2019

Bezeichnung	Heugew.	Gärsäuren (g/kg TM)					NH4-N	pH-Wert
		EtOH	ES	PS	n-BS	MS		
<i>Moarhof</i>								
100 % Grünfutter	360,3	3,16	7,28	0,41	1,12	20,99	0,700	4,35
100 % Andenlupine	187,0	5,54	9,69	0,67	2,29	2,87	0,603	5,31
100 % Silomais	344,6	2,20	14,59	0,32	0,05	8,65	0,227	3,99
100 % Andenlupine	154,7	2,39	6,82	0,54	2,10	0,40	0,412	5,34
<i>Lambach</i>								
100 % Grünfutter	356,0	2,52	1,47	0,21	3,37	9,81	0,914	5,02
100 % Andenlupine	176,1	1,20	2,68	0,27	0,39	18,33	0,589	4,36
100 % Silomais	368,2	2,63	3,19	0,22	2,22	9,49	0,377	4,06
100 % Andenlupine	172,7	1,83	4,66	0,31	0,38	8,75	0,576	4,74

Im Jahr 2019 gab es keine so hohen Buttersäurewerte mehr wie im Jahr davor, auch die Ethanolwerte (EtOH) sind durchwegs geringer, auch die Propionsäurewerte sind niedriger. Auffallend ist, dass bei den Andenlupinensilagen die Werte der Propionsäure höher sind, was wiederum mit den geringen Trockensubstanzgehalten in diesen Silagen zusammenhängt.

Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung der Andenlupinen generell variiert innerhalb der einzelnen Pflanzenteile nicht so stark, auch nicht zwischen den beiden Standorten. Allerdings ist der Unterschied zwischen Blättern, Blüten, Stängeln und Hülsen schon beachtlich. Um nur einige wenige Daten zu nennen: am Versuchsfeld in Lambach variierte der Rohprotein-Wert der Stängel zwischen 82,8 und 104,9 g/kg TM. Der Rohfasergehalt der Stängel schwankte zwischen 460,6 und 507 g/kg TM. Bei den Blättern ist das Verhältnis fast umgekehrt, hier lagen die Werte beim Rohprotein zwischen 285,1 und 338,3 g/kg TM und bei der Rohfaser zwischen 84,9 und 98,7 g/kg TM. Was die Andenlupinen von Gräsern und anderen Futterpflanzen unterscheidet, ist die ständige Neubildung von Trieben während der gesamten Vegetationsperiode, weshalb beispielsweise der Rohfasergehalt in den Stängeln nicht kontinuierlich ansteigt, sondern variiert, je nachdem, welches physiologisches Alter bei den gezogenen Probenanteilen gerade vorherrscht. Dasselbe Bild zeigt sich bei den Gerüstsubstanzen, da steigen die Werte genauso wenig kontinuierlich an wie der Rohfasergehalt in den Stängeln. Tabelle 10 gibt Auskunft über die Analysendaten vom Standort Trautenfels aus dem Jahr 2018.

Tabelle 10: Daten aus Weender Analyse und Gerüstsubstanzen von Proben am Standort Trautenfels aus dem Jahr 2018

Bezeichnung	g/kg TM							
	RP	Rfa	Rfe	Asche	NFE	NDF	ADF	ADL
02.08.2018								
Blüten	307,3	x	x	74,9	x	x	x	x
Blätter	315,8	90,7	24,4	124,7	444,4	140,6	117,2	28,8
Stängel	79,3	440,6	9,7	77,9	398	585,5	504,2	86,8
22.08.2018								
Blüten	34,2	162,8	24,1	71,3	707,6	228,2	220,1	52,6
Blätter	318,9	89,4	26,3	132,8	432,6	165,7	139,3	29,0
Stängel	90,9	425,7	8,5	70,3	404,6	588,5	511,5	94,0
12.09.2018								
Blüten	318,0	155,8	25,9	68,5	431,8	x	x	x
Blätter	258,0	196,1	22,3	116,5	407,1	307,0	277,2	58,6
Stängel	89,7	503,5	7,9	65,4	333,5	642,0	558,7	111,8
Hülsen	309,9	197,6	x	60,9	431,6*	306,1	274,7	x

Bei manchen Probenanteilen stand zu wenig Pflanzenmaterial für eine chemische Analyse zur Verfügung, bzw. für bestimmte chemische Untersuchungen; dort befindet sich ein x in der Tabelle.

