

# Bohnen ohne Ende?

Hülsenfrüchte in Mischkultur und Testanbau



**Verfasser**  
Lukas von Boetticher  
  
8045 Zürich  
Schweiz

**Maturitätsarbeit**  
Kantonsschule Freudenberg  
Betreut durch Herrn Thomas Hauser  
Abgegeben am 13.12.2022

# Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort.....	3
2 Einleitung.....	4
2.1 Eignung von Hülsenfrüchten für Anbauversuche.....	4
2.1.1 Relevanz und Potential von Hülsenfrüchten weltweit .....	4
2.1.2 Bedeutung für die menschliche Ernährung .....	5
2.1.3 Relevanz und Potential von Hülsenfrüchten in der Schweiz .....	5
2.1.4 Definition der Körnerleguminose .....	6
2.1.5 Studien mit Körnerleguminosen im deutschsprachigen Raum .....	6
2.1.6 Eignung von Körnerleguminosen für eine Maturitätsarbeit.....	7
2.2 Die Mischkultur.....	7
2.2.1 Eigenschaften der Mischkultur .....	7
2.2.2 Relevanz und Potential der Mischkultur weltweit.....	8
2.2.3 Relevanz und Potential der Mischkultur in der Schweiz .....	9
2.2.4 Mischkulturen mit Körnerleguminosen .....	10
2.2.5 Anwendung der Mischkultur in dieser Maturitätsarbeit.....	11
2.3 Leitfragen.....	12
2.4 Hypothesen.....	13
2.4.1 Mischkulturexperiment .....	13
2.4.2 Testanbau verschiedener Körnerleguminosen.....	14
3 Material und Methoden.....	16
3.1 Mischkulturexperiment .....	16
3.1.1 Grundsätzliches.....	16
3.1.2 Wahl der Sorten .....	16
3.1.3 Wahl des Saatguts.....	17
3.1.4 Wahl der Erde .....	17
3.1.5 Anzahl und Anordnung der Pflanzen .....	17
3.1.6 Dokumentation .....	18
3.1.7 Ablauf des Experiments .....	18
3.1.8 Anpassungen im Verlaufe des Experiments .....	20
3.1.9 Mögliche Störfaktoren .....	20
3.2 Testanbau verschiedener Körnerleguminosen.....	21
3.2.1 Grundsätzliches.....	21
3.2.2 Wahl der Sorten .....	21

3.2.3 Wahl des Saatguts.....	24
3.2.4 Wahl der Erde .....	24
3.2.5 Anzahl Pflanzen pro Topf, Topfgrösse und Standort .....	25
3.2.6 Dokumentation .....	26
3.2.7 Ablauf des Experiments .....	26
3.2.8 Anpassungen im Verlaufe des Experiments .....	27
3.2.9 Mögliche Störfaktoren .....	27
4. Resultate.....	29
4.1 Mischkulturexperiment im Freiland .....	29
4.1.1 Ertrag in absoluten Zahlen .....	29
4.1.2 Ertrag relativ zu den anderen Kombinationen .....	30
4.1.3 Ertrag der Mischkulturen insgesamt.....	31
4.2 Balkonmischkulturen .....	32
4.3 Testanbau verschiedener Körnerleguminosen.....	33
4.3.1 Übersicht.....	33
4.3.2 Ergebnisse im Detail.....	33
5. Diskussion .....	35
5.1 Mischkulturexperiment .....	35
5.1.1 Beantwortung der Hypothesen .....	30
5.1.2 Weitere Beobachtungen .....	40
5.1.3 Ausblick .....	41
5.2 Testanbau verschiedener Körnerleguminosen.....	41
5.2.1 Beantwortung der Hypothesen .....	41
5.2.2 Ausblick .....	44
5.3 Anmerkung zum Potential von Hülsenfrüchten und Mischkulturen .....	44
6 Dank.....	46
7 Abstract .....	47
8 Glossar .....	48
9 Literaturverzeichnis .....	49
10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	55
11 Anhang.....	56
11.1 Ertrag der Mischkulturen (absolut) .....	56
11.2 Ertrag der Mischkulturen (relativ) .....	57
11.3 Ergebnisse des Testanbaus verschiedener Körnerleguminosen .....	58

# 1 Vorwort

Ich gärtnere sehr gerne. Das hat früh begonnen mit Chilis im Zimmer und einem hundert Quadratmeter grossen Garten, den meine Eltern ab 2013 für mich mieteten. In diesem Garten verbrachte ich einen Grossteil meiner Freizeit, wobei ich zuerst die Hälfte und in den letzten Jahren den ganzen Garten bewirtschaftete.

Da ich Fachbücher zum Thema las und ich mich sehr viel damit auseinandersetzte, hielt ich in der Primarschule einen Vortrag über *Oca Oxalis tuberosa*, einen Sauerklee mit essbaren Knollen. Ich erstellte ausserdem ein kurzes Heft über Stauden und ihre Blütezeit. Dieses Heft entstand als Begleitprojekt zur Bepflanzung des Pausenhofs mit diversen ProSpecieRara-Blühpflanzen<sup>1</sup>. Dies war gewissermassen meine erste praktische Arbeit mit Begleitkommentar.

Im Gymnasium konnte ich mein Interesse an Pflanzen nur selten in den Unterricht integrieren. Allerdings durfte ich meine Arbeiten in den projektorientierten interdisziplinären Kursen unserer Schule über die Entstehung der Dreizelgenwirtschaft (Anbautechnik bei der drei Kulturen jährlich rotieren) und deren ehemals grosse Bedeutung in der Schweiz schreiben.

Deshalb war für mich klar, dass ich eine praktisch ausgerichtete Maturaarbeit mit einem Schwerpunkt auf dem Anbau von Nutzpflanzen in Angriff nehmen wollte. In einem langwierigen Ausschlussverfahren entschied ich mich für Körnerleguminosen und kombinierte den Test verschiedener Mischkulturen mit einem Versuchsanbau von Sorten, welche bis anhin in der Schweiz verhältnismässig unbekannt sind. Dies hatte den Nachteil, dass ich in den Experimenteilen sehr viel Zeit und Ressourcen investieren musste. Dafür konnte ich, je nach Erfolg des Anbaus und Relevanz der Ergebnisse, die einzelnen Experimenteilen verschieden gewichten konnte. So ist nun trotz vieler Rückschläge und Fehleinschätzungen eine Arbeit entstanden, mit der ich zufrieden bin.

Diese Arbeit richtet sich an alle Personen, welche Freude am Gärtnern und Ausprobieren haben. Sie soll als eine Art Erfahrungsbericht gesehen werden und niemanden davon abhalten, auch die Kombinationen und Sorten, welche weniger gut gediehen sind, auszutesten. Ich hoffe aber, dass sie dem/der Leser\*in Freude bereitet und anregt, etwas zu versuchen. Ob dies nun eine dieser Sorten und Mischkulturkombinationen betrifft, oder ob allgemein mal wieder einen Blick auf den Garten, den Balkon oder das Fensterbrett geworfen wird.

---

<sup>1</sup> ProSpecieRara ist ein Verein, der sich für die Erhaltung gefährdeter Kulturpflanzen und Nutztiere einsetzt. Die offizielle Website ist zu finden unter [www.prospecierara.ch](http://www.prospecierara.ch) (stand 2.12.2022)

## 2 Einleitung

### 2.1 Eignung von Hülsenfrüchten für Anbauversuche

#### 2.1.1 Relevanz und Potential von Hülsenfrüchten weltweit

Bohnen, Erbsen, Linsen und andere Hülsenfrüchte verfügen über diverse positive Eigenschaften im Anbau: Sie bringen viel Ertrag auf wenig Fläche, wachsen dank Knöllchenbakterien auch auf nährstoffarmen Böden und gewisse Arten schützen zudem vor Bodenerosion (Calles, 2019).

Hülsenfrüchte sind elementar für die weltweite Nahrungsmittelproduktion (Kötter, 2020). Aufgrund des hohen Proteingehaltes werden Hülsenfrüchte wie Sojabohnen und Puffbohnen oft als Viehfutter eingesetzt und sind aus der Nutztierhaltung in Europa nicht mehr wegzudenken. 2007 importierte die Europäische Union 30 Millionen Tonnen Soja, 2015 sind es bereits 36 Millionen Tonnen Soja für Tiernahrung, welches auf 16 Millionen Hektaren Land angebaut wurde – beinahe viermal die Fläche der Schweiz (Chemnitz, 2015). (Colsell, 2019)

Gleichzeitig können Hülsenfrüchte einen entscheidenden Beitrag für die Reduktion des Fleischkonsums leisten, indem sie tierische Proteine ersetzen können (siehe auch Kap. 2.1.2). In den Ländern mit geringem Fleischkonsum wie Indien sind Hülsenfrüchte ein Grundnahrungsmittel (Dudda, 2016). Eine Reduktion des Fleischkonsums ist dringend nötig, denn der hohe Nutztierbestand belastet Böden und Gewässer, führt zu einem hohen Flächenverbrauch und trägt entscheidend zum Klimawandel bei. Dennoch steigt der weltweite Fleischkonsum pro Kopf und damit der Nutztierbestand weiter an. Die Zahl der Hühner weltweit stieg beispielsweise in den letzten 20 Jahren um 130 Prozent an (Statistisches Bundesamt DESTATIS, 2022).

Aufgrund des Klimawandels wird ausserdem weltweit das Wasser knapp. Die Produktion eines Kilogramms Linsen benötigt rund fünfzig Liter Wasser (FAO, 1997), ein Kilogramm Rindfleisch 15'415 Liter (The Guardian Datablog, 2013). Generell haben Hülsenfrüchte zwar im Vergleich zu anderen Pflanzen einen höheren Wasserverbrauch, rechnet man aber den Wasserverbrauch pro Gramm Protein ein, schneiden sie am besten ab (Mekonnen, 2010). Daneben gibt es viele Arten, wie beispielsweise die Straucherbse (Götze, 2017), welche mit nur sehr wenig Wasser auskommen.

Weltweit und insbesondere in Europa und Nordamerika werden viele synthetische Düngemittel eingesetzt. Dies hat verheerende Folgen. Die Bodenfruchtbarkeit leidet langfristig, da die gängigen Stickstoffdünger den Abbau von Hummus beschleunigen (Chemnitz, 2015). Stickstoff belastet die Gewässer und die Herstellung von Düngemitteln ist sehr energieintensiv (Umweltbundesamt Deutschland, 2022). Die Düngerpreise steigen schneller an als die Lebensmittelpreise, weshalb die Bauern einen immer grösseren Betrag dafür ausgeben müssen (Chemnitz, 2015). Stickstoffdünger fördern zudem den Klimawandel, indem sie den Lachgasausstoss des Bodens erhöhen (Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement, 2010).

Hülsenfrüchte benötigen praktisch keinen künstlichen Stickstoffdünger. Im Gegenteil: Laut Schätzungen der *Food and Agriculture Organization* (FAO) lagern sie jährlich weltweit fünf bis sieben Millionen Tonnen Stickstoff im Boden ein (Patrick Zoll, 2016).

Aufgrund der grossen Bedeutung für die menschliche und tierische Ernährung sind Hülsenfrüchte wirtschaftlich gesehen nach den Gräsern (wie beispielsweise Getreide) die zweitwichtigste Pflanzengruppe (Oregon State University, 2019).

### 2.1.2 Bedeutung für die menschliche Ernährung

Nährwerttechnisch besitzen Hülsenfrüchte interessante Eigenschaften: Hülsenfrüchte enthalten dreimal so viel Eiweiss wie Reis und nur wenige gesättigte Fettsäuren. Zudem enthalten sie wichtige Vitamine und Mineralstoffe und sind glutenfrei (Kürschner-Pelkmann, 2016).

Hülsenfrüchte werden nicht nur wegen des hohen Proteingehaltes als Fleischersatz verwendet, sondern auch wegen der Zusammensetzung der Proteine. Ein grosses Problem bei einer vegetarischen oder veganen Ernährung ist die Gefahr einer Mangelernährung aufgrund eines Mangels an essenziellen Nährstoffen (Eidgenössische Ernährungskommission, 2007). Während tierische Eiweisse praktisch alle essenziellen Aminosäuren enthalten (sie sind «vollwertig»), ist dies bei den pflanzlichen Eiweissen nicht immer der Fall. Grundnahrungsmittel wie Mais und Weizen erzielen auf dem DIAAS Index<sup>2</sup> einen Wert von rund 0,36 beziehungsweise 0,4, Sojabohnen hingegen 0,996 (Herreman, 2020). Kombiniert man Getreide mit Hülsenfrüchten entsteht meistens ein vollwertiges Produkt. Eine Mischung aus Mais und Bohnen ist genauso vollwertig wie eine Mahlzeit mit Fleisch (DPA, 2022).

### 2.1.3 Relevanz und Potential von Hülsenfrüchten in der Schweiz

In der Schweiz waren Hülsenfrüchte, insbesondere die Puffbohne, schon früh bedeutend. Nachdem im 16. Jahrhundert Gartenbohnen eingeführt wurden wuchs ihre Bedeutung noch weiter. Rund um den Zürichsee bildeten sie im 17. Jahrhundert den Brotersatz. Im Jahr 1926 wurden laut Schätzungen des Bauernverbandes auf fast der Hälfte der Gemüseanbaufläche Hülsenfrüchte kultiviert. Dies entsprach jedoch einem Rückgang von über 20 Prozent in neun Jahren. In Deutschland hat sich der Anbau von Hülsenfrüchten in den 35 Jahren zuvor beinahe halbiert. Vor allem Linsen und Lupinen verloren massiv an Bedeutung. Die Lupine war 1878 zusammen mit der Erbse die bedeutendste Hülsenfrucht und wurde in Deutschland auf einer Fläche von über 400'000 Hektaren kultiviert (Kuczynski, 1917). Hauptgrund für den Bedeutungsverlust war das Aufkommen der Kartoffel und das Ende der Dreifelderwirtschaft\*(Der Stern bedeutet, dass dieser Begriff im Glossar zu finden ist). Seit dem Ende des zweiten Weltkriegs wurden bis 1980 noch auf durchschnittlich einem Drittel der Gemüseanbaufläche Hülsenfrüchte angebaut. (Mattmüller, 2011) (SBV, 1926)

---

<sup>2</sup> Das Konzept der «biologischen Wertigkeit» und das des PDCAAS sind inzwischen veraltet und werden deshalb hier nicht aufgeführt, obwohl sie eindeutiger Werte besitzen. Die FAO entwickelte deshalb den DIAAS. Vereinfacht gesagt untersucht der DIAAS welche essenzielle Aminosäure die limitierende (die am wenigsten im Nahrungsmittel vorhandenen) ist und bewertet deren Verfügbarkeit im Vergleich zur benötigten Menge. Als Vergleichsgrösse mit dem Wert 1 wird hier Vollei genommen. Es bleibt anzumerken, dass für Kleinkinder ein anderer Wert gilt, da sie andere Bedürfnisse haben und dass die Statistik einen recht hohen Fehlerbereich aufweist. Für mehr Informationen bitte den Bericht der FAO oder die hier zitierte Studie konsultieren.

Im Jahr 2020 wurden in der Schweiz auf rund sechstausend Hektaren Hülsenfrüchte für die Trockenernte und Frischernte angebaut. Dies ist eine anteilmässig sehr kleine Fläche. Sie hat sich aber in den letzten zwanzig Jahren fast verdoppelt. Die Hülsenfrüchte werden jedoch nahezu ausschliesslich als Futtermittel für die Tierhaltung verwendet. (Erdin & al., 2021)

Über zwei Drittel der in der Schweiz verfütterten Pflanzenproteine werden aus Soja gewonnen und nur ein verschwindend geringer Teil stammt aus der Schweiz (Lütold, 2021). Müsste die Schweiz alle Sojaimporte durch Hülsenfrüchte aus einheimischer Produktion decken, würde dies eine grössere Fläche als alle in der Schweiz für den menschlichen Verzehr kultivierten Pflanzen benötigen (Lütold, 2021) (Erdin & al., 2021) (Statista, 2022).