Fütterungsversuch

Die Durchführung eines Fütterungsversuches durch die Mitarbeiter der HBLFA Raumberg-Gumpenstein war von Anfang an als eine Aufgabe in diesem Projekt definiert. Und zwar sollte es ein Fütterungsversuch mit Schweinen werden, der an der Außenstelle in Wels durchzuführen war. Ursprünglich schon für den Winter 2020 geplant scheiterte es zu diesem Zeitpunkt an der entsprechenden Menge an entbitterten Lupinensamen. Der hohe Alkaloidgehalt der in den pflanzenbaulichen Versuchen verwendeten Herkünfte von Andenlupinen erlaubte auf keinen Fall eine direkte Verfütterung. Ein Kollege aus dem Projekt, Professor an der Hanze Universität in Groningen in Holland, erklärte sich bereit, die benötigten Lupinensamen zu entbittern. Durch die Corona-Pandemie verzögerten sich diese Arbeiten, zuerst wegen des allgemeinen Lockdowns, danach wegen eines Mangels an Alkohol, der für diesen Entbitterungsprozess benötigt wurde, weil sämtlicher Alkohol für die Erzeugung von Desinfektionsmitteln gebraucht wurde. Durch die gesamte Verlängerung des EU-Projektes konnte der Fütterungsversuch dann doch noch rechtzeitig in der Projektlaufzeit durchgeführt werden, wurde aber im Vorfeld schon insofern reduziert, als es um einen Versuch mit Ferkeln ging und nicht um Mastschweine. Dadurch wurde auch eine geringere Menge an entbitterten Lupinensamen benötigt, weil der Versuch genau für 4 Wochen anberaumt wurde. Der Entbitterungsprozess stellte die Mitarbeiter im Labor der Hanze Universität vor größte Herausforderungen, weil die Laboreinrichtungen nicht für so große Mengen konzipiert sind. Für die geforderte Menge von rund 200 kg entbitterter Lupinensamen benötigten die Kollegen in Holland mehrere Wochen, weil mit diesem Prozess auch eine Abnahme von Masse einherging, in der Höhe von 40 bis 60 %. Für eine Tranche von 60 kg wurden 9 Tage zum Entbittern benötigt. Danach erfolgte noch der Transport nach Wels. Dort hatten die Kollegen alles bestens für den Fütterungsversuch vorbereitet.

Die beiden Futterrationen waren sehr ähnlich in ihrer Zusammensetzung, eine enthielt 14 % Andenlupine und 4 % Ackerbohne, die andere zum Vergleich 20 % Ackerbohne; alle anderen Bestandteile waren sehr ausgewogen, siehe Tabelle 11.

Die Einzelbestandteile wurden dann im richtigen Verhältnis im Mischfutterwerk miteinander vermengt und danach standen die beiden Rationen für den Versuch zur Verfügung.

Tabelle 11: Einzelbestandteile der beiden Futterrationen für den Fütterungsversuch

Code	Rohstoff	Kontrolle	Versuch
		%	%
102	Futterkalk Sorte III	1,038	0,988
104	Monocalziumphosphat	0,5	0,476
110	Viehsalz	0,28	0,266
141	Bioprämix (0,4%)	0,4	0,381
152	Vitamin E50	0,012	0,011
811	BIO-ACKERBOHNEN Verband	20	4
816	BIO LUPINE		14,1
851	BIO-WEIZEN Verband	7,2	6,85
862	UM-GERSTE Verband	10,985	16,237
880	BIO-WEIZENKLEIE Verband	8	7,611
9330	Bierhefe (unextrahiert)	2,5	2,379
804	UM-SOJAKUCHEN Verband	9,285	8,834
876	BIO SOJAOEL PRÜF NACH	0,4	0,381
840	BIO MAIS Verband (AT)	5,8	5,518
834	UM WEIZEN Verband (AT)	7,847	7,465
865	BIO Triticale** Wicken** Gemenge Verband (AT)	25,753	24,503

Bei der Auswahl der Ferkel wurden die Würfe von 4 verschiedenen Sauen berücksichtigt und gleichmäßig auf die 4 Versuchsgruppen aufgeteilt. Jede Versuchsgruppe umfasste je 12 Ferkel, die ein Gewicht zwischen 12 und 17 kg zu Versuchsbeginn hatten. Das Durchschnittsgewicht jeder Versuchsgruppe war sehr ähnlich und betrug im Schnitt rund 15 kg. Der Versuch wurde am 3. Dezember 2020 gestartet und am 4. Jänner 2021 beendet. Erhoben wurden die Gewichte der Ferkel alle 7 Tage, woraus sich die täglichen Zunahmen errechnen ließen. Auffallend war die Tatsache, dass die Ferkel in den beiden Versuchsgruppen mit Lupine das Futter gar nicht gerne fraßen und es in den ersten Tagen fast verweigerten. Daher rühren auch die geringeren Endgewichte und daraus resultierende geringere Tageszunahmen. Während das durchschnittliche Endgewicht der Kontrollgruppen bei rund 29,5 kg liegt, beträgt es bei den Lupinengruppen nur rund 23,5 kg, siehe Tabelle 12.

Tabelle 12: Durchschnittliche Lebendgewichte, Tageszunahmen, Futteraufnahmen und Futterverwertung der 4 Versuchsgruppen

Gruppe	LM	TGZ (kg/Tier/Tag)	FIT/Tier/Tag	Futterverwertung (kg FM/kg LM)
Lupine V1	23,48	0,29	0,63	2,22
Lupine V2	23,36	0,28	0,68	2,43
Kontrolle 1	28,23	0,46	0,99	2,16
Kontrolle 2	30,82	0,56	1,13	2,04

Da das von den Ferkeln verweigerte Futter an die Sauen weitergegeben wurde, und selbst diese das Futter nicht fraßen, wurde beim Kollegen in Holland nachgefragt, ob er eine Erklärung für dieses seltsame Verhalten der Tiere habe. Erst da stellte sich heraus, dass die Lupinen beim Entbitterungsprozess anscheinend nicht völlig durchgetrocknet waren und eine gewisse Restfeuchte behalten hatten, in der sich mit der Zeit Schimmelpilze entwickelten, die aber nicht augenscheinlich waren. Bei einer herkömmlichen Schimmelbildung, die man gesehen hätte, wäre auf keinen Fall ein Fütterungsversuch gestartet worden. Einzig ein seltsamer Geruch der entbitterten Lupinensamen war den Kollegen beim Verfüttern in Wels aufgefallen, sie hatten zu diesem Zeitpunkt aber keine plausible Erklärung dafür.

5 Diskussion

Die Andenlupine (*Lupinus mutabilis*) zählt ebenso wie die Weiße Lupine (*Lupinus albus*), die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*) und die Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius*) zu den großkörnigen Lupinen. Allen 4 Arten ist gemeinsam, dass sie einjährige Pflanzen darstellen und zur intensiven Körnernutzung geeignet sind.

Über Andenlupinen gibt es nicht sehr viele Publikationen aus Europa, weil diese Pflanze hier relativ neu ist. Während es zu Süßlupinen schon dementsprechende Informationen gibt, findet man nur sehr vereinzelt Angaben zu Andenlupinen, wie bei SCHUSTER (1992), der den Rohprotein-Gehalt von Andenlupinensamen zwischen 38 und 56 % beschreibt und deren Rohfett-Gehalt zwischen 22 und 25 %. In Südamerika wurden die Andenlupinen als Nahrungsmittel verwendet, und das, auch wenn die Samen Alkaloide enthielten. Die Urbevölkerung aus dem Hochland der Anden verstand es, die Samen der Andenlupinen zu entbittern, indem sie diese erst kochten und dann wässerten, das Kochwasser fand Verwendung zur Bekämpfung von Schädlingen, als Medizin gegen Hauterkrankungen, Rheuma und Würmer. Inzwischen wurde an technischen Entbitterungsverfahren mit Hilfe der FAO gearbeitet, damit auch die alten, angepassten, ertragreichen Sorten in ihren Heimatgebieten für die menschliche Ernährung eingesetzt werden können. Bei den eigenen Untersuchungen wurde bei der Sorte Branco (LIB223) ein Rohproteingehalt von 41,94 % und ein Rohfettgehalt von 20,55 % ermittelt. Damit liegt der Rohproteingehalt innerhalb der von SCHUSTER angegebenen Werte, allerdings beim Rohfett etwas darunter. Vergleicht man die Inhaltsstoffe mit Angaben von RÖMER (1994, ergänzt), dann findet sich dort ein Rohprotein-Wert von 42,2 % und ein Rohfett-Wert von 19,5 %, was wiederum den Werten aus den eigenen Versuchen entspricht. In der Weender-Analyse sind die Werte ähnlich denen der Sojabohne, allerdings nicht ganz nach der Zusammensetzung der Aminosäuren.