Das Bundesamt für Landwirtschaft verortet in einem diesjährigen Bericht ein grosses Potential für pflanzliche Ersatzprodukte, die tierische Lebensmittel ersetzen. Von den acht Pflanzenarten, welche aufgrund ihres grossen Potentials ausgewählt wurden, sind fünf Hülsenfrüchte: Eiweisserbsen, Kichererbsen, Linsen, Ackerbohnen und Lupinen. (Bundesamt für Landwirtschaft, 2022)

Auch der Schweizer Bauernverband sieht das Hauptpotential in der Produktion von Hülsenfrüchten für die menschliche Ernährung (Ramseyer, 2021). Ein vermehrter Anbau ist auch aufgrund der Fruchtfolge\* wünschenswert. Im Idealfall entfallen rund elf Prozent der Ackerfläche auf Hülsenfrüchte, momentan sind es nur rund eineinhalb Prozent (Dudda, 2016).

#### 2.1.4 Definition der Körnerleguminose

Im Folgenden wird hauptsächlich auf Körnerleguminosen eingegangen. Während auch der Johannisbrotbaum oder Klee Hülsenfrüchte sind, werden mit Körnerleguminosen Erbsen, Bohnen und alle weiteren Leguminosen bezeichnet, deren getrocknete Körner für die menschliche oder tierische Ernährung genutzt werden. (Klaiss, 2022).

#### 2.1.5 Studien mit Körnerleguminosen im deutschsprachigen Raum

Es gibt bereits einige Experimente mit Körnerleguminosen. Im Bioanbau hat das *Forschungsinstitut für biologischen Landbau* beispielsweise während zehn Jahren verschiedene Mischkulturen ausgetestet (Projekte mit Hülsenfrüchten, 2022).

Mischkulturen zwischen den verschiedenen Körnerleguminosen wurden jedoch nur selten in Betracht gezogen und untersucht. Eine Ausnahme bildet die Mischkultur Erbse-Linse (Projekte mit Hülsenfrüchten, 2022). Dabei hätten solche Mischkulturen den Vorteil, dass sie nur aus Schwachzehrern (Kulturen, welche nur wenige Nährstoffe benötigen und in diesem Fall sogar Stickstoff im Boden einlagern) bestehen und daher problemlos in die Fruchtfolge integriert werden können.

### 2.1.6 Eignung von Körnerleguminosen für eine Maturitätsarbeit

Für die Wahl der Hülsenfrüchte waren, nebst den oben bereits benannten Vorteilen, folgende Kriterien ausschlaggebend: Sie sind in unserem Klima meist einjährig (Achim, 2016), ich hatte bereits viel Erfahrung im Anbau von ihnen, sie kommen auch mit nicht perfekten Bedingungen gut zurecht und sind mit über 20'000 Arten sehr divers (Azani, 2017).

Viele Körnerleguminosen, welche in anderen Teilen der Welt einen Hauptbestandteil der Ernährung darstellen, werden in der Schweiz nicht angebaut oder wurden noch gar nie für den Freilandanbau getestet.

## 2.2 Die Mischkultur

### 2.2.1 Eigenschaften der Mischkultur

Eine Mischkultur ist eine Anbautechnik, bei der zwei oder mehr Pflanzenarten auf der gleichen Anbaufläche gepflanzt werden. Mit der Methode soll die Biodiversität und der Ertrag pro Fläche erhöht werden, indem die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Pflanzenarten genutzt werden. Einige Pflanzen fördern sich gegenseitig und andere hemmen sich gegenseitig, in dem sie zum Beispiel die gleichen Nährstoffe brauchen (Fassmann, 2015). Daher werden in der Mischkultur gezielt Pflanzen zusammen kultiviert, bei denen eine Pflanze von der anderen profitiert oder im Idealfall alle Pflanzen voneinander profitieren. Der Ernteertrag kann mittels Mischkultur beachtlich gesteigert werden. Die Risiken, welche eine Monokultur\* mit sich bringt, werden vermieden. (Fassmann, 2015)

Mischkulturen sind allerdings oft maschinell schwieriger zu bearbeiten und zeitaufwändiger (Vieweg, 2021). In Europa sind zudem wenige auf den Mischkulturanbau optimierte Sorten erhältlich, was sich negativ auf den Ertrag auswirkt (Rüegg, 2021).

Die Mischkultur bietet viele verschiedene Möglichkeiten, um unterschiedliche Eigenschaften zum Vorteil der einzelnen Kulturen zu kombinieren. Durch die Komplexität des Zusammenspiels der verschiedenen Bedürfnisse und Eigenschaften gibt es aber Eigenheiten, welche noch nicht abschliessend erklärt werden konnten. Da die Wahl der Sorte, das Klima und die Eigenschaften des Bodens bei manchen Mischkulturen einen entscheidenden Einfluss haben, ist das Ergebnis oft nicht eins zu eins übertragbar auf andere Anbaubedingungen. (Fassmann, 2015)



Abb. 5/6

Links: Hülsen geernteter Bohnen (Auswahl)

Rechts: Hülse und Körner der Sojabohne



## 2.2.2 Relevanz und Potential der Mischkultur weltweit

In Europa und Nordamerika besitzen Mischkulturen derzeit einen sehr geringen Stellenwert (Science Media Center Germany, 2020). Die Mischkultur wird vor allem in Gärten und im biologisch-dynamischen Landbau angewandt (Fassmann, 2015) und auch dort nur selten.

Einer der Gründe hierfür ist, dass die Mischkultur eine Methode ist, welche vor allem in der kleinräumigen Landwirtschaft und in Gärten viele Vorteile bringt (Fassmann, 2015). Dadurch, dass zwei oder mehr Kulturen mit oft unterschiedlichen Aussaat- und Erntezeitpunkten auf einer Fläche kultiviert werden, wird der Einsatz grosser Maschinen erschwert oder es werden hochspezialisierte Geräte benötigt. In einer von der Europäischen Union in Auftrag gegebenen Studie war das Fehlen dieser Maschinen das von Landwirten am häufigsten von sich aus genannte Hindernis (Alison, 2018).

Diese Studie zeigte weitere Hindernisse für das Anbauen von Mischkulturen auf. Als Hauptprobleme wurden fehlendes Wissen sowie die Komplexität der Mischkultur im Anbau, der Pflege, bei der Ernte und der Verarbeitung identifiziert. Ein umfassender Nachweis des Nutzens wurde aufgrund zu weniger Studien nicht als gegeben angesehen. Die hohen Kosten waren entscheidend für den Verzicht auf Mischkulturen in der Züchtung. (Alison, 2018)

Das fehlende Wissen mag erstaunen, waren Mischkulturen doch vor einigen Jahrhunderten in Europa gang und gäbe. Ausserdem war die genetische Vielfalt innerhalb der einzelnen Kulturen so gross, dass eine einzelne Kultur bereits eine enorme Variabilität aufwies. Dies führte zwar zu variierenden Erntezeitpunkten und unterschiedlichen Merkmalen einzelner Pflanzen, allerdings erhöhte es die Biodiversität und die Toleranz gegenüber Schädlingen. (Hillel, 2009)

Mit dem Aufkommen der Mono- und Reinkulturen\*, sowie einer stark fortgeschrittenen Züchtung, die dazu führte, dass Sorten einheitlicher wurden in ihren Eigenschaften, verschwand diese Variabilität (Hillel, 2009). Heute ist daher bei vielen Bauern nur noch wenig Wissen über Mischkulturen vorhanden. Es ist aufgrund der oben aufgeführten Abhängigkeiten von Sortenwahl und Standort, sowie dem Fehlen von Studien, nicht einfach, sich dieses Wissen anzueignen.

Die Komplexität der Mischkultur ist vor allem auf hochindustrialisierten Anbauflächen ein Problem, da wenig Zeit für Aussaat, Pflege und Ernte pro Feld zur Verfügung steht. In den letzten Jahrzehnten wurden in Nordamerika und Europa die Landwirtschaftsbetriebe immer grösser, die Anzahl der Betriebe ging jedoch kontinuierlich zurück (Eurostat, 2019). Des Weiteren sind immer weniger Personen in der Landwirtschaft beschäftigt (Eurostat, 2019). Dies führt dazu, dass mit einer möglichst grossen Reduktion des Pflegeaufwandes und einer hohen Automatisierung versucht wird, möglichst wenig Arbeit in die Kultur der Pflanzen und deren Verarbeitung investieren zu müssen (Gantenbein, 2022).

Dies zeigt, dass Mischkulturen selten angewendet werden, weil unsere Landwirtschaft nicht darauf ausgerichtet ist. Dort, wo die Landwirtschaft aufgrund hoher Löhne und niedriger Nahrungsmittelpreise stark mechanisiert ist, werden meist keine Mischkulturen angewendet.

Diese industrialisierte und ressourcenintensive Form der Landwirtschaft ist allerdings stark unter Druck geraten. Viele Expert\*innen schreiben der kleinräumigen, biologisch-dynamischen Landwirtschaft ein grosses Potential zu (Universität Göttingen, 2017). Aufgrund sich schnell ändernder Umweltbedingungen, einer fehlenden Biodiversität und immer mehr Ernteaussfällen werden Rein- und Monokulturen zunehmend zu einem Risiko (Schöb, 2018).

In anderen Ländern wie zum Beispiel China bilden Mischkulturen einen festen Bestandteil der Landwirtschaft. Auch in der Subsistenzwirtschaft in vielen Ländern Afrikas sind Mischkulturen vorhanden (Science Media Center Germany, 2020). Dort hat sich gezeigt, dass Mischkulturen den Ertrag erhöhen. In einer globalen Metastudie bei der hunderte Datensätze ausgewertet wurden, hatten Mischkulturen höhere Erträge bei gleichzeitiger Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln (um bis zu einem Drittel). Im Schnitt hatten Mischkulturen einen 1'500 Kilogramm höheren Ertrag pro Hektar. (Li, 2022)

In einem Kommentar dazu wies der Leiter der Forschungsgruppe Pflanzenzüchtung des *Forschungsinstituts für biologischen Landbau* darauf hin, dass in Europa Mischkultursysteme schlechter funktionieren als in anderen Ländern, da man züchterisch noch «in den Kinderschuhen» stecke. Dennoch würden auch in Europa Mischkulturen einen zwischen zehn und dreissig Prozent höheren Ertrag aufweisen. Er wies darauf hin, dass Mischkulturen gerade bei extremen Verhältnissen konstantere Erträge liefern und deshalb mit dem Klimawandel attraktiver werden würden. (Science Media Center Germany, 2020)

### 2.2.3 Relevanz und Potential der Mischkultur in der Schweiz

In der Schweiz besitzen Mischkulturen derzeit vor allem in Gärten und alternativen Anbausystemen, wie zum Beispiel der Permakultur, Bedeutung. 2016 wurden nur 0,03% der Brotgetreideanbaufläche und 0,36% der Futtergetreidefläche in Mischkulturen kultiviert (Bundesamt für Landwirtschaft, 2017). Dennoch wird der Mischkultur auch hierzulande ein grosses Potential zugetraut. In einer Studie der ETH konnte gezeigt werden, dass Mischkulturen mit zwei Pflanzenarten in der Schweiz im Durchschnitt einen um einundzwanzig Prozent höheren Ertrag und Mischkulturen mit vier Pflanzenarten einen um vierundvierzig Prozent höheren Ertrag aufweisen. Die Pflanzen wiesen aber eine höhere Blattmasse auf, was zu weniger Fruchtbildung führte. Nach Ansicht der Studienautoren könnte der Ertrag noch weiter gesteigert werden, wenn die Züchtung vermehrt auf Mischkulturen ausgerichtet würde. Im Experiment wurden ausserdem keine Pestizide eingesetzt und trotzdem hohe Erträge erzielt, was einen weiteren Vorteil von Mischkulturen aufzeigt. Einer der Studienautoren verglich Monokulturen mit einem «perfekt geklonten Fussballteam aus lauter Angreifern, die alle in einer Platzhälfte stehen und Tore schiessen, aber keiner verteidigt» und sieht ein grosses Potential für Mischkulturen in der Schweiz, da sie unter anderem weniger anfällig für Krankheiten und Schädlinge sind (Schöb, 2018). Gewissermassen sind Mischkulturen also defensiv besser aufgestellt. (Rüegg, 2021)

#### 2.2.4 Mischkulturen mit Körnerleguminosen

Die wohl bekannteste Mischkultur bilden die sogenannten «drei Schwestern»: Mais, Stangenbohnen und Kürbisse werden zusammen gepflanzt. Der Mais bietet der Stangenbohne eine Stützhilfe, die Stangenbohne bindet Stickstoff, den der Mais und der Kürbis nutzen können. Der Kürbis unterdrückt mit seinen grossen Blättern das Unkraut. (Landon, 2008)

Diese bei den amerikanischen Ureinwohnern verbreitete Mischkultur zeigt den grundsätzlichen Vorteil von Hülsenfrüchten in Mischkulturen auf: Sie lagern Stickstoff im Boden ein, den andere Pflanzen nutzen können. Nahezu alle Kohlarten, das meiste Fruchtgemüse und viele weitere Gemüse sind Starkzehrer\*, benötigen also viel Stickstoff (Fassmann, 2015). Auch das meiste Getreide braucht Stickstoff und wird deshalb oft gedüngt (Landwirtschaftskammer Deutschland, 2020).

Das *Forschungsinstitut für Biologischen Landbau* hat viele Experimente mit Mischkulturen zwischen Körnerleguminosen wie Lupinen, Ackerbohnen, Eiweisserbsen und Getreide durchgeführt (Forschungsinstitut für biologischen Landbau, 2020). Für Gemüse gibt es viele Tabellen in diversen Gartenmagazinen und Zeitschriften, von denen sich jedoch viele widersprechen. Eine gute Zusammenfassung der verschiedenen Informationen findet sich im Buch «*Auf gute Nachbarschaft!*» von Nathalie Fassmann (Fassmann, 2015). In der Schweiz wurden erst wenige Studien zu reinen Gemüsemischkulturen mit Hülsenfrüchten durchgeführt.

Wichtig für die Wahl der Mischkulturen ist ausserdem die Fruchtfolge. Das Problem bei einer Mischkultur aus zwei oder mehr Arten unterschiedlicher Familien ist, dass es schwierig wird, die Fruchtfolge einzuhalten. Wird zum Beispiel eine Kombination aus Kohl und Hülsenfrüchten gepflanzt, so soll in den nächsten sechs bis acht Jahren kein Kreuzblütler (Rot/Weisskohl, Blumenkohl, Broccoli, Kohlrabi, Raps etc.) dort wachsen und in den nächsten fünf Jahren keine Hülsenfrüchte kultiviert werden (Fassmann, 2015). Dies engt die Auswahl stark ein, weshalb es unter Berücksichtigung der Fruchtfolge mehr Sinn ergibt, nur eine Pflanzenfamilie pro Beet/Fläche zu pflanzen. Oft bremsen sich naheverwandte Pflanzen in der Mischkultur aber aus (Fassmann, 2015). Dennoch können sie auch positive Auswirkungen aufeinander haben. Im Gegensatz zu Kohlgewächsen sind Hülsenfrüchte keine Starkzehrer und konkurrenzieren deshalb nicht um den Stickstoff im Boden (Fassmann, 2015). Die Erträge sind stabiler, die Fläche wird besser genutzt und je nach Kombination kann auch eine höhere Resistenz gegenüber Schädlingen erreicht werden.

Ein eindrückliches Beispiel hierfür ist die zwischen 1998 und 1999 in Yunnan auf 3'300 Hektaren getestete Mischkultur zwischen Klebereis und Hybridreis, welche den Ertrag des Klebereises um achtundneunzig Prozent erhöhte. Die verschiedenen Höhen der Mischkulturpartner waren entscheidend für die Schaffung eines Mikroklimas, in dem sich der Pilz *Magnaphorte grisea* nicht mehr gut ausbreiten konnte. (Hillel, 2009)

Die Mischkultur von verschiedenen Leguminosen ist ausserdem interessant, da es bei vielen Kombinationen keine oder widersprüchliche Informationen gibt – so behaupten einige Autor\*innen, dass sich Puffbohnen und Erbsen gut kombinieren lassen und andere das Gegenteil (Marie, 2017) (Fassmann, 2015).