PLARRE (1989) bezeichnet die Höhe des möglichen Samenertrages bei Andenlupinen mit 3 bis 20 dt/ha. Dabei liegen die Kornerträge aus den eigenen Versuchen teilweise darunter, aber auch genau innerhalb dieser Angaben. Die Kornerträge im ersten Anbaujahr lagen weit darunter, was mit den Witterungsbedingungen im Zusammenhang steht. Im Jahr 2018 war der maximale Kornertrag am Standort Lambach bei 150 kg/ha, was eine Folge der niedrigen Keimraten war. Am Standort Trautenfels konnte im Jahr 2019 mit 900 kg/ha bei der Herkunft LIB222 ein sehr hoher Kornertrag erzielt werden, bei LIB223 und LIB221 konnten rund 500 kg/ha an Korn geerntet werden. Diese hohen Erträge sind eine Folge der hohen Keimraten im Jahr 2019 und der konsequenten Unkrautbekämpfung. Hingegen war der Kornertrag im Jahr 2020 wieder sehr gering, eine Folgeerscheinung des starken Befalls mit Anthraknose, weil sonst alle anderen Bedingungen gut gepasst hätten, wobei Trautenfels noch am besten abgeschnitten hat.

Von den wichtigsten Eigenschaften der Andenlupine hat RÖMER (1990) folgende positive herausgefunden: Hoher Proteingehalt im Korn, hoher Ölgehalt im Korn, angepasst an kühles Klima, Tagneutralität, Platz- und Bruchfestigkeit der Hülsen, Weichschaligkeit der Samen, hohe Grünmasse-Erträge, geringe Bodenansprüche, Stickstoffsammler, Phosphataufschließer, Auflockerung getreidereicher Fruchtfolgen. An negativen Eigenschaften werden angeführt: hoher Alkaloidgehalt, späte Reife (undeterminiertes vegetatives Wachstum bei Körnernutzung), geringer Kornertrag, frostempfindlich im Jugendstadium, schnelle Jugendentwicklung. Die positiven Eigenschaften der Andenlupine waren auch mit ausschlaggebend dafür, dieses Projekt zu initiieren, vor allem der hohe Rohprotein- und Rohfettgehalt sowie die Eigenschaft, magere Böden aufzuschließen und Bodennährstoffe aus tieferen Bodenschichten zu mobilisieren, wobei sogar daran gedacht wurde, mittels Andenlupinen Böden sogenannter Industriebrachen auch wieder für andere, anspruchsvollere Kulturpflanzen nutzbar zu machen. Die Ausbildung einer Pfahlwurzel ermöglicht den Andenlupinen, schwer lösliches Phosphat im Boden zu mobilisieren, und allein das wäre ein Grund, diese Pflanzen anzubauen, weil auch die Nachfrucht davon profitieren kann; abgesehen vom Stickstoff.

Von hohen Grünmasse-Erträgen berichtet zwar RÖMER (1990), aber erst in den letzten 5-8 Jahren findet man neue Projekte zu diesem Thema, vor allem zum Gemengeanbau von Andenlupinen mit Mischungspartnern wie Silomais zur Erzeugung von Biogas. Die Universität Rostock hat zusammen mit dem Julius-Kühn-Institut an der züchterischen Evaluierung der Andenlupine im Vergleich zur weißen und blauen Lupine für die Bioenergienutzung geforscht (ROUX et al., 2017). Dabei konnten bei einer Andenlupinensorte mit Abstand die höchsten Gesamttrockenmasse-Erträge von rund 150 dt/ha geerntet werden, bei zwei weiteren lag der Trockenmasse-Ertrag in der Höhe der Weißen Lupine zwischen 80 und 100 dt/ha, in jedem Fall aber mit einem sehr niedrigen Trockenmasse-Gehalt. Aus diesen Versuchen wurden die Biogas- und Methanausbeuten mit Hilfe von Batchversuchen ermittelt, siehe KANSWOHL (2018) und WIEDOW et al. (2017). Allerdings ist erkennbar, dass die Andenlupine im Vergleich zur Weißen und Blauen Lupine die geringsten Methanausbeuten erzielt, was aber nicht negativ gesehen wird. Da die Andenlupine bisher nicht auf Biogasnutzung züchterisch bearbeitet wurde, ist hier genügend Potenzial für Verbesserungen im genetischen Bereich vorhanden.