### 2.2.5 Anwendung der Mischkultur in dieser Maturitätsarbeit

In dieser Maturitätsarbeit werden Mischkulturen mit Körnerleguminosen getestet, wobei im Gegensatz zu den meisten Mischkulturen jeweils zwei Sorten der gleichen Pflanzenfamilie kombiniert werden. Dies ist ungewöhnlich (Fassmann, 2015), sorgt jedoch für einen kohärenteren Zusammenhang der Arbeit und bietet vor allem eine Möglichkeit, die Mischkultur zu verwenden und trotzdem weiterhin die Fruchtfolge einzuhalten.

Der Erfolg von Mischkulturkombinationen ist (wie anfangs beschrieben) oft sehr abhängig von der Sorte, der Klimazone und der Anbauweise. Deshalb wird zum Beispiel ein in Zürich auf kleiner Fläche durchgeführtes Experiment nicht unbedingt die exakt gleichen Ergebnisse aufweisen wie das gleiche Experiment auf grossen Feldern in Kanada.

Das bedeutet aber auch, dass die von mir getesteten Mischkulturen einzigartige Daten liefern, die dennoch auch für andere Standorte ein guter Indikator sein können.



Abb. 5/6/7  
Oben: Die beiden Kombinationen Feuerbohne/ Stangenbohne und Feuerbohne/ Buschbohne Mitte Juni.  
Unten links: Getrocknete 'Borlotto Rosso'-Buschbohnen,  
Unten rechts: Dieselben Buschbohnen im Beet während des Versuchs.

## 2.3 Leitfragen

Ich habe mich in dieser Maturaarbeit der Untersuchung verschiedener Mischkulturen bekannter Körnerleguminosen und einem Testanbau von verschiedenen in der Schweiz wenig oder gar nicht bekannten Körnerleguminosen gewidmet. Dabei stellte ich mir die folgenden Leitfragen:

### **Leitfrage LF1:**

*Wie unterscheiden sich bei konstanten Anbaubedingungen die Ernteerträge von Mischkulturen aus jeweils zwei Hülsenfrüchten?*

### **Leitfrage LF2:**

*Wie gedeihen in der Schweiz unübliche Hülsenfrüchte unter den hiesigen Anbaubedingungen und gibt es Sorten, die für den grossflächigen Anbau geeignet wären?*

Ich setzte bei der ersten Leitfrage hauptsächlich auf einen Vergleich zwischen den verschiedenen Mischkulturen, da die absoluten Ernteerträge an verschiedenen Standorten sehr variieren können (Berner, 2013). Bei einem sehr ähnlichen Standort (was Exposition und Bodenbeschaffenheit angeht) besteht jedoch eine gewisse Vergleichbarkeit zwischen den Mischkulturen.

Von der Schule bekam ich vier Beete zur Verfügung gestellt, um mein Experiment durchzuführen. Daher habe ich beschlossen, mich zur Beantwortung der ersten Leitfrage auf fünf verschiedene Körnerleguminosen zu beschränken (Buschbohnen, Stangenbohnen, Feuerbohnen, Erbsen und Puffbohnen) und den zweiten Teil auf meinem Balkon und in meinem Garten umzusetzen.

Um mich bei diesen grossen Fragestellungen nicht in Details zu verlieren und ein Hauptaugenmerk auf einzelne Schwerpunkte richten zu können habe ich ausserdem einundzwanzig Hypothesen aufgestellt, welche sich trotz einer kleinen «Stichprobe»/ einer kleinen Anbaufläche gut bestätigen oder falsifizieren lassen.

Die Leitfragen und Hypothesen wurden alle vor der Durchführung der Versuche formuliert und wurden inhaltlich nicht verändert.

## 2.4 Hypothesen

### 2.4.1 Mischkulturexperiment

#### **Hypothese H1.1**

Die Mischkultur aus Feuerbohnen und Stangenbohnen ist vergleichsweise weniger ertragreich als Mischkulturen dieser Arten mit anderen Körnerleguminosen. Dies, weil beide Arten hochrankend sind (Marianna, 2014) und sie sich deshalb bei geringen Pflanzabständen gegenseitig Licht und Platz wegnehmen.

#### **Hypothese H1.2**

Die Körner der Feuerbohnen werden nicht mehr alle typischen Eigenschaften der gewählten Sorte aufweisen. Dies, weil sich Feuerbohnen mit Gartenbohnen verkreuzen können (Sondermeier, 2014).

#### **Hypothese H1.3**

Die Mischkultur zwischen Erbse und Puffbohne wird einen verhältnismässig geringeren Ertrag beider Sorten aufweisen. Dies, weil sie in allen anderen Kombinationen fünf Wochen Wachstumsvorsprung auf den Mischkulturpartner haben.

#### **Hypothese H1.4**

Die beiden Kombinationen Erbse-Buschbohne und Puffbohne-Buschbohne werden besonders hohe Erträge für die Erbse, beziehungsweise die Puffbohne ergeben. Dies, weil in den anderen Kombinationen die Stangen- und Feuerbohne über sie hinausranken werden und sie werden deshalb weniger Licht zur Verfügung haben wird als in der Kombination mit der Buschbohne.

#### **Hypothese H1.5**

Der Mischkulturpartner der Puffbohne wird mit Blattlausbefall zu kämpfen haben. Dies, weil die Puffbohne Blattlausanfällig ist (Marianna, 2014).

#### **Hypothese H1.6**

Die Palererbse wird in allen Mischkulturen ungefähr gleich stark vom Erbsenwickler betroffen sein.

#### **Hypothese H1.7**

Der Ertrag der Buschbohne wird in Kombination mit der Puffbohne hoch sein. Dies, weil die Puffbohne nur eine kurze Kulturdauer aufweist, fünf Wochen früher gesät wird und vergleichsweise niedrig wächst (Marianna, 2014).

### **Hypothese H1.8**

Die Bohnensorten werden bei der Direktsaat zu Beginn mit Schneckenfrass zu kämpfen haben. Dies, weil sie später ausgesät werden und die Schnecken (insbesondere die Kapuzinerschnecke) dann aktiver sind.

### **Hypothese H1.9**

Insgesamt wird die Feuerbohne den höchsten Durchschnittsertrag aufweisen. Dies, weil sie am höchsten rankt und das grösste Gewicht pro Hülse aufweist (Schwenk, 2020).

### **Hypothese H1.10**

Die Stangenbohne und die Buschbohne werden in Kombination eher wenig Ertrag aufweisen. Dies, weil sie sehr nahe verwandt sind und deshalb tendenziell die gleichen Nährstoffe und Spurenelemente brauchen (Fassmann, 2015, S. 9).

### **Hypothese H1.11**

Die Unterschiede im Ertrag werden oftmals im nicht relevanten Bereich oder im Bereich, der auch auf andere Ursachen zurückgeführt werden kann, schwanken. Dies, weil die Anbaufläche sehr klein ist.

## **2.4.2 Testanbau verschiedener Körnerleguminosen**

### **Hypothese H2.1**

Einige Sorten werden gar nicht oder nur sehr schlecht wachsen. Dies, weil sie keine tiefen Nachttemperaturen und generell kein mitteleuropäisches Klima vertragen.

### **Hypothese H2.2**

Es wird keine Sorte geben, die ertragsmässig hervorragend abschneidet. Dies, weil die Sorte bereits hierzulande verbreitet wäre.

### **Hypothese H2.3**

Einige Hülsenfrüchte, insbesondere die Gartenbohnen, werden trotz Schutzmassnahmen schnell von Schnecken gefressen werden.

### **Hypothese H2.4**

Die Wuchshöhe, die bei den Bohnenarten eigentlich zu erwarten wäre, wird nie erreicht. Dies, weil sie aus wärmeren Anbaugebieten mit einer längeren Kulturdauer stammen.

### **Hypothese H2.5**

Die aus Deutschland bezogenen Sorten weisen im Vergleich zum Rest weniger Frostschäden auf.

### **Hypothese H2.6**

Die Keimfähigkeit des Saatguts liegt zum Teil unter den Schweizer Vorgaben. Dies, weil viel Saatgut aus dem Ausland stammt und deshalb weniger Qualitätskontrollen durchlief.

### **Hypothese H2.7**

Die Sorten, die eine größere Samengröße aufweisen, wachsen in den ersten Wochen schneller.

### **Hypothese H2.8**

Es wird eine große Bandbreite an Ergebnissen trotz gleichen Kulturbedingungen geben. Dies, weil die Hülsenfrüchte (hier hauptsächlich Körnerleguminosen) sehr verschieden sind.

### **Hypothese H2.9**

Viele der Hülsenfrüchte aus wärmeren Regionen werden nicht oder nur teils ausreifen. Dies, weil unser Sommer zu kurz ist.

### **Hypothese H2.10**

Nur wenige der untersuchten Pflanzen überleben Bodenfrost.



Abb. 8

Die Beete, welche mir von der Schule zur Verfügung gestellt wurden, Mitte Mai kurz vor Aussaat der Busch-Stangen- und Feuerbohnen.



## 3 Material und Methoden

### 3.1 Mischkulturexperiment

#### 3.1.1 Grundsätzliches

Ziel war es ein Experiment durchzuführen, das unter realistischen Bedingungen stattfindet und das dementsprechend für den Gartenbau aussagekräftig ist.

Deshalb wurde der Anbau im Freien und nach biologisch-dynamischen Richtlinien durchgeführt. Alle Mischkulturen wurden zusätzlich zum Anbau in den Beeten auch in Töpfen getestet. So konnte ein Vergleich gezogen, wie sich die Ergebnisse unter anderen Bedingungen ändern. Die Erbsen und Puffbohnen für die Topfkultur sind geschützt vorgezogen worden, was den Vorteil bot, dass diese bei Extremwettern nicht zerstört wurden. Dies ermöglichte des Weiteren einen Vergleich zwischen der Entwicklung der Pflanzen bei Direktsaat und bei Vorkultur. Es wurde nur der Ertrag erhoben, da alles andere weniger Aussagekraft über die Eignung der Mischkultur für den Anbau besitzt und schwieriger zu erfassen gewesen wäre.

#### 3.1.2 Wahl der Sorten

Von Beginn an war klar, dass nicht das gesamte Spektrum der Körnerleguminosen untersucht werden kann, da dies mit der beschränkten Fläche, welche zur Verfügung stand, schlicht nicht möglich gewesen wäre.

Infolgedessen habe ich eine Tabelle mit den Vor- und Nachteilen verschiedener Arten erstellt. Entscheidend war, dass ich alle fünf gewählten Körnerhülsenfrüchte bereits kultiviert hatte und wusste, dass sie mit dem Standort zurechtkommen und nicht sofort eingehen würden. Ausserdem werden alle diese Pflanzen in der Schweiz bereits im grossen Stil angebaut, was dem Experiment die nötige Relevanz gibt.

Die Entscheidung nur bedeutende Arten zu untersuchen ist früh gefallen: Da die Ergebnisse je nach Klima und Region unterschiedlich ausfallen, sollten die Ergebnisse für die Region aussagekräftig und praxisrelevant sein. Bei der Sortenwahl achtete ich auf im Biolandbau verwendete Sorten und solche die möglichst «typisches» Wachstum aufweisen.

Es wurden die folgenden Sorten untersucht:

- *Phaseolus vulgaris var. nanus* (**Buschbohne**) 'Borlotto Rosso'
- *Phaseolus vulgaris var. vulgaris* (**Stangenbohne**) 'Borlotto Lamon'
- *Phaseolus coccineus* (**Feuerbohne**) 'Scarlet Emperor'
- *Vicia faba major* (**Puffbohne**) 'Aquadulce'
- *Pisum sativum* (**Erbse**) 'Blauwschokker'

### 3.1.3 Wahl des Saatguts

Es wurde Saatgut von Sativa verwendet, welches nach den EU-Bio Richtlinien produziert wurde. Dies aufgrund der jährlichen Überprüfung der Saatgutqualität bei Sativa (Sativa Gemüsebau Qualität, kein Datum) und der dadurch gewährleisteten hohen Keimfähigkeit. Das Saatgut stammt aus Italien (Buschbohne, Stangenbohne, Puffbohne, Erbse) und den Niederlanden (Feuerbohne).

### 3.1.4 Wahl der Erde

Es wurde die Erde verwendet, welche bereits im Beet vorhanden war, sie wurde jedoch vorgängig zwecks Unkrautentfernung bis in fünfundzwanzig Zentimeter Tiefe umgegraben. Der Boden war eher schwer und enthielt einige kleinere Steine (ca. drei bis zehn Zentimeter Durchmesser), welche so gut wie möglich entfernt wurden.

Zusätzlich zu den Flächen bei der Kantonsschule Freudenberg wurden jeweils parallel jede Kombination in einem Topf auf dem Balkon aufgezogen. Dafür wurde Bioaussaaterde aus der Migros verwendet.

### 3.1.5 Anzahl und Anordnung der Pflanzen

Die Pflanzen in den Beeten der Kantonsschule Freudenberg wurden mit jeweils zehn Zentimetern Abstand in der Reihe und zwischen den Reihen ausgesät. Dieser sehr geringe Abstand sollte bewirken, dass die Pflanzen sich stärker beeinflussen. Ausserdem sollte so sichergestellt werden, dass eine genügend grosse Anzahl Pflanzen pro Beet vorhanden ist, damit zum Beispiel das Nichtaufkeimen einer Pflanze das Gesamtergebnis nicht zu sehr beeinflusst. Gepflanzt wurde jeweils abwechselnd eine Reihe der verschiedenen Arten. Es wurden jeweils sechs beziehungsweise bei den Mischkulturen Erbse-Buschbohne, Erbse-Feuerbohne und Erbse-Stangenbohne sieben Reihen pro Art mit je elf Pflanzen pro Reihe gepflanzt. Die Beete waren folgendermassen angeordnet (Abb. 9):

		Stangenbohne+ Buschbohne
Weg	Weg	Weg
Puffbohne + Stangenbohne	Puffbohne + Feuerbohne	Puffbohne + Buschbohne
Weg	Weg	Weg
Stangenbohne + Erbse	Feuerbohne + Erbse	Buschbohne + Erbse
Weg	Weg	Weg
Puffbohne + Erbse	Feuerbohne + Stangenbohne	Feuerbohne + Buschbohne

Abb.9

Die Anordnung der Versuchsbeete vom Gehweg aus gesehen. Die bewirtschaftete Fläche liegt vor dem Naturwissenschaftstrakt der Kantonsschule Freudenberg und der Kantonsschule Enge mit den Koordinaten 47°21'52.7"N 8°31'42.9"E

Es handelt sich um eine schematische Darstellung, sie ist daher nicht massstäblich.

### 3.1.6 Dokumentation

Die Dokumentation erfolgte einerseits über Bilder und Notizen an mich selbst via Messenger, andererseits handschriftlich auf einem Block. Viele Notizen und Ergebnisse wurden auch auf OneDrive mit der Betreuungsperson geteilt. Für die Auswertung der Ernte wurde Excel verwendet.

Dokumentiert wurden einerseits die Erträge frisch mit der Hülse, nach zwei Wochen Lagerung mit und ohne Hülse sowie die Anzahl verwertbarer (nicht verschimmelter, befallener oder anderswertig beschädigter) Körner.

Auch wurde mindestens alle zwei Wochen ein Kontrollrundgang gemacht, bei dem Auffälliges festgehalten wurde (meist fotografiert).

Getrocknet wurden die Hülsen für mehrere Wochen bei Zimmertemperatur, mit Ausnahme der Feuerbohnen, die wegen Zeitdruck und weil es vor der Ernte geregnet hatte im Ofen getrocknet wurden.

### 3.1.7 Ablauf des Experiments

In diesem Unterkapitel wird ein kurzer Überblick über die verschiedenen Tätigkeiten geschaffen, welche im Verlauf des Experiments ausgeführt wurden, wann sie ausgeführt wurden und was die Überlegungen dahinter waren.

Aussaatzeiten und Pflegemaßnahmen wie zum Beispiel Stützgerüste können entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzen haben. Daher ist es notwendig, alle Eingriffe und Eckdaten zugänglich zu machen, da sonst die Vergleichbarkeit bei einer etwaigen Wiederholung des Experiments nicht gegeben ist.

Die Tabelle auf der nächsten Seite (Tab. 1) bietet eine chronologische Zusammenfassung der wichtigsten Eingriffe sowie den Zeitpunkt der Aussaat und Ernte der Kulturen.



Abb. 10  
Bild: Die Erbse '*Blauwschokker*' Anfang Juni.  
Das erste Rankgerüst hielt das Gewicht nicht aus, ohne sich zu verbiegen, weshalb die Erbsen zusätzlich mit einer Stützschnur von oben gestützt wurden.

Tab 1: Ablauf des Experiments und Zeitpunkt der verschiedenen Tätigkeiten.

Die linke Spalte zeigt das Datum, an dem die Massnahme ausgeführt wurde, die mittlere Spalte was genau gemacht wurde und rechts wird die Begründung für die Massnahme aufgeführt. Die Tabelle zeigt nicht jede einzelne Tätigkeit, sondern soll einen Überblick schaffen über die wichtigsten Eingriffe, welche einen Einfluss auf das Ergebnis des Experiments haben könnten.

Datum	Eingriff/Tätigkeit	Ursache/Ziel
12.04.- 13.04.2022	Umgraben, jäten, CDs gegen Vogel- frass aufhängen und Steine aussor- tieren	Beete vorbereiten für die Aussaat der Puffbohnen und Erbsen
14.04.2022	Aussaat der Puffbohnen und Erbsen	Anzucht sowohl in den Saatschalen als auch in den Beeten
Ab 14.04.2022	Alle zwei Wochen Dokumentation von Auffälligkeiten und relevanten Daten	Nachvollziehbarkeit des Ablaufs und der Ergebnisse
15.05.2022	Verpflanzen der Puffbohnen und Erbsen von der Fensterbank in die Balkontöpfe	Mehr Erdvolumen, Auspflanzung ins Freie
15.5. – 17.5.2022	Umgraben, jäten, CDs gegen Vogel- frass aufhängen und Steine aussor- tieren	Beete vorbereiten für die Aussaat von Stangen- Busch- und Feuer- bohnen
20.05.2022	Aussaat der Feuer- Stangen- und Buschbohnen ins Beet und auf den Balkon	Die letzten Fröste sind vorüber, Bohnen können jetzt im Freien ge- deihen
20.05.2022	Rankgerüst für alle Erbsen	Stütze, da erste Pflanzen umge- knickt sind
12.06. - 15.07.2022	Fünf Behandlungen aller Kulturen mit Brennesseljauche und Schach- telhalmextrakt im Abstand von je einer Woche	Bekämpfung des Bohnenmosaikvi- rus und allgemeine Stärkung der Pflanzen
08.07.2022	Abernten der Erbsen und Puffboh- nen	Erste Hülsen der Erbsen platzen, Puffbohnen haben Wachstum ein- gestellt
14.07.2022	Ausbau des Rankgerüstes auf alle Pflanzen	Bohnen haben nun die Grösse er- reicht, ab der sie eine Rankhilfe benötigen
06.08.2022	Abernten der Buschbohnen	Erste Hülsen platzen
31.08.2022	Abernten der Stangenbohnen	Erste Hülsen platzen
24.11.2022	Abernten der Feuerbohnen	Erste Hülsen platzen, Abgabe der Ergebnisse notwendig

### 3.1.8 Anpassungen im Verlaufe des Experiments

Ursprünglich sollte den Pflanzen im Topf auf dem Balkon keine Rankhilfe gegeben werden. Aufgrund eines Sturmes wurde aber eine Stütze befestigt, um zu verhindern, dass die Pflanzen abknickten.

Bei den Beeten wurde zuerst eine Rankhilfe gebaut, bei der mit Bambusstäben die Schnüre von einem Beetende zum anderen gespannt werden. Diese hielt aber das Gewicht der daran hochrankenden Pflanzen nicht aus. Deshalb wurde in einem zweiten Anlauf ein breiter abgestütztes Rankgerüst erstellt, bestehend aus einer Schnur, welche in über zwei Metern Höhe gespannt wurde. Von dieser verliefen 18 beziehungsweise, wenn ein Mischkulturpartner schon abgeerntet wurde, neun Schnüre direkt zum Boden und wurden an den Pflanzen befestigt. Dies funktionierte deutlich besser.

Ursprünglich sollte vollständig auf Düngemittel und Pflanzenschutzmittel jeglicher Art verzichtet werden, da dies einen grossen Eingriff darstellt. Als aber klar wurde, dass die Pflanzen aufgrund einer Kombination an Krankheiten eingehen würden, behandelte ich sie fünfmal mit Brennesseljauche und Ackerschachtelhalm. Diese auch im Biolandbau zugelassenen natürlichen Mittel stellten die sanfteste Behandlungsmethode dar und wurden stärker verdünnt als auf der Packung angegeben.

### 3.1.9 Mögliche Störfaktoren

Es gibt viele Faktoren, welche die exakte Reproduzierbarkeit der Ergebnisse beeinflussen können, da unter Freilandbedingungen und nicht im Labor gearbeitet wurde. Grundsätzlich spielt das Klima eine grosse Rolle (Meteorologische Ertragsanalyse, 2022). 2022 war ein Jahr mit einer grossen Anzahl an Hitzetagen und viel Wassermangel (Perret, 2022). Wie dadurch die diesjährige Ernte in der Schweiz beeinflusst wurde, ist zum jetzigen Zeitpunkt leider unklar.

Ein weiterer grosser Faktor, der die Reproduzierbarkeit beeinflussen dürfte, sind die verschiedenen Krankheiten, unter denen die Pflanzen litten. Insbesondere, da die Krankheit der Puffbohnen (die Blattrollkrankheit) nicht sehr häufig in dieser Form auftritt (Schubiger, Blattrollkrankheit, 2011) (Schubiger, *Botrytis fabae*, 2012) ist dieses Ergebnis höchstwahrscheinlich (glücklicherweise) nicht wiederholbar.

Die Pflanzen wurden nach Bedarf gegossen und es wurde während der Kulturdauer nicht gejätet.

## 3.2 Testanbau verschiedener Körnerleguminosen

### 3.2.1 Grundsätzliches

Grundsätzlich sollten so viele Körnerleguminosen wie möglich ausgetestet werden. Gleichzeitig musste aber eine genügend grosse Anzahl an Pflanzen pro Art vorhanden sein. Damit sollte verhindert werden, dass die Keimfähigkeit und andere Faktoren einen derart grossen Einfluss haben, dass die Resultate willkürlich werden.

Als ersten Schritt habe ich mich über verschiedene Körnerleguminosen und deren Bedürfnisse erkundigt, die in verschiedenen Weltregionen angebaut werden. Danach wurde eine Auswahl getroffen, bei der jene Körnerleguminosen notiert wurden, die eine Chance haben in unserem Klima zu gedeihen. Danach betrieb ich eine Recherche, um herauszufinden, welche Arten überhaupt erhältlich sind. Diese wurden umgehend bestellt.

Schliesslich wurde versucht einen passenden Experimentumfang zu finden, da es von Beginn an das untergeordnete Experiment sein sollte. Als Standort wurde mein Balkon gewählt, da die meisten Arten aus wärmeren Klimazonen kommen und sie in Töpfen wahrscheinlich besser anwachsen als bei Direktsaat. Die Idee war, dass sie ab einer gewissen Wuchshöhe in ein Beet meines Gartens verpflanzt würden.

### 3.2.2 Wahl der Sorten

Der entscheidende Faktor bei der Sortenwahl war deren Verfügbarkeit und ob diese Sorten in unserem Klima überhaupt wachstumsfähig sein könnten. Wenn eine Leguminose eine tropische Luftfeuchtigkeit oder eine konstante Temperatur benötigte, schied diese aus.

Es wurden nur Arten gewählt, die in der Schweiz noch nicht grossflächig angebaut wurden (zumindest nach einer umfassenden Recherche nicht). Wenn sie angebaut wurden, dann nur vereinzelt oder nicht im Freiland. Aus einer Liste mit anfangs über 30 verschiedenen Arten blieben so 24 übrig. Es stellte sich im Verlaufe des Experiments heraus, dass einige davon Sorten der Gartenbohne waren oder in der Schweiz bereits grossflächig angebaut wurden.

Aus den 24 kultivierten Arten und Sorten blieben so schliesslich elf Arten übrig, welche gekeimt sind und die den Auswahlkriterien entsprachen. Nachfolgend werden diese elf Arten kurz vorgestellt. Die Ergebnisse und Beschreibung aller anderen Arten, welche auch kultiviert wurden, können im Anhang gefunden werden.



Abb. 11

Die Jackbohne (*Canavalia ensiformis*) kommt aus den Karibischen Inseln und Mittel- und Südamerika. Sie gedeiht in unterschiedlichen Klimata aber vor allem in tropischen Gegenden. Gegessen werden junge Blätter und die grünen Früchte. Die Jackbohne ist sehr ertragreich und verträgt auch lange Trockenphasen gut. (Walter H., 2000, S. 238ff)



Abb. 12

Die Spargelbohne (*Vigna unguiculata* subsp. *Sesquipedalis*) ist in Südostasien aus der Afrikanischen Augenbohne entstanden. Sie ist wärmeliebend und wächst ideal bei 20-30°C. Gegessen werden die Samensprossen, junge Blätter, die grünen Früchte und die getrockneten Samen. In den Niederlanden wird sie im Gewächshaus angebaut. Sie hat bereits nach 60 Tagen erntereife Hülsen, welche bis zu 90 Zentimetern lang werden. (Walter H., 2000, S. 176ff)



Abb. 13

Die Bambara-Erdnuss (*Vigna subterranea*) stammt aus Westafrika und wird heute in Afrika, Asien, Australien und Südamerika kultiviert. Sie ist einjährig, trockenheitsresistent und wächst kriechend. Verzehrt werden die unterirdischen Früchte jung oder getrocknet als Mehl. Die Früchte reifen unterirdisch, um bei einem Buschfeuer ein Verbrennen der Samen zu verhindern. (Walter H., 2000, S. 179ff)



Abb. 14

Die Augenbohne (*Vigna unguiculata* subsp. *Unguiculata*) ist eine einjährige Pflanze, welche aus Afrika und Indien stammt. Verzehrt werden Sprossen, Blätter, Hülsen und Samen. Auf dem danebenstehenden Bild klappt sie ihre Blätter zusammen, um der Sonneneinstrahlung entgegenzuwirken. Im Sezessionskrieg der USA wurde sie von den Soldaten nicht als Nahrungsmittel erkannt und die Felder deshalb nicht zerstört (Bir Bahadur, 2014, S. 4-6). (Walter H., 2000, S. 168ff)



Abb. 15

Die Urdbohne (*Vigna mungo*), auch Linsenbohne genannt, wird seit über 3000 Jahren auf dem indischen Subkontinent kultiviert. Verzehrt werden Sprösslinge und insbesondere die getrockneten Samen als Zutat für Dal. Die Blüten der Urdbohne blühen nur wenige Stunden. Sie ist eine einjährige und trockenheitsresistente Art. (Walter H., 2000, S. 185ff)



Abb. 16

Die Teparybohne (*Phaseolus acutifolius*) stammt aus Mexiko und wird dort seit über 5000 Jahren kultiviert. Verzehrt werden die jungen Hülsen sowie die trockenen Kerne. Die Pflanze ist sehr trockenheitsresistent und gut für den Erosionsschutz. Wie im Bild erkennbar sind die untersten Blätter einfach, alle oberen dreiteilig gefiedert. Sie klettert sehr gerne an anderen Pflanzen entlang. (Walter H., 2000, S. 162ff)



Abb. 17

Die Adzukibohne (*Vigna angularis*) stammt aus Südostasien und wird dort seit über 2000 Jahren angebaut. Verzehrt wird das getrocknete Korn, oft wird auch Mehl daraus gewonnen. Sie kommt gut mit gemäßigten Temperaturen (15-20°C) zurecht und bildet ein dichtes Wurzelnetzwerk. Die Blütezeit beträgt oft 40 Tage und mehr. In der Schweiz wird sie bereits angebaut, dennoch wollte ich ihr Potential austesten. (Walter H., 2000, S. 196ff)



Abb. 18

Die Straucherbse (*Cajanus cajan*) stammt aus Indien oder Ägypten und ist in Indien die wichtigste Hülsenfrucht. Die Samen werden für viele Gerichte verwendet. Die Pflanze wächst mehrere Meter hoch und kommt mit suboptimalen Standorten (zum Beispiel Müllhalden) zurecht. (Walter H., 2000, S. 227ff)



Abb. 19

Die Mattenbohne (*Vigna aconitifolia*) stammt aus Indien und ist heute auch in China verbreitet. Die frische Hülse und der getrocknete Samen werden verwendet. Die Pflanze ist vor allem in Steppengebieten präsent, da sie viel Salz im Boden verträgt, gegen Bodenerosion schützt und wenig Wasser benötigt. (Walter H., 2000, S. 197ff)



Abb. 20

Die Helmbohne (*Lablab purpureus*) stammt wahrscheinlich aus Afrika, weist ihre grösste Artenvielfalt jedoch in Indien auf. Die unreifen Hülsen und die getrockneten Samen sind essbar. Sie wird oft als Gründüngung verwendet. Die Pflanze wird in der gemässigten Klimazone meist bis zwei, in der tropischen Zone jedoch bis zu zehn Meter breit. (Walter H., 2000, S. 233ff)



Abb. 21

Die Mungbohne (*Vigna radiata*) wird seit über 1000 Jahren in Indien angebaut und ist heute in der ganzen Region von Bedeutung. Gegessen werden die Sprossen, die frischen Hülsen und die getrockneten Samen. Sie wächst am besten bei Temperaturen zwischen 20 und 28 °C. In der Volksmedizin wird sie gegen Blähungen verwendet. (Walter H., 2000, S. 188ff)



### 3.2.3 Wahl des Saatguts

Es wurde verschiedenes Saatgut verwendet, da oft nur einige Privatpersonen das Saatgut in die Schweiz verkauften. Wenn möglich wurde auf das Saatgut des *'Seed and Plants Shop'* der Samenbank Pfullingen zurückgegriffen, da diese eine gute Keimfähigkeitskontrolle besitzt. Als zweite Wahl kamen die Samen von *'Valeyrac Exotics'* aus Ungarn. *'Valeyrac Exotics'* widmet sich der Erhaltung seltener und spezieller Pflanzen. Die Pflanzen in verschiedenen Orten Ungarns anbaut, wodurch sie gut an mitteleuropäisches Klima angepasst sind (Valeyrac Seed Catalogue, 2022). Ansonsten wurden die Samen je nach Verfügbarkeit direkt aus dem Anbaugebiet bestellt, wobei des Öfteren kein Saatgut, sondern Mehl oder andere bereits verarbeitete Produkte zugeschickt wurden.

Von *'Seed and Plants'* stammt folgendes Saatgut:

**Schwertbohne, Jackbohne, Straucherbse, Mungbohne, Guarbohne** (nicht gesprossen, deshalb oben nicht aufgelistet) und die **Helmbohne**.

Von *'Valeyrac Exotics'* stammt folgendes Saatgut:

**Limabohne** (nicht gesprossen, deshalb oben nicht aufgelistet), **Teparybohne, Mattenbohne** (weiss und schwarz), **Spargelbohne, Uridbohne**.

Von *'Sativa Rheinau'* bezogen wurde folgendes Saatgut:

**Adzukibohne, Sojabohne** (bereits bedeutend in der Schweiz, daher nicht gelistet), **Wachsbohne** (keine eigenständige Art), **Red Kidneybohne** (keine eigenständige Art) und die **Flagoletbohne** (keine eigenständige Art).