Die Tatsache, dass Andenlupinen in Mitteleuropa für die Körnernutzung zu ungleich, bzw. gar nicht abreifen, lässt für diese Kulturpflanze eher andere Verwendungszwecke offen, wie eben die Erzeugung von Biogas. Allerdings ist ein alleiniger Anbau von Andenlupinen für die Biogaserzeugung nicht sinnvoll, deshalb wurde im Frühjahr 2019 in Deutschland ein neues Projekt mit dem kombinierten Anbau von Leguminosen und Energiepflanzen namens „LuMi-opt“ gestartet (ROUX, 2019). Hier werden Andenlupinen mit Mais im Gemenge angebaut, wobei die Andenlupine zur Stickstoffversorgung des Maises während der Vegetationsperiode

beitragen soll. Zusätzlich wird noch ein Gemenge von Weißer Lupine und Hafer in den südlicheren Landesteilen geprüft.

Was den Befall der Andenlupine mit Anthraknose betrifft, so brachte das Jahr 2020 neue Erkenntnisse. Zu Beginn des EU-Projektes gab es Vermutungen, dass die Andenlupine nicht so anfällig für Anthraknose sein soll wie die Süßlupinen, aber von Berichten anderer Kollegen aus diesem Projekt lagen schon einige Erfahrungen vor. Bei entsprechenden Witterungsbedingungen kann Anthraknose auch bei Andenlupine auftreten, wie man im letzten Jahr gesehen hat. Interessanterweise wurde speziell eine Herkunft schon sehr früh in der Pflanzenentwicklung von dieser Pilzkrankheit (*Colletotrichum lupini*) befallen, zunächst noch vereinzelt, 3 Wochen später schon bei allen Herkünften sichtbar und ein Monat später waren alle Pflanzen davon befallen, auch die Weißen Süßlupinen. Die Blauen Süßlupinen zeigten zwar auch einen leichten Befall, aber bei weitem nicht so dramatisch wie bei den anderen Lupinen. Im Jahr 2018 stand die Frage im Raum, ob die Andenlupinen vielleicht durch Anthraknose infiziert waren, weil manche Pflanzen unspezifische Welkeerscheinungen zeigten. Damals wurden sowohl in Lambach als auch in Trautenfels Proben genommen und an das Institut für Pflanzenschutz der LfL nach Freising gesendet. Die Diagnose lautete auf verschiedene Pflanzenkrankheiten wie *Fusarium solani*, *Fusarium redolens*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium ultimum*, aber keine Anthraknose.

Was den Fütterungsversuch betrifft, so gibt es kaum Vergleichsdaten mit Ferkeln in der Literatur. Ein Versuch, der von der LWK Niedersachsen in Quakenbrück durchgeführt wurde, betrifft die Gewichtsguppe von Ferkeln ab 26 bis 124 kg, allerdings wurden dort Süßlupinen der Sorte Boruta verfüttert (MEYER und VOGT, 2018). Bei diesem Versuch wurde sogar die Schlachtkörperbewertung noch mit dazu beschrieben. Insgesamt schnitt die Gruppe mit den Lupinen bei verschiedenen Merkmalen besser ab, wie beispielsweise in den Tageszunahmen, im Schlachtkörpergewicht und in der Schlachtausbeute. Durch die Verfütterung von Lupinen gab es in diesem Versuch eine Einsparung von rund 13,4 kg Soja- und 7,5 kg Rapsextraktionsschrot pro Tier. Der Schweineversuch in Wels hätte ursprünglich so ähnlich in der Durchführung werden sollen, was aber wegen der Corona-Pandemie nicht möglich war. STALLJOHANN (2019) hält heimische Körnerleguminosen als wertvolle Futtermittel für die Schweinefütterung, die Sojaextraktionsschrot aus Übersee ersetzen sollen. Auch die UFOP gibt in ihren Praxisinformationen Auskunft über den Einsatz von Ackerbohnen, Körnerfüttererbsen, Süßlupinen und Sojabohnen in der Schweinefütterung (WEBER et al., 2020). In eigenen Tabellen werden die empfohlenen Mengen von diesen heimischen Körnerleguminosen für alle Entwicklungsstufen von Schweinen dargestellt, sogar für Ferkel. In einer früheren UFOP-Information wird im Speziellen darauf hingewiesen, dass der Wassergehalt der Lupinen bei der Einlagerung auf keinen Fall 12 % übersteigen soll, andernfalls kann es zu Schimmelbildung kommen, was wiederum durch die Bildung von