Der Rest (viel Saatgut davon keimte nicht oder war nicht beschriftet oder kam nur mit einer zu geringen Anzahl Samen) wurde direkt aus dem Anbaugebiet bezogen. Von den schliesslich relevanten elf Arten ist dies nur die **Bambara-Erdnuss**, welche von einem privaten Händler über Ebay bezogen wurde, dessen Account allerdings nicht mehr existiert.

### 3.2.4 Wahl der Erde

Es wurde einerseits die torffreie Bio Aussaat- und Kräuternerde der Migros mit nährstoffarmer Gartenerde gemischt, andererseits kam beim Umtopfen Ricoter Bio torffreie Aussaaterde (pH 7,3) zur Anwendung, die mit etwas Sand aufgelockert wurde.

Die Erde sollte nicht zu nährstoffreich sein, was bei den meisten Standarderden der Fall ist. Gleichzeitig sollte sie gut wasserdurchlässig sein, da zum Beispiel die Helmbohne überhaupt nicht mit Staunässe zurechtkommt, die meisten Arten aber Trockenheit gut tolerieren können.

### 3.2.5 Anzahl Pflanzen pro Topf, Topfgrösse und Standort

#### Die verwendeten Töpfe:

Es wurden einerseits 66 ein Liter grosse Töpfe mit 13 Zentimetern Durchmesser und andererseits fünfundsechzig 9x9 Zentimeter Töpfe (0.5 Liter) verwendet.

In 9x9 Zentimeter Töpfen wuchsen:

Die **Spargelbohne**, die **Bambara-Erdnuss**, die **Mattenbohne**, die **Adzukibohne**, die **Straucherbse**, die **Urbohe**, die **Augenbohne**, die **Sojabohne**, die **Monstranzbohne**, die **Yambohne** (nicht gesprossen), die **Red Kidneybohne** sowie einige unbeschriftete/unbekannte Bohnen. Hier gab es zwischen drei und sechs Töpfe pro Pflanzenart, je nach Anzahl Samen.

In ein Liter Töpfen wuchsen:

Die **Helbohne**, die **Jackbohne**, die **Mungbohne**, die **Limabohne** (nicht gesprossen), die **Teparybohne**, die **Schwertbohne** (nicht gesprossen), eine weitere **Mattenbohnen**sorte, eine weitere **Spargelbohnen**sorte und die **Flagoletbohne**. Hier gab es jeweils vier Töpfe pro Pflanzenart, da überall genügend Samen vorhanden waren.

Im Verlaufe der Saison wurden teilweise die Pflanzen in Töpfe mit dreiundzwanzig Zentimeter Durchmesser umgetopft.

#### Die Anzahl Pflanzen:

Die Anzahl der Pflanzen pro Topf variierte mit den Platzansprüchen der Pflanzen und der Anzahl der vorhandenen Samen. Es wurden überall mindestens zwei (Schwertbohne) und maximal sieben (Mungbohne) Samen pro Topf gepflanzt. Generell wurde davon ausgegangen, dass ein grosser Teil der Samen gar nicht erst keimen würde.

#### Der Standort:

Der Balkon ist nach Nordwesten hin offen und hat Vollsonne. Er erwärmt sich schnell und bietet daher einen guten Standort für wärmeliebende Pflanzen. Die Pflanzen waren anfangs direktem Regen ausgesetzt, doch nachdem viele kränkelten, wurden sie unters Vordach gestellt.

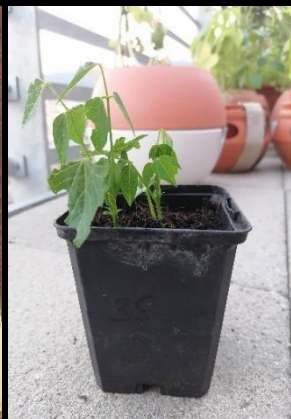


Abb. 22/23

Abbildung links: Saatgut, welches mir aus Sri Lanka zugeschickt wurde (unbekannte Sorte, im Beleg stand nur 'Bean 'Vigna') (anonymisiert).

Abbildung rechts: Die daraus gewachsene Pflanze.

### 3.2.6 Dokumentation

Die Dokumentation erfolgte in erster Linie per Handyfotografie sowie mit handschriftlichen Notizen und auf Microsoft Onedrive.

### 3.2.7 Ablauf des Experiments

In der folgenden Tabelle (Tab. 2) sind alle gröberen Eingriffe gelistet, welche einen grossen Einfluss auf das Ergebnis haben könnten. Die Töpfe standen erzwungenermassen alle dicht beieinander, was dazu führte, dass Krankheiten schnell übergriffen. Deshalb konnten die nicht von einer unbekanntem Krankheit befallenen Pflanzen trotzdem nicht ins Freie gepflanzt werden.

**Tab. 2: Ablauf des Testanbaus und gröbere Eingriffe**

Da die Pflanzen auf dem Balkon standen, wurden alle paar Tage kleinere Arbeiten (Unkrautentfernung, Dokumentation, Umplatzierung etc.) durchgeführt, in der Tabelle sind nur die wichtigsten Ereignisse und Eingriffe vermerkt.

Datum	Eingriff/Tätigkeit	Ursache/Ziel
Ende Februar	Bestellen des Saatguts	Rechtzeitige Lieferung
15.05.2022	Aussaat aller Arten	Ende der letzten Nachtfröste
Ab 15.5.2022	nahezu tägliches Giessen	Hitze und relativ geringes Erdvolumen
15.06.2022	Dokumentation aller Pflanzen, Zugabe von Erde	Erde zum Teil zusammengesackt
28.06.2022	Erste Dokumentation einer nichtidentifizierbaren Krankheit	Massnahme: Vorerst nicht ins Beet verpflanzt
08.07.2022	Verpflanzen eines Teils in grössere Töpfe	Überall wo die Erde fest durchwurzelt war
Mitte Juli	Einmaliges Behandeln mit Schachtelhalmextrakt	Krankheiten und gelbe Blätter
15.10.2022	Praktisch alle Pflanzen abgestorben, Entsorgen eines grossen Teils	Niedrige Temperaturen, Krankheiten

### 3.2.8 Anpassungen im Verlaufe des Experiments

Eigentlich wäre geplant gewesen, dass die Pflanzen in den Garten verpflanzt werden, sobald sie gross genug sind um sie dort weiterzukultivieren. Allerdings traten viele Krankheiten auf, von denen einige nicht eindeutig identifiziert werden konnten. Da Saatgut aus aller Welt ausgetestet wurde, beschloss ich die Pflanzen nicht auszupflanzen, da sonst ein Risiko bestanden hätte, nicht nur eine unbekannte Pflanze, sondern gleich noch eine unbekannte Krankheit zu verbreiten. Ausserdem wurde klar, dass nicht abschätzbar war, ob eine der nichtbeschrifteten Pflanzen sich invasiv ausbreiten könnte, obwohl es sehr wahrscheinlich war, dass keine davon winterhart ist.

Dies bedeutete, dass die Pflanzen auch weiterhin auf dem Balkon kultiviert wurden und zum Teil umgetopft wurden. Da viele ähnliche Pflanzen auf engem Raum zusammenstanden, übertrugen sich Krankheiten schnell von einer Pflanze auf die nächste und nahezu alle Pflanzen wurden stark befallen.



Abb. 24/25

Bild links: Heftig befallene Bambara-Erdnuss, Bild rechts: Sehr stark befallene Jackbohne, die Pflanze trieb jedoch schliesslich nochmals neu aus und erholte sich.

### 3.2.9 Mögliche Störfaktoren

Die Krankheiten haben auf viele Arten einen sehr negativen Einfluss gehabt. Die Krankheiten bildeten wahrscheinlich zusammen mit der Saatgutqualität und der Staunässe die grössten Störfaktoren.

Ein weiterer Faktor, welche die Reproduzierbarkeit nebst den Krankheiten stark beeinflussen könnte, ist, dass während drei Hitzetagen nicht gegossen wurde. Ich hatte Corona und war nicht dazu imstande. Viele Pflanzen wurden geschädigt, was sich in Form von schlaffen oder eingerollten Blättern zeigte.



Abb. 26/27/28/29

Oben links: Diese Katze kam oft zu mir, wenn ich bei den Beeten arbeitete.

Oben rechts: Sämtliche Mischkulturpflanzen waren bei den Insekten sehr beliebt.

Unten links: Die Feuerbohne begann erst Mitte August so richtig zu Blühen (16.8).

Unten rechts: Die Puffbohnen wachsen im Beet mit den Stangen und Feuerbohnen (21.6).

## 4. Resultate

### 4.1 Mischkulturexperiment im Freiland

#### 4.1.1 Ertrag in absoluten Zahlen

Die folgenden Angaben beziehen sich auf die getrockneten Körner ohne die Hülse, bevor die beschädigten oder verschimmelten Samen aussortiert wurden.

Die absoluten Werte sind für die Interpretation nicht entscheidend, werden hier aber aufgeführt, da die Puffbohne einen Ertragsausfall hatte. Die relativen Werte der Puffbohnenkulturen sind deshalb mit Vorsicht zu betrachten.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Kombinationen Erbse-Buschbohnen, Erbse-Stangenbohne und Erbse-Feuerbohne eine Reihe mehr hatten als der Rest. Dies wurde berücksichtigt, indem der Ertrag pro Hundert angesäten Pflanzen berechnet wurde.

Nicht nur die Unterschiede zwischen den Kulturen, sondern auch innerhalb der Arten sind gross.

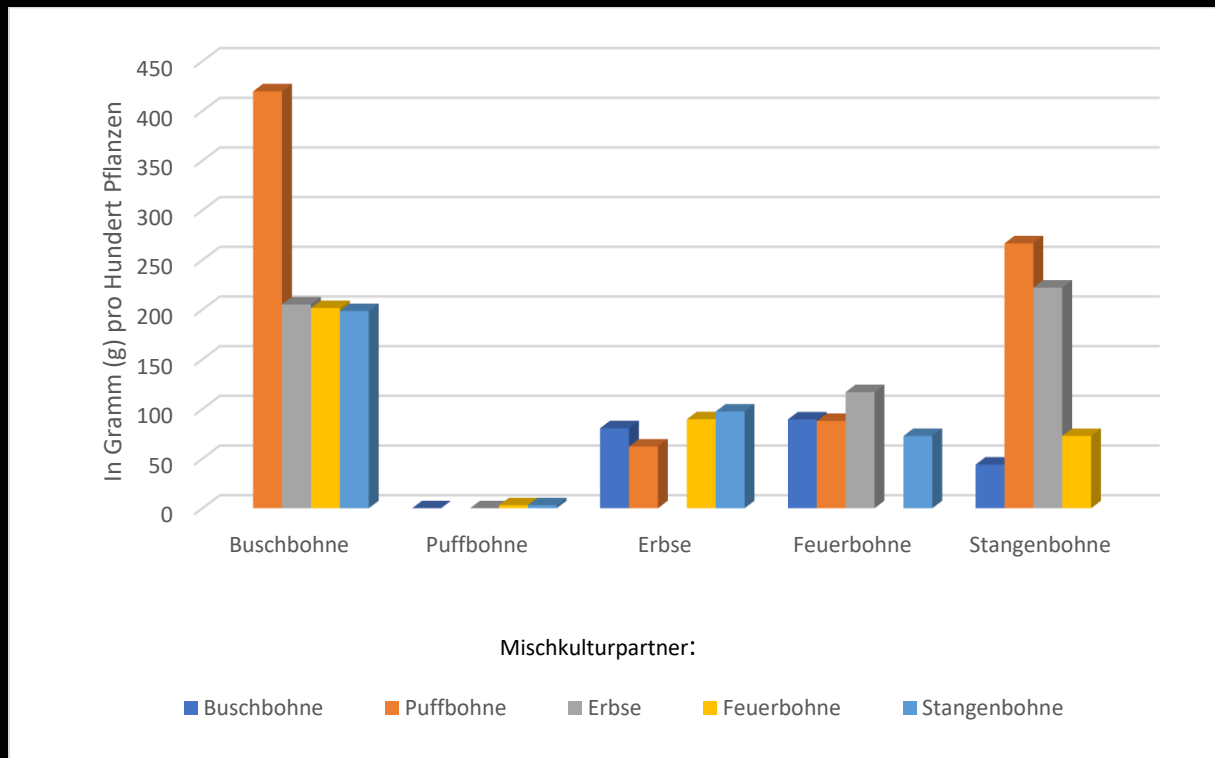


Abb. 30: Ertrag der Kulturen in Gramm pro Hundert ausgesäten Pflanzen  
Die Farben der Säulen zeigen den jeweiligen Mischkulturpartner.

#### 4.1.2 Ertrag relativ zu den anderen Kombinationen

Die folgenden Angaben beziehen sich auf die getrockneten Körner ohne die Hülse, bevor die beschädigten oder verschimmelten Samen aussortiert wurden.

Die absoluten Zahlen sind aber wenig aussagekräftig, da diese von Standort zu Standort stark variieren können. Deshalb sind für die Interpretation der Ergebnisse die relativen Verhältnisse entscheidend. Die Unterschiede in der Anzahl der Pflanzen wurden berücksichtigt, indem der Ertrag pro Fläche berechnet wurde. Die Kultur mit dem meisten Ertrag bekommt das Maximum, also 100% zugewiesen und die drei anderen werden durch diesen Ertrag geteilt.

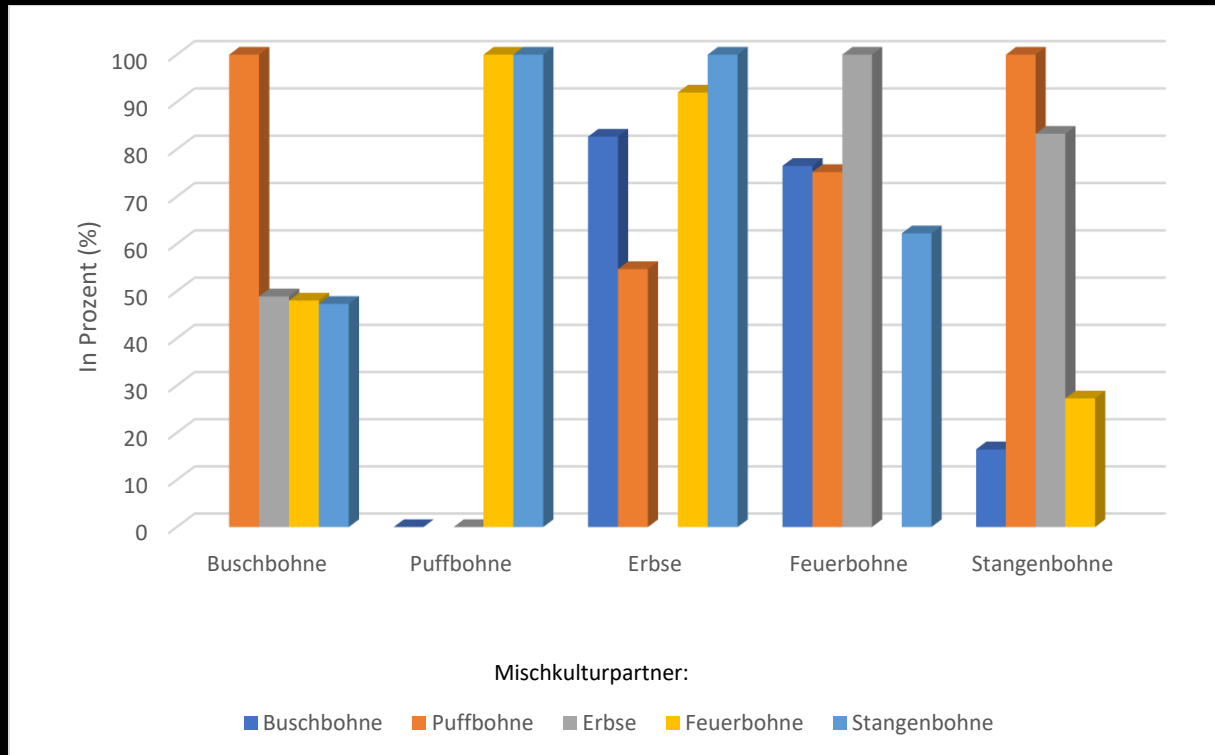


Abb. 31: Ertrag der verschiedenen Kombinationen relativ zueinander

Fallbeispiel: Die Buschbohne hat einen Ertrag von 277 Gramm in Kombination mit der Puffbohne. Dies ist der höchste Ertrag der Buschbohne in allen Kombinationen. 277 Gramm sind nun also 100%. Die Buschbohne hatte in Kombination mit der Stangenbohne 131 Gramm Ertrag. 100% multipliziert mit 131 und dann geteilt durch 277 gibt gerundet 47%. Dieser Wert wird dann in der Grafik dargestellt.

#### 4.1.3 Ertrag der Mischkulturen im Gesamten

Allen Mischkulturen insgesamt eine einheitliche Bewertung zuzuteilen ist immer schwierig. Die Gefahr, es sich zu einfach zu machen, ist gross, da eine Feuerbohne im Ertrag nur bedingt vergleichbar ist mit einer Erbse.

Dabei spielen viele Faktoren eine Rolle, von denen die wichtigsten hier aufgeführt sind:

- Wieviel Ertrag hätte die Sorte ohne Mischkulturpartner unter den gleichen Bedingungen?
- Welchen Anteil am Gesamtertrag hatten die einzelnen Mischkulturpartner?
- Zwischen den Arten gibt es grosse Unterschiede betreffend Hülsengewicht und Anzahl der unter Standardkonditionen ausgebildeten Hülsen. Wie beeinflusst dies das Gesamtgewicht?

Leider reichte der Platz nicht, um von jeder Art noch ein weiteres Beet als Kontrollgruppe anzulegen, in dem keine Mischkultur, sondern eine Reinkultur angepflanzt wird.

Eine Auswertung über den Anteil der beiden Mischkulturpartner und ob dies vergleichsweise viel oder wenig ist, findet sich in Abbildung 31 und wird in der Abbildung 33 grafisch über verschiedene Farben dargestellt.

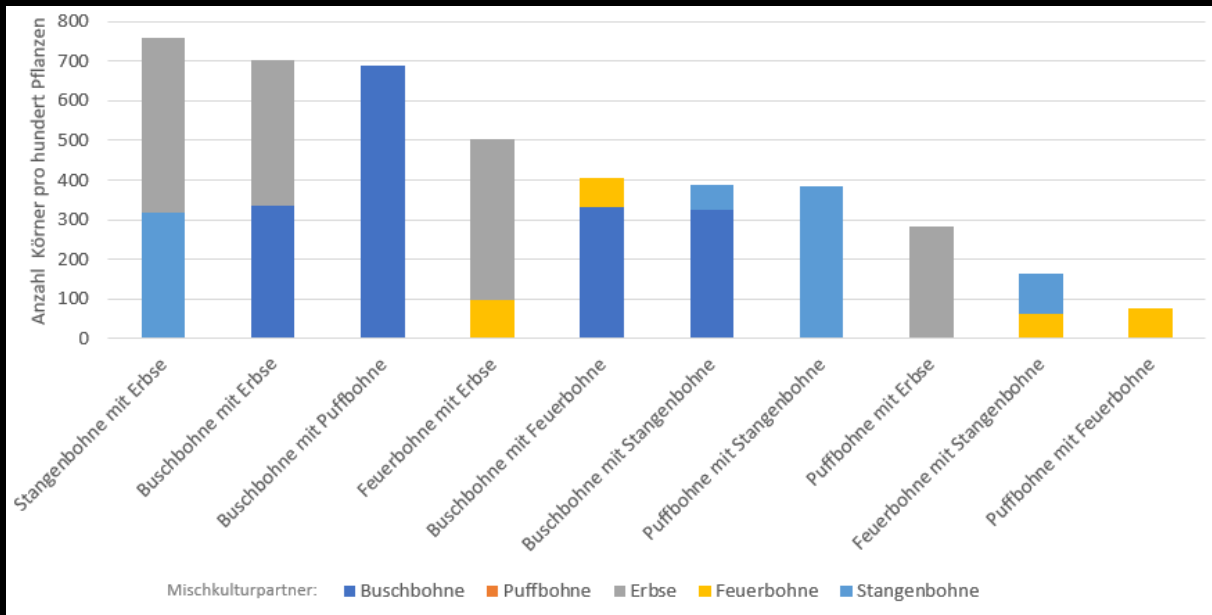
Um zwischen den verschiedenen Arten eine Vergleichbarkeit zu schaffen, wurde der Ertrag pro Hundert Pflanzen durch das zu erwartende Korngewicht geteilt. Zwecks noch besserer Vergleichbarkeit wäre es wünschenswert gewesen, wenn Daten zum Ertrag aller Sorten im Biolandbau vorliegen würden. Es gibt allerdings nur Daten mit einer genügend grossen Stichprobe zu den Feuerbohnen und den Buschbohnen und auch diese wurden an zwei so verschiedenen Standorten erhoben, dass keine Vergleichbarkeit gewährleistet ist.

Deshalb ist die folgende Auswertung mit Vorsicht zu betrachten, da sie vermutlich einen hohen Fehlerbereich aufweist.

Die insgesamt ertragreichste Mischkultur war die Stangenbohne in Kombination mit der Erbse (siehe Abbildung 32). Am wenigsten Ertrag wies die Mischkultur Puffbohne-Feuerbohne auf. Alle fünf getesteten Sorten sind sowohl in den fünf ertragreicheren Kombinationen als auch in den fünf weniger ertragreicheren Mischkulturen vertreten.

Insgesamt wurden nur in der Kombination Feuerbohne-Puffbohne weniger Körner geerntet als ausgesät wurden. Dennoch sind die Erträge niedrig.





**Abb. 32: Anzahl der geernteten Körner pro Hundert angesäten Pflanzen**

Für das durchschnittliche Korngewicht wurden die Angaben des Züchters (Sativa Rheinau) auf der Packung verwendet, wobei bei den Feuerbohnen als Tausendkorngewicht 1,2 Gramm angegeben war und ich angenommen habe, dass ein Schreibfehler vorlag (1,2 Kilogramm/Tausend Körner).

## 4.2 Balkonmischkulturen

Die Mischkulturen, welche auf dem Balkon kultiviert wurden, waren so stark von Mehltau, Bohnengitterrost, Bohnenmosaikvirus und Blattläusen betroffen, dass sie nahezu keine Erträge aufwiesen.

Auf eine detaillierte Auswertung wurde verzichtet, da einige Arten gar keinen Ertrag aufwiesen und die Entwicklung der Pflanzen ab Juli so stark beeinträchtigt war, dass keine Vergleichbarkeit mit den Mischkulturen in den Beeten möglich war.

Nennenswerten Ertrag (mehr verwertbare Körner als ursprünglich angesät wurden) hatte nur die Buschbohne.



Abb. 33/34

Abbildung links: Die Töpfe Ende Mai mit blühender Puffbohne, Abbildung rechts Mitte Juli, nachdem sie an den gleichen Krankheiten litten wie die seltenen Sorten.

## 4.3 Testanbau verschiedener Körnerleguminosen

### 4.3.1 Übersicht

Angepflanzt wurden 24 verschiedene Arten.

Von diesen sind vier nicht gesprossen:

Die **Guarbohne** (*Cyamopsis tetragonoloba*), die **Limabohne** (*Phaseolus lunatus*), die **Yambohne** (*Pachyrhizus erosus*) und die **Schwertbohne** (*Canavalia gladiata*).

Vier bildeten keine eigenständigen Arten, sondern waren nur Varietäten der Gartenbohne:

Die **Kidneybohne**, die **Flagoletbohne**, die **Monstranzbohne** sowie die **Reiserbohne**.

Bei drei Arten stellte sich heraus, dass sie Varietäten einer anderen getesteten Art waren. Die Sojabohne hat in der Schweiz bereits Verwendung gefunden und wurde deshalb nicht berücksichtigt. Eine Art kam nicht beschriftet an und konnte nicht eindeutig identifiziert werden.

Von den elf verbleibenden Arten wurde im Kapitel Material und Methoden ein kurzer Beschrieb erstellt. Diese elf Arten sind für die Beantwortung der Leitfrage und der Hypothesen von Belang und werden deshalb hier ausgewertet.

Die Ergebnisse des Testanbaus der nicht aufgeführten Arten und Varietäten kann im Anhang eingesehen werden.

### 4.3.2 Ergebnisse im Detail

Keine der angebauten Sorten wies einen hervorragenden Ertrag auf. Viele der Sorten erreichten ihre normale Wuchshöhe nicht oder stellten ihr Wachstum bei Frost umgehend ein.

Viele Pflanzen wiesen Krankheitssymptome und gelb verfärbte Blätter auf (siehe Tabelle 3). Mit Ausnahme der Bambara-Erdnuss sprossen alle Arten, die gekeimt sind und alle Kriterien erfüllten, innerhalb von vierzehn Tagen. Bei den elf aufgeführten Arten keimten mit Ausnahme der Helmbohne überall mindestens die Hälfte der ausgesäten Körner und in jedem Topf wuchs mindestens eine Pflanze.

Interessant zu beobachten war, dass die Pflanzen alle langsamer wuchsen als die unter den gleichen Bedingungen kultivierten Balkonmischkulturen.

**Tab. 3: Entwicklung der getesteten Arten während der Kulturdauer**

In der ersten Spalte von links ist die kultivierte Art aufgeführt.

In der zweiten Spalte wird aufgeführt, ob 14 Tage nach der Aussaat eine Pflanze gesprossen ist.

In der mittleren Spalte wird angegeben, in wie vielen Töpfen die Pflanzen einen Monat nach der Aussaat Blätter zeigen. Die Angabe «4/4» gibt die Anzahl der Töpfe, in denen sich bereits Blätter ausgebildet haben, geteilt durch die Anzahl insgesamt vorhandener Töpfe an. Dahinter wurden die auffälligsten Beobachtungen notiert.

Die vierte Spalte gibt an, ob die Pflanzen Mitte September, vier Monate nach der Aussaat, noch lebendig waren.

Die letzte Spalte gibt an, ob ein Ertrag erzielt wurde. Bei der Bambara-Erdnuss steht «Nicht verwertbar», da sie zwar Knollenansätze aufwies, diese aber noch nicht gereift waren.

Kultivierte Art	Ist bis am 28.05 eine Pflanze gesprossen?	Entwicklung der Pflanzen bis am 15.06. Sind in allen Töpfen Pflanzen gesprossen?	Waren die Pflanzen am 18.09 lebendig?	Wurden Früchte ausgebildet?
Bambara-Erdnuss	Nein	Blätter 4/4, Frassschaden (Schnecke)	Nein	Nicht verwertbar
Urbohne	Ja	Blätter 5/5	Nein	Nein
Straucherbse	Ja	Blätter 4/4	Ja	Nein
Mattenbohne	Ja	Blätter 5/5	Ja	Nein
Adzukibohne	Ja	Blätter 5/5	Ja	Ja
Helmbohne	Ja	Blätter 1/4 (Staunässe!)	Nein	Nein
Mungbohne	Ja	Blätter 4/4 gelblich, ähnlich Bohnenrost	Ja	Ja (eine)
Jackbohne	Ja	Blätter 4/4 sehr gross - zu dicht beieinander	Ja	Nein
Teparybohne	Ja	Blätter 4/4 gelblich	Nein	Nein
Augenbohne	Ja	Blätter 4/4 gelblich Frassschaden (Gänge?)	Ja	Ja
Spargelbohne	Ja	Blätter 5/5 gelblich	Nein	Nein

## 5. Diskussion

### 5.1 Mischkulturexperiment

#### 5.1.1 Beantwortung der Hypothesen

Im Folgenden wird auf jede Hypothese eingegangen und beantwortet, ob sie zutrifft. Des Weiteren wird ausgeführt, ob es auch an der vermuteten Begründung lag oder ob es andere Faktoren gab, welche zu dem beobachteten Effekt hätten führen können.

Bei den Hypothesen, welche nicht zutrafen, wird ausgeführt, ob es an veränderten Voraussetzungen lag oder ob es eine andere Begründung gibt, welche zu den beobachteten Resultaten hätte führen können.

#### Hypothese H1.1

*Die Mischkultur aus Feuerbohnen und Stangenbohnen ist vergleichsweise weniger ertragreich als Mischkulturen dieser Arten mit anderen Körnerleguminosen. Dies, weil beide Arten hochrankend sind (Marianna, 2014) und sie sich deshalb bei geringen Pflanzabständen gegenseitig Licht und Platz wegnehmen.*

Die Stangenbohne war in Kombination mit der Feuerbohne weniger ertragreich als mit der Puffbohne und der Erbse, aber erfolgreicher als in Kombination mit der Buschbohne (siehe Abbildung 31). Die Hypothese hat sich also nicht vollständig bestätigt. Die Feuerbohne allerdings hatte in Kombination mit der Stangenbohne tatsächlich den niedrigsten Ertrag. Die Kombination war zudem die zweitschlechteste von allen zehn, was den Gesamtertrag in Körnern betrifft (siehe Abbildung 32).

Die Begründung, dass dies an der starken Konkurrenz lag, erscheint plausibel, da beide Pflanzen gleichzeitig angesät wurden. Sie erreichten beide sehr grosse Höhen (über eineinhalb Meter). Beim Ernten wurde bemerkt, dass die Feuerbohnen stark in das Anfang Juli abgeerntete linke Nachbarbeet hinübergewachsen waren.



Abb. 35/36

Abbildung links: Buschbohnenhülse mit Bohnen, rechts Buschbohnenpflanze zum Erntezeitpunkt.

### Hypothese H1.2

*Die Körner der Feuerbohnen werden nicht mehr alle typischen Eigenschaften der gewählten Sorte aufweisen. Dies, weil sich Feuerbohnen mit Gartenbohnen verkreuzen können (Sondermeier, 2014).*

Die Körner der Feuerbohnen wiesen ein ganzes Farbspektrum und verschiedene Musterungen auf (siehe untenstehende Abbildungen).



Ein Teil der unterschiedlichen Färbungen dürfte normal sein, allerdings werden einige Feuerbohnen Sorten anhand ihrer Färbung identifiziert, andere besitzen wiederum eine grosse Varianz (Marianna, 2014). Die angebaute Sorte «Scarlet Emperor» besitzt laut Sativa Rheinau eine rot-schwarze Färbung (Sativa, 2022). Die Mehrheit der geernteten Bohnen hat aber eine violett/lila-schwarze Färbung, wobei sich die Farbe mit der Lagerung der Bohnen manchmal noch leicht ändern kann.

### Hypothese H1.3

*Die Mischkultur zwischen Erbse und Puffbohne wird einen verhältnismässig geringeren Ertrag beider Sorten aufweisen. Dies, weil sie in allen anderen Kombinationen fünf Wochen Wachstumsvorsprung auf den Mischkulturpartner haben.*

Diese These hat sich auf jeden Fall bestätigt: Die Puffbohne hatte keinen Ertrag und der Ertrag der Erbse war am niedrigsten von allen vier Kombinationen (Abb. 31). Insgesamt war es die am drittwenigsten ertragreiche Kombination (Abb. 32).

Es ist sehr wahrscheinlich, dass der niedrige Ertrag darauf zurückzuführen ist, dass sich die Pflanzen zu stark konkurrenzieren und die anderen Erbsen und Puffbohnen zum Zeitpunkt der Pflanzung der Mischkulturpartner bereits ausgewachsen waren.

#### Hypothese H1.4

*Die beiden Kombinationen Erbse-Buschbohne und Puffbohne-Buschbohne werden besonders hohe Erträge für die Erbse, beziehungsweise die Puffbohne ergeben. Dies, weil in den anderen Kombinationen die Stangen- und Feuerbohne über sie hinausranken werden und sie werden deshalb weniger Licht zur Verfügung haben wird als in der Kombination mit der Buschbohne.*

Dies lässt sich so nicht bestätigen. Die Puffbohne hatte keinen Ertrag und die Erbse den zweitschlechtesten aller Kombinationen.