Toxinen sowohl die Tiergesundheit als auch die Leistung negativ beeinflussen kann (ROTH-MAIER et al., 2004). Dieser Hinweis zeigt aber doch, dass es selbst beim Anbau von Süßlupinen, welche im Vergleich zu den Andenlupinen wesentlich gleichmäßiger abreifen, Probleme bei der Einlagerung der Lupinensamen geben kann, weil niemals alle Lupinen den gleichen Reifestatus zum Druschzeitpunkt haben.

Möglichkeiten des Anbaus von Andenlupinen in Österreich

Ob Andenlupinen jemals Eingang in die österreichische Landwirtschaft finden werden, kann nicht gesagt werden, weil nach derzeitigem Informationsstand die Sojabohnen in direkter Konkurrenz zur Andenlupine stehen. Von der flächenmäßigen Nutzung liegt die Fläche von Süßlupinen für das Jahr 2019 bei 233 ha, während die Sojabohnen eine Fläche von 69.702 ha in Anspruch nehmen (BMLRT, 2020). Dabei werden nicht einmal auf den sauren Böden des Mühl- und Waldviertels Süßlupinen angebaut, wo sie gute Standortsbedingungen vorfinden. Landwirte wollen Kulturen anbauen, die ihnen einen einigermaßen sicheren Kornertrag bescheren. Da die Sojabohnen mittlerweile züchterisch so gut bearbeitet sind, dass es fast für jedes Ackerbaugesamt eine passende Sorte in der entsprechenden Reifegruppe gibt, haben Süßlupinen kaum Chancen angebaut zu werden. Zudem übertrifft die Sojabohne in ihrem Proteingehalt die Süßlupine, was ebenfalls keinen Anreiz bietet, diese Kultur in die Fruchtfolge zu stellen. Dazu kommen noch die nötigen Anbaupausen der Lupinen von mindestens 4-6 Jahren, bevor der Landwirt wieder auf demselben Acker Lupinen anbauen kann. Sojabohnen gelten hingegen als begrenzt selbstverträglich.

Ob die Andenlupine möglicherweise einmal im Gemengeanbau mit Silomais auf österreichischen Äckern zu finden sein wird, bleibt abzuwarten. Vielleicht sind Ergebnisse aus dem Projekt „LuMi-opt“ aus Deutschland so erfolgsversprechend, dass auch österreichische Landwirte dieses Gemenge aus Energiepflanzen und Leguminosen anbauen möchten.

Da es während der Projektlaufzeit gelungen ist, eine süße, sprich bitterstoffarme Sorte von Andenlupinen zu züchten, die auch schon in die Europäische Sortenliste eingetragen wurde, würde einer Verwendung dieser Variante auch für die Tierfütterung nichts entgegenstehen. Voraussetzung dazu ist natürlich eine entsprechende Saatgutverfügbarkeit, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt sicher noch nicht gegeben ist. Außerdem scheint diese neue Sorte eher für die Körnernutzung geeignet zu sein und nicht so sehr für die Erzeugung von Biomasse. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass die Züchtungsarbeiten bei der Andenlupine fortgesetzt werden und im Laufe der Zeit noch andere Andenlupinensorten herauskommen, von denen möglicherweise die eine oder andere eher Biomasse-betont ist. Mit solchen bitterstoffarmen und biomasse-betonten Sorten ließe sich der Anbau von Andenlupinen vielleicht auch in Österreich forcieren.