Dies liegt vermutlich daran, dass die Erbsen und Puffbohnen bereits fünf Wochen wachsen konnten und geerntet wurden, bevor die Stangen und Feuerbohnen grösser als sie wurden. Deshalb wurden sie auch in den anderen Kombinationen nicht überwuchert.

#### Hypothese H1.5

*Der Mischkulturpartner der Puffbohne wird mit Blattlausbefall zu kämpfen haben. Dies, weil die Puffbohne Blattlausanfällig ist (Marianna, 2014).*

Dies lässt sich bestätigen, denn die Kombination mit der Puffbohne war die einzige, in der auch die Erbse von Blattläusen befallen war.

Es erscheint plausibel, dass die Puffbohne auf Blattläuse anziehend gewirkt hat und die Blattläuse dann zur Erbse übergesprungen sind. Allerdings war dies nur eine einzige Blattlaus auf der Erbse und kein flächendeckender Befall und könnte auch zufällig so gewesen sein.

#### Hypothese H1.6

*Die Palererbse wird in allen Mischkulturen ungefähr gleich stark vom Erbsenwickler betroffen sein.*

In der Messung der verwertbaren Hülsen wurden bei den Erbsen nur Hülsen wegen Erbsenwicklerbefall aussortiert. In der Kombination mit der Puffbohne wurde über die Hälfte aussortiert, beim Rest «nur» ein Drittel bis fünfzig Prozent. Diese grosse Spannweite lässt vermuten, dass es sich hier nicht um ein Zufallsresultat handelt.

### Hypothese H1.7

*Der Ertrag der Buschbohne wird in Kombination mit der Puffbohne hoch sein. Dies, weil die Puffbohne nur eine kurze Kulturdauer aufweist, fünf Wochen früher gesät wird und vergleichsweise niedrig wächst (Marianna, 2014).*

Dies hat sich bestätigt. Der Ertrag der Buschbohne war in Kombination mit der Puffbohne mit Abstand am höchsten (Abb. 31). Auch bei der nahe verwandten Stangenbohne war der Ertrag in Kombination mit der Puffbohne am grössten.

Die Kulturdauer dürfte eine Rolle gespielt haben, da die zweitertragreichste Kombination der Buschbohne die Kombination Erbse-Buschbohne war (wenn auch nur knapp). Diese hatte die gleiche Kulturdauer wie die Puffbohne. Den weitaus grösseren Einfluss dürfte jedoch der niedrige Wuchs gehabt haben. Die Erbse, die Feuerbohne und die Stangenbohne wurden alle über einen Meter hoch. Die Buschbohne ist viel kleiner geblieben (Abb. 36) und wurde dementsprechend von den anderen überwachsen. Es ist daher stark anzunehmen, dass der mehr als doppelt so grosse Ertrag, der mit der Puffbohne gegenüber allen anderen Kombinationen erzielt wurde auf die geringe Wuchshöhe der Puffbohne zurückzuführen ist.

### Hypothese H1.8

*Die Bohnensorten werden bei der Direktsaat zu Beginn mit Schneckenfrass zu kämpfen haben. Dies, weil sie später ausgesät werden und die Schnecken (insbesondere die Kapuzinerschnecke) dann aktiver sind.*

Nur die Bohnensorten hatten Schneckenfrass. Allerdings auch dort nur punktuell und nicht überall. Besonders betroffen war das Beet mit der Kombination Buschbohne-Stangenbohne, was daran liegen könnte, dass direkt neben diesem Beet ein Totholzstoss war. Den grössten Fressschaden richteten die Schnecken jedoch gegen Ende November bei den Feuerbohnen an.

Es erscheint plausibel, dass nur die Gartenbohnen angefressen wurden, weil diese zu einem Zeitpunkt ausgesät wurden, an dem die Schnecken aktiver sind als sonst. Es wurde aber viel weniger gefressen als erwartet und der Zeitpunkt mit dem meisten Schneckenfrass war erst später im Jahr.

### Hypothese H1.9

*Insgesamt wird die Feuerbohne den höchsten Durchschnittsertrag aufweisen. Dies, weil sie am höchsten rankt und das grösste Gewicht pro Hülse aufweist (Schwenk, 2020).*

Diese Hypothese hat sich nicht bestätigt. Die Feuerbohne hatte den geringsten Ertrag unter den Bohnen (Abb. 30).

Die Feuerbohne ist tatsächlich sehr hoch gerankt, über zwei Meter, und gedieh prächtig. Es ist anzunehmen, dass der niedrige Ertrag auf eine zu kurze Kulturdauer zurückzuführen ist. Zum Erntezeitpunkt Ende November waren noch sehr viele grüne Hülsen vorhanden, die sich vermutlich noch weiterentwickelt hätten und einzelne Pflanzen waren noch am Blühen.

### Hypothese H1.10

*Die Stangenbohne und die Buschbohne werden in Kombination eher wenig Ertrag aufweisen. Dies, weil sie sehr nahe verwandt sind und deshalb tendenziell die gleichen Nährstoffe und Spurenelemente brauchen (Fassmann, 2015, S. 9).*

Diese Hypothese hat sich bestätigt. Sowohl die Buschbohne als auch die Stangenbohne hatten in Kombination miteinander den jeweils schlechtesten Ertrag (Abb. 31).

Ob dies tatsächlich an der Konkurrenz um Nährstoffe lag oder an anderen Faktoren ist schwierig nachzuvollziehen. Bei der Buschbohne ist der Abstand zu den Kombinationen mit der Feuerbohne und der Erbse sehr gering. Der Effekt war hier also vermutlich nicht so ausgeprägt.

### Hypothese H1.11

*Die Unterschiede im Ertrag werden oftmals im nicht relevanten Bereich oder im Bereich, der auch auf andere Ursachen zurückgeführt werden kann, schwanken. Dies, weil die Anbaufläche sehr klein ist.*

Es gibt tatsächlich einige Ergebnisse, welche sehr dicht beieinanderliegen. Bei den Buschbohnen und den Stangenbohnen sind die Abstände aber teilweise sehr gross.

Die Werte der Puffbohnen liegen vermutlich im Fehlerbereich, da null beziehungsweise drei Gramm trockene Körner geerntet wurden, was einem Totalausfall gleichkommt. Der Ertrag der Buschbohnen in Kombination mit Erbsen, Feuerbohnen und Puffbohnen, sowie der Ertrag der Feuerbohne in Kombination mit Buschbohnen und Puffbohnen, liegt sehr dicht beieinander. Es handelt sich bei der Abfolge der Erträge vermutlich um ein Zufallsresultat.



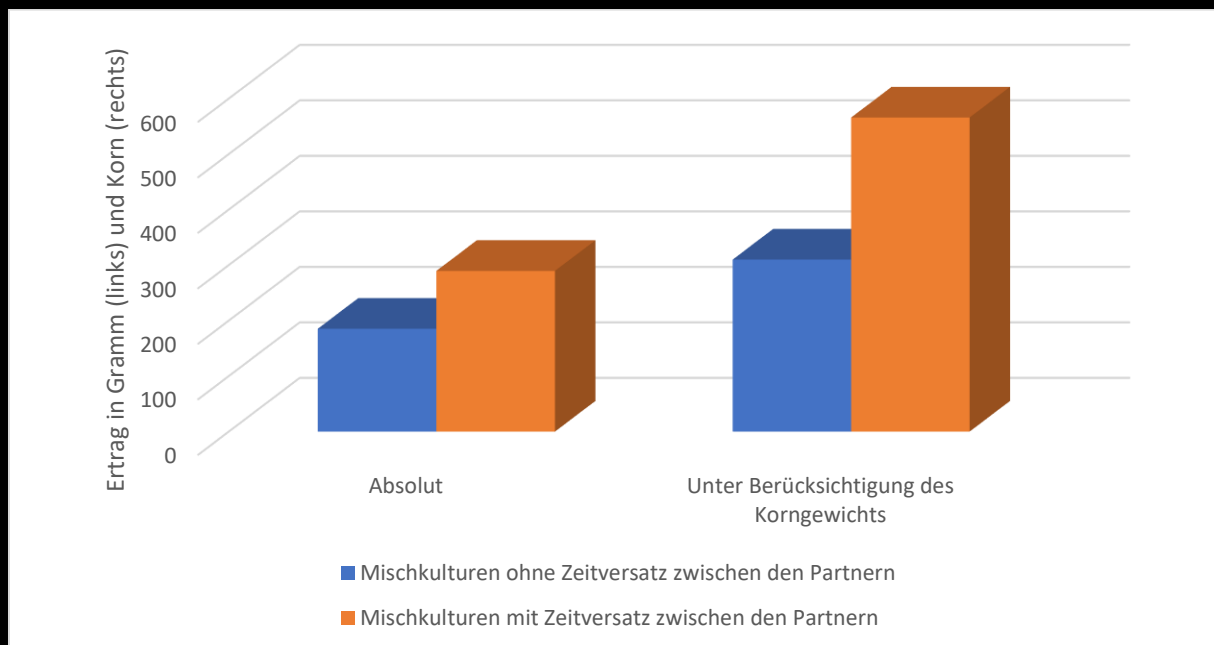
### 5.1.2 Weitere Beobachtungen

Alle Hypothesen wurden vor dem Experiment formuliert. Sie wurden danach inhaltlich nicht mehr verändert, um die Unvoreingenommenheit zu gewährleisten. Daher war es nicht möglich, Resultate, welche auffällig erschienen, in Kapitel 5.1.1 einfließen zu lassen.

**Beobachtung:** Je kürzer die gemeinsame Kulturdauer, desto grösser der Ertrag.

Dieser Umstand wurde nur in den Hypothesen H1.3 und H1.7 kurz angetönt.

Rechnet man den Ertrag pro Hundert Pflanzen der Mischkulturkombinationen (Abb. 30) aus und berechnet dann den Durchschnitt der Kulturen ohne Zeitversatz, ist dieser um einen ganzen Drittel niedriger als der Ertrag der Mischkulturen mit Zeitversatz. Gewichtet man die einzelnen Mischkulturen akkurater, in dem man das Korngewicht berücksichtigt, offenbart sich, dass der Ertrag der Mischkulturen mit Zeitversatz fast doppelt so hoch war, wie jener der Kulturen ohne Zeitversatz.



**Abb. 39: Ertrag der Mischkulturen mit und ohne Zeitversatz in Gramm und in Korn pro Hundert angesäten Pflanzen**

Es wurden jeweils alle sechs Mischkulturen mit Zeitversatz zusammengerechnet und durch sechs geteilt und danach wurden alle vier Mischkulturen ohne Zeitversatz zusammengerechnet und durch vier geteilt.

Für eine genauere Betrachtung wäre es bei einer grösseren Stichprobe ausserdem interessant gewesen, die gemeinsame Kulturdauer zu errechnen und dann eine Skala von der längsten gemeinsamen Kulturdauer bis zur kürzesten zu bilden. Da aber die Puffbohne einen Ertragsausfall hatte und die Probengrösse sehr klein war, würde dies jedoch eher zufällige Resultate liefern.

Der beobachtete Effekt deckt sich auch mit den Studienergebnissen einer Metastudie von 2015, welche ebenfalls feststellte, dass zeitversetzte Mischkulturen ertragreicher sind. (Yu, 2015)

### 5.1.3 Ausblick

Durch die kleine Stichprobengrösse und den Ertragsausfall der Puffbohne ist die Aussagekraft des Experiments eingeschränkt. Dennoch bildet das Experiment eine solide Grundlage für weitere Versuche. Die erfolgreicheren Mischkulturen müssten in Folgeexperimenten an anderen Standorten und auf einer grösseren Fläche getestet werden. Zusätzlich bräuchte es eine Kontrollgruppe in Reinkultur\*.

Das Experiment wurde ausserdem ohne Einsatz von Düngemitteln durchgeführt. Es wäre von Interesse ein vergleichbares Experiment durchzuführen, bei dem Düngemittel eingesetzt würden, um herauszufinden ob und wie die Ergebnisse dadurch beeinflusst werden.

Dadurch, dass das Experiment unter Freilandbedingungen durchgeführt wurde, sind die Resultate im Garten anwendbar und stellen nicht nur Labordaten dar, welche unter realen Bedingungen nicht erreichbar sind. Nichtsdestotrotz wäre eine Versuchsreihe unter geschützten Bedingungen ideal, um einzelne Parameter anzupassen und deren Auswirkungen zu beobachten.

## 5.2 Testanbau verschiedener Körnerleguminosen

### 5.2.1 Beantwortung der Hypothesen

Im Folgenden wird auf jede Hypothese eingegangen und beantwortet, ob sie zutrifft. Des Weiteren wird ausgeführt, ob es auch an der vermuteten Begründung lag oder ob es andere Faktoren gab, welche zu dem beobachteten Effekt hätten führen können.

Bei den Hypothesen, welche nicht zutrafen, wird ausgeführt, ob es an veränderten Voraussetzungen lag oder ob es eine andere Begründung gibt, welche zu den beobachteten Resultaten hätte führen können.

#### **Hypothese H2.1**

*Einige Sorten werden gar nicht oder nur sehr schlecht wachsen. Dies, weil sie keine tiefen Nachttemperaturen und generell kein mitteleuropäisches Klima vertragen.*

Dies traf zu. Einige Sorten (zum Beispiel die Schwertbohne) wuchsen gar nie oder bildeten keine Blüten und Früchte. Auch wuchsen sie von Anfang an grösstenteils schwächer als die ebenfalls auf dem Balkon angepflanzten Mischkulturen des ersten Experimentteils. Sie erreichten oft nicht einmal ansatzweise ihre normale Wuchshöhe.

Die Erklärung, dass das langsamere Wachstum auf die nicht heimische Klimazone zurückzuführen ist, erscheint plausibel. Ein Teil könnte auch auf die nicht ideale Erde zurückzuführen sein. Ausserdem stellten die Pflanzen ihr Wachstum bei fallenden Temperaturen schnell ein.

### Hypothese H2.2

*Es wird keine Sorte geben, die ertragsmässig hervorragend abschneidet. Dies, weil die Sorte bereits hierzulande verbreitet wäre.*

Dies traf ebenfalls zu. Es gab keine einzige Sorte, welche einen mit den Gartenbohnen vergleichbaren Ertrag hatte.

Die Begründung, dass eine perfekte Sorte bereits verbreitet wäre, erscheint plausibel. Dies, weil die Schweiz ein ähnliches Klima wie viele europäische Länder aufweist. Eine diesem Klima besonders gut wüchsige Art hätte wohl schnell verbreitet, sobald sie irgendwo in Europa ausgetestet wurde.

### Hypothese H2.3

*Einige Hülsenfrüchte, insbesondere die Gartenbohnen, werden trotz Schutzmaßnahmen schnell von Schnecken gefressen.*

Diese Hypothese traf nicht zu. Es war zwar Schneckenfrass vorhanden gewesen. Da sie aber nie ausgepflanzt wurden, waren sie nicht mit dem Schneckendruck des Gartens konfrontiert und wurden nicht vollständig aufgefressen.

### Hypothese H2.4

*Die Wuchshöhe, die bei den Bohnenarten eigentlich zu erwarten wäre, wird nie erreicht. Dies, weil sie aus wärmeren Anbaugebieten mit einer längeren Kulturdauer stammen.*

Dies traf zu. Keine der elf Arten erreichte die Wuchshöhe, welche sie in ihrem Ursprungsgebiet gehabt hätte.

Die Jackbohne erreicht beispielsweise im Anbauggebiet innerhalb einer Anbauperiode eineinhalb Meter Höhe. Im Experiment erreichte sie gerade einmal die Länge, welche normalerweise ihre Frucht hat (30 Zentimeter) (FAO, 2017).

### Hypothese H2.5

*Die aus Deutschland bezogenen Sorten weisen im Vergleich zum Rest weniger Frostschäden auf.*

Es gab keine Frostschäden. Allerdings wurden die aus Deutschland importierten Samen grösstenteils nicht in Deutschland kultiviert, sondern importiert. Alle von 'Valeryac Exotics' bezogenen Sorten wurden dagegen in Ungarn an das mitteleuropäische Klima gewöhnt.

### Hypothese H2.6

*Die Keimfähigkeit des Saatguts liegt zum Teil unter den Schweizer Vorgabewerten. Dies, weil viel Saatgut aus dem Ausland stammt und deshalb weniger Qualitätskontrollen durchlief.*

Dies traf zu. Die meisten Schweizer Saatguthändler legen Wert auf eine Keimfähigkeit von über 80%. Beim importierten Saatgut keimte oft nur die Hälfte oder weniger. Die Unterschiede zwischen den Arten waren aber sehr gross, bei der Mungbohne keimte beispielsweise jede einzelne.

### Hypothese H2.7

*Die Sorten, die eine größere Samengrösse aufweisen, wachsen in den ersten Wochen schneller.*

Dies stimmte tendenziell. Allerdings waren die Unterschiede auch zwischen Arten mit gleich grossen Samen gross. Die Jackbohne wuchs zum Beispiel sehr schnell und die Helmbohne, welche ebenfalls ein grosses Samenkorn besitzt, sehr langsam. Es ist schwierig nachzuvollziehen, ob dies wirklich an der Samengrösse oder an anderen Faktoren lag, da die Tendenz vorhanden war es jedoch sehr viele Ausnahmen gab.

### Hypothese H2.8

*Es wird eine große Bandbreite an Ergebnissen trotz gleichen Kulturbedingungen geben. Dies, weil die Hülsenfrüchte (hier hauptsächlich Körnerleguminosen) sehr verschieden sind.*

Dies traf zu. Es waren aber einige Trends zu beobachten. Beispielsweise sind etwa zwei Drittel in wenigen Tagen aufgekeimt und alle Pflanzen wiesen ein stark reduziertes Wachstum bei Temperaturen unter 15 °C auf.

### Hypothese H2.9

*Viele der Hülsenfrüchte aus wärmeren Regionen werden nicht oder nur teils ausreifen. Dies, weil unser Sommer zu kurz ist.*

Diese Hypothese ist schwierig zu beantworten, da nur wenige Arten überhaupt Früchte produzierten. Die Früchte, welche vorhanden waren, reiften mit Ausnahme der Bambara-Erdnuss aus. Die verkürzte Kulturdauer hatte jedoch Auswirkungen auf die Anzahl der Blüten und Früchte.

## Hypothese H2.10

*Nur wenige der untersuchten Pflanzen überleben Bodenfrost.*

Die meisten Pflanzen gingen bereits vor dem ersten Bodenfrost ein, weshalb diese Hypothese nicht beantwortet werden kann. Allerdings wuchsen mit den kühleren Nachttemperaturen im September die Pflanzen kaum noch.

### 5.2.2 Ausblick

Ein weiteres Experiment müsste unter geschützteren Bedingungen (Tomatenhaus oder ähnliches) stattfinden. So könnten die Pflanzen vermutlich besser wachsen. Es wird viel Gemüse in der Schweiz in Gewächshäusern angebaut (Statista, 2014) weshalb es möglich wäre, eine «Sonderkultur», welche hochpreisig vermarktet wird, im beheizten Gewächshaus zu kultivieren. Der Fakt, dass in diesem Experiment keine Art überzeugen konnte, bedeutet also noch nicht, dass diese Arten als untauglich für die Schweizer Landwirtschaft betrachtet werden können.

In diesem Experiment bildete der Umstand, dass eine Krankheit nicht abschliessend identifiziert werden konnte, ein entscheidendes Hindernis. Daher müsste in einem Folgeexperiment Vorbereitungen für diesen Fall getroffen werden.

## 5.3 Anmerkung zum Potential von Hülsenfrüchten und Mischkulturen

Der folgende Abschnitt stellt die Meinung des Autors dar und ist daher in Teilen subjektiv.

Ein grosses Hindernis für die Verbreitung von Hülsenfrüchten und Mischkulturen in Europa ist der Umstand, dass in Europa sehr wenig in die Züchtung von Hülsenfrüchten und Mischkulturen investiert wird (Science Media Center Germany, 2020) (Alison, 2018). Eindrückliches Beispiel bietet die, wie in der Einleitung beschrieben, früher enorm bedeutende Lupine. Sie wird in der aktuellen Pflanzenzüchtungsstrategie des Bundes wie folgt beschrieben: «*Durch die geringe züchterische Bearbeitung und damit nachteilige Eigenschaften ist die Lupine noch keine Alternative im Anbau.*» (ETH/Bundesamt für Landwirtschaft, 2014)

In die Züchtung von Hülsenfrüchten aber auch in die Erforschung der Mischkulturen investiert und ausprobiert wird in Europa hauptsächlich im Biolandbau und mit staatlichen Geldern. Im deutschsprachigen Raum ist sowohl bei Hülsenfrüchten als auch bei Mischkulturen das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau federführend (Projekte mit Hülsenfrüchten, 2022) (Forschungsinstitut für biologischen Landbau, 2020). Dieses Institut wird unterstützt durch das Bundesamt für Landwirtschaft, das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, das Staatssekretariat für Wirtschaft, die Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit, die Landwirtschaftsämter der Kantone, von Gemeinden, Einzelpersonen, EU-Forschungsprojekte und das deutsche Bundesprogramm «Ökologischer Landbau». Das Forschungsinstitut wird also hauptsächlich von der Allgemeinheit finanziert. (Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, 2021)

Diese Staatlichen Zuschüsse für die Entwicklung neuer oder verbesserter Sorten belaufen sich jedoch insgesamt nur auf rund 40 Millionen Euro pro Jahr, der private Sektor gibt mit 800-900 Millionen mehr als das zwanzigfache aus (Public Eye, 2019).

Die Vorteile und Herausforderungen welche Mischkulturen und Hülsenfrüchte einer nachhaltigen Landwirtschaft bringen können wurden in der Einleitung ausgeführt. Einer der Wichtigsten Vorteile von Mischkulturen ist eine Erhöhung des Ertrags pro Fläche bei gleichzeitiger Reduzierung der Düngemittel (Li, 2022). Hülsenfrüchte benötigen überhaupt keinen Stickstoffdünger.

Die fünf grössten Gemüsesaatgutproduzenten besaßen 2013 in der EU einen Marktanteil von 95 Prozent und über drei Viertel des Forschungsbudgets. Durch diese Markt- und Forschungsdominanz können sie beträchtlichen Einfluss nehmen auf die Landwirtschaft der EU. Exemplarisch ist dies bei Monsanto zu sehen, das bereits vor der Fusion mit Bayer einen Viertel des Gemüsesaatgutmarktes der EU kontrollierte (Bayer kontrollierte ebenfalls 10%). Der Konzern wird in demselben Bericht der EU-Kommission aus dem diese Zahlen stammen primär als Chemiekonzern und nicht als Saatgutkonzern gelistet. Die grössten Saatgutkonzerne sind also zum Teil gleichzeitig die grössten Agrochemiekonzerne und generieren ein Mehrfaches ihres Umsatzes mit Saatgut durch den Verkauf von Dünger und Pflanzenschutzmitteln (Syngenta, 2022). Daher ist das Interesse aktiv in weniger Düngerintensive Anbaumethoden zu investieren trotz gegenteiliger Beteuerungen wohl eher gering. (European Parliament, 2014), (Mammana, 2014)

Als Konsequenz muss dringend benötigte Forschung zu Ressourceneffizienteren und weniger Düngerintensiven Anbaumethoden und Kulturen weiterhin durch die Öffentliche Hand finanziert werden. Nicht nur damit Hülsenfrüchte und Mischkulturen in ihrem vollen Potential genutzt werden können sondern auch um Landwirten Perspektiven zu eröffnen und unprofitable Grundlagenforschung finanzieren zu können. Die Schweiz ist mit ihrer klaren Züchtungsstrategie und ihren erfolgreichen Public-private-Partnerships in der Pflanzenzüchtung ein Vorbild. Es wäre sehr wünschenswert, wenn diese Zusammenarbeit in Zukunft stark ausgebaut werden könnte.

## 6 Dank

Diese Maturaarbeit war etwas zu gross gedacht. Dies war mir von Anfang an bewusst, hat mich aber zwischendurch immer wieder fast erschlagen. Die Existenz dieser Maturitätsarbeit verdanke ich einer Vielzahl von Menschen.

Zuerst möchte ich mich bei Herrn Roger Meier bedanken. Ohne seine freiwillige Mithilfe beim Jäten und Giessen und seinem Einverständnis zur Nutzung der Beete wäre das Projekt gar nicht erst zustande gekommen.

Auch bei Herrn Thomas Hauser, der mich das ganze Projekt hindurch begleitete, möchte ich mich Bedanken. Er hörte sich all meine Fragen und endlosen Überlegungen an, half mir nicht den Überblick zu verlieren und hatte vertrauen in mich. Am wichtigsten war aber, dass er sich immer genügend Zeit genommen hat, um mir Ratschläge zu geben und Lösungen für komplexe Probleme zu finden.

Und natürlich will ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mich schon immer unterstützt haben und auch bei diesem Projekt eine riesige emotionale Hilfe waren. Sie unterstützten mich bei der Logistik und nahmen sogar bei der Ferienplanung auf meine oft sehr ungünstigen Verpflichtungen Rücksicht. Mir wurde sogar ein Teil des Balkons überlassen, um meine Pflanzen aufzuziehen. Ohne sie hätte ich es nicht durch die Anstrengendsten Zeiten geschafft.

## 7 Abstract

2016 wurde von den vereinten Nationen zum internationalen Jahr der Hülsenfrüchte ausgerufen, um die Wichtigkeit von Bohnen, Erbsen und anderen Hülsenfrüchten für die Ernährung, Gesundheit und Umwelt zu betonen. Im dazu veröffentlichten Bericht wird betont, dass Hülsenfrüchte einen entscheidenden Beitrag zur Bekämpfung des Welthungers leisten können. Zudem sind Hülsenfrüchte wirtschaftlich gesehen die zweitwichtigste Pflanzenfamilie weltweit. In der Schweiz spielen Hülsenfrüchte derzeit nur eine untergeordnete Rolle, besitzen aber grosses Potential.

Mischkulturen bei denen zwei oder mehr Arten zusammen angebaut werden haben ein grosses Potential und gelten als zukunftsweisend für eine kleinräumigere, ressourceneffizientere Landwirtschaft. Sie können mit weniger Düngemittleinsatz höhere Erträge erzielen, werden in der Schweiz derzeit aber nur selten angewendet.

Im Rahmen dieser Maturitätsarbeit wurden Hülsenfrüchte in Mischkulturanbau sowie mögliche Alternativen zu den in der Schweiz üblichen Hülsenfrüchten getestet. Zehn Mischkulturen mit Puffbohnen, Erbsen, Stangenbohnen, Buschbohnen und Feuerbohnen wurden angelegt und vierundzwanzig verschiedene Hülsenfrüchte ausgetestet. Vor Beginn des Experiments wurden dazu zwei Leitfragen und einundzwanzig Hypothesen aufgestellt. Im Verlaufe einer Anbausaison wurden die Pflanzen im freien gepflegt und dokumentiert.

Bei den Mischkulturen wurden die trockenen Körner ausgewertet. Es stellte sich bei der Buschbohne und Stangenbohne die Kombination mit der Puffbohne als am ertragreichsten heraus, bei der Erbse die Mischkultur mit der Stangenbohne und bei der Feuerbohne die Kombination mit der Erbse. Die Puffbohne erlitt einen Ernteausfall. Die unter Berücksichtigung unterschiedlicher Körnergewichte insgesamt erfolgreichste Mischkultur bildete die Kombination Erbse mit Stangenbohne. Jene Mischkulturen, welche eine geringe Überschneidung der Kulturdauer der beiden Partner hatten, waren im Schnitt fast doppelt so ertragreich wie gleichzeitig Angesäte.

Bei den getesteten in der Schweiz unüblichen Hülsenfrüchten konnte keine besonders überzeugen. Die meisten Arten stellten das Wachstum bei niedrigen Temperaturen ein und eine nicht endgültig identifizierbare Krankheit verhinderte die Verpflanzung von Töpfen ins Beet.



## 8 Glossar

<b>Monokultur</b>	Eine Monokultur bezeichnet den Anbau einer einzelnen Pflanzenart auf der gleichen Fläche über mehrere Jahre hinweg. Dies birgt grosse Risiken, insbesondere treten sehr viel mehr Schädlinge auf und der Boden wird ausgelaugt.
<b>Reinkultur</b>	Die gängigere Form der Monokultur, bei der nur eine Pflanze auf einer Fläche kultiviert wird, aber über die Jahre zwischen den verschiedenen Kulturen abgewechselt wird (eine Fruchtfolge besteht)
<b>Fruchtfolge</b>	Beim jahrhundertealten (vermutlich Jahrtausendealten) Prinzip der Fruchtfolge wird zwischen verschiedenen Kulturen verschiedener Pflanzenfamilien mit verschiedenen Bedürfnissen abgewechselt. Damit wird verhindert, dass der Boden einseitig ausgelaugt wird und kulturspezifische Krankheiten und Schädlinge (zum Beispiel die Kohlhernie) sich zu stark ausbreiten. In der Schweizer Landwirtschaft hat sich die Fruchtfolge weitgehend durchgesetzt. (Agroscope, 2018)
<b>Dreifelderwirtschaft</b>	Anbautechnik bei der drei Kulturen jährlich rotieren.

## 9 Literaturverzeichnis

- Achim, W. (26. 01 2016). *Von wegen nicht die Bohne*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2016/01/hehrenhuelnsenfruechte-teil-1-von-wegen-nicht-die-bohne.html](http://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2016/01/hehrenhuelnsenfruechte-teil-1-von-wegen-nicht-die-bohne.html)
- Agroscope. (2018). *Fruchtfolge*. Abgerufen am 08. 12 2022 von [www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/ackerbau/ackerrbausysteme/rotation.html](http://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/ackerbau/ackerrbausysteme/rotation.html)
- Alison, K. e. (2018). *DIVERSify: Designing InnoVative plant teams for Ecosystem*. European Union's Horizon 2020. Abgerufen am 8. 12 2022 von [f30a38c1-5f0f-4263-a519-2e142581b93f.filesusr.com/ugd/d3d1da\\_6f19c53b4a9f41d48c4bb1d9f8800303.pdf](https://f30a38c1-5f0f-4263-a519-2e142581b93f.filesusr.com/ugd/d3d1da_6f19c53b4a9f41d48c4bb1d9f8800303.pdf)
- Azani, N. e. (23. 02 2017). Abgerufen am 29. 10 2022 von The Journal of the International Association for Plant Taxonomy: [onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.12705/661.3](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.12705/661.3)
- Berner, A. e. (2013). *Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1576-bodenfruchtbarkeit.pdf](http://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1576-bodenfruchtbarkeit.pdf)
- Bir Bahadur, S. (2014). *Cowpea: The Food Legume of the 21st Century*. Madison: Crop Science Society of America.
- Bundesamt für Landwirtschaft. (2017). *Agrarbericht 2017*. BLW. Abgerufen am 08. 12 2022 von [Agrarbericht 2017: 2017.agrarbericht.ch/de/produktion/pflanzliche-produktion/flaechennutzung](http://Agrarbericht 2017: 2017.agrarbericht.ch/de/produktion/pflanzliche-produktion/flaechennutzung)
- Bundesamt für Landwirtschaft. (2022). *Alternativen im Schweizer Pflanzenbau*. Bern: schweizerische Eidgenossenschaft. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/ackerkulturen\\_zur\\_lebensmittelproduktion.pdf.download.pdf/Potenziale%20ausgew%C3%A4hlter%20Ackerkulturen%20zur%20Lebensmittelproduktion.pdf](http://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/ackerkulturen_zur_lebensmittelproduktion.pdf.download.pdf/Potenziale%20ausgew%C3%A4hlter%20Ackerkulturen%20zur%20Lebensmittelproduktion.pdf)
- Calles, T. e