Die Stängel der Andenlupinen enthalten zu einem hohen Prozentanteil Fasern. Daher würden sich die Stängel auch gut für die Herstellung von Produkten eignen, in denen Rohfaser einen wichtigen Grundbestandteil bildet. Allerdings gibt es noch andere Pflanzenarten, die auch einen hohen Prozentanteil an Fasern enthalten, aber insgesamt einen höheren Trockenmassegehalt aufweisen. Es gilt aber trotzdem die positiven Eigenschaften der Leguminosen im Auge zu behalten, wie das Fixieren von Luftstickstoff und den Bodenaufschluss durch die Pfahlwurzel der Andenlupine sowie das Durchbrechen von Bodenverdichtungen. Somit hätte der Anbau von Andenlupinen eine sehr positive Wirkung, auch im Hinblick auf die Gestaltung einer Fruchtfolge, besonders der Auflockerung von Fruchtfolgen mit einem hohen Anteil an Getreide würde eine verstärkte Verwendung von Andenlupinen sehr entgegenkommen.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Herkünfte und Saatgutmengen der Andenlupinen im Jahr 2017	10
Tabelle 2: Verfügbare Saatgutmengen in Anzahl Körnern und Gewicht(g) 2018 -2020.....	10
Tabelle 3: Frisch- und Trockenmasse-Erträge (kg/ha) und Trockenmassegehalt (%) auf den beiden Standorten Lambach (Schlag 12/3) und Stadl-Paura (Schlag 2/1) im Jahr 2018	22
Tabelle 4: Frisch- und Trockenmasse-Ertrag (kg/ha) sowie Trockenmasse-Gehalt (%) der Andenlupine Branco auf den Standorten Lambach (Schlag 7) und Stadl-Paura (Schlag 33)	24
Tabelle 5: Mischungspartner für Andenlupinensilage und deren Mischungsverhältnis	28
Tabelle 6: Visuelle Beurteilung der Silagen und Geruchsbestimmung aus dem Jahr 2018.....	29
Tabelle 7: Visuelle Beurteilung der Silagen und Geruchsbestimmung aus dem Jahr 2019.....	29
Tabelle 8: Gärsäuren und pH-Werte der reinen Silagen im Jahr 2018	30
Tabelle 9: Gärsäuren und pH-Werte der reinen Silagen aus dem Jahr 2019	30
Tabelle 10: Daten aus Weender Analyse und Gerüstsubstanzen von Proben am Standort Trautenfels aus dem Jahr 2018.....	31
Tabelle 11: Einzelbestandteile der beiden Futterrationen für den Fütterungsversuch	33
Tabelle 12: Durchschnittliche Lebendgewichte, Tageszunahmen, Futteraufnahmen und Futterverwertung der 4 Versuchsgruppen.....	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Durchschnittliche Temperatur (°C) und Niederschlag (mm) von 2018 bis 2020 - Lambach	7
Abbildung 2: Durchschnittliche Temperatur (°C) und Niederschlag (mm) von 2017 bis 2020 - Trautenfels...	8
Abbildung 3: Parzellenplan 2017 für Lambach samt Abmessungen am Feld.....	11
Abbildung 4: Kornertrag (kg/ha) verschiedener Herkünfte von Andenlupinen an zwei Standorten im Jahr 2017 (Lambach und Trautenfels)	18
Abbildung 5: Kornerträge (kg/ha) der 4 Herkünfte mit und ohne Rhizobien an den Standorten Lambach und Trautenfels im Jahr 2018	18
Abbildung 6: Kornerträge (kg/ha) der 4 Herkünfte und Vergleichsarten an den drei Standorten Lambach, Stadl-Paura und Trautenfels.....	19
Abbildung 7: Kornerträge (kg/ha) der 4 Herkünfte an den Standorten Lambach, Stadl-Paura und Trautenfels im Jahr 2020.....	20
Abbildung 8: Frisch- und Trockenmasse-Erträge (dt/ha) sowie Trockensubstanzgehalt (%) an den beiden Standort Lambach (Schlag 12/3) und Stadl-Paura (Schlag 5/1) im Jahr 2017	21
Abbildung 9: Frisch- und Trockenmasse-Ertrag (kg/ha) sowie Trockenmasse-Gehalt (%) der Andenlupine Branco am Standort Trautenfels im Jahr 2018	23
Abbildung 10: Frisch- und Trockenmasse-Erträge (kg/ha) sowie Trockenmasse-Gehalt (%) der Andenlupine Branco am Standort Trautenfels im Jahr 2019	24
Abbildung 11: Durchschnittliche Prozentanteile der einzelnen Pflanzenteile an Gesamtpflanze am Standort Trautenfels in den Jahren 2018 und 2019.....	25
Abbildung 12: Ober- und unterirdische Biomasse-Erträge aller 4 Andenlupinenherkünfte am Standort Trautenfels im Jahr 2020	26
Abbildung 13: Ober- und unterirdische Biomasse-Erträge aller 4 Andenlupinenherkünfte am Standort Lambach im Jahr 2020	27

Literaturverzeichnis

BMLRT, 2020: Grüner Bericht. Tabellenteil – Anbauflächen.

Böhm, H./ Dauber, J./ Dehler, M./ Daniel, A./ Amthauer, G./ de Witte, T./ Fuß, R./ Höppner, F./ Langhof, M./ Rinke, N./ Rodemann, B./ Rühl, G./ Schittenhelm, S., 2020: Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen: ein Review. Journal für Kulturpflanzen, 72 (10-11), 489-509.

Hein, W./ Ablinger, D., 2020: Zwischenbericht zum LIBBIO-Projekt, 2020.

Imgraben, H./ Recknagel, J., 2010: Anbauleitung für Sojabohnen 2010. Regierungspräsidium Freiburg vom 19.03.2010. Unter: www.ltz-bw.de abrufbar.

Kanswohl, N., 2018: Schlussbericht zum Verbundvorhaben: Züchterische Evaluierung der Andenlupine (*L. mutabilis*) im Vergleich zur Weißen (*L. albus*) und zur Blauen (*L. angustifolius*) für die Bioenergienutzung: Teil 2: Ermittlung Methanausbeute. Unter: <https://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22407312.pdf>.

Mayrhofer, A., 2021: Die Andenlupine. Pflanzenbauliche Versuche im Rahmen des EU-Projektes LIBBIO im steirischen Trautenfels. Bachelorarbeit der Universität für Bodenkultur, Agrarwissenschaften, 44 pp.

Meyer, A. und Vogt, W., 2018: Lupinen in der Schweinemast. Info der LWK Niedersachsen, Unter: <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/753/article/28063.html>

Plarre, W., 1989: *Lupinus spec.* In Rehm: Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern. 2. Auflage, Bd. 4: Spezieller Pflanzenbau in den Tropen und Subtropen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 259-265.

Römer, P., 1990: Genetische und physiologische Untersuchungen an *Lupinus mutabilis* Sweet. Dissertation Gießen.

Römer, P., 1994: Lupinen-Verwendung und Anbau. 2. Auflage, Gesellschaft zur Förderung der Lupinen e.V., Rastatt.

Roth-Maier, D.A., Paulicks, B.R., Steinhöfel, O., Weiss, J., 2004: Inhalt, Futterwert und Einsatz von Lupinen in der Nutztierfütterung. UFOP-Praxisinformationen. aktualisierte Auflage, 2004, Berlin.

Roux, S.R, Höppner, F., Wiedow, D., Kanswohl, N., 2017: Züchterische Evaluierung der Andenlupine im Vergleich zur weißen und blauen Lupine für die Bioenergienutzung. Vortrag beim 2. Kongress der FNR „Mit Pflanzenzüchtung zum Erfolg“, 3.-4. April 2017, Berlin

Roux, S.R., 2019: PI Nr. 10: Lupine bringt Vielfalt in einseitigen Energiepflanzenanbau. Pressemeldung der JKI vom 18.03.2019.

Schuster, W., 1992: Ölpflanzen in Europa. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, ISDN 3769005015, 89-96

Stalljohann, G., 2019: Heimische Körnerleguminosen statt Sojaextraktionsschrot aus Übersee? Information der LWK Nordrhein-Westfalen. Unter: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion/schweinehaltung/fuetterung/leguminosen-statt-soja.htm>

Weber, M., Preissinger, W., Bellof, G., 2020: Ackerbohnen, Körnerfuttererbsen, Süßlupinen und Sojabohnen in der Schweinefütterung. UFOP-Praxisinformationen. 2. Aktualisierte Auflage, 2020, Berlin.

Wiedow, D., Beck, M., Schlegel, M., Roux, S.R., Kanswohl, N., 2017: Vergleich theoretischer Biogas- und Methanausbeuten mit Batchversuchen von Lupinenganzpflanzen. Poster bei 2. Kongress der FNR „Mit Pflanzenzüchtung zum Erfolg“, 3.-4. April 2017, Berlin.

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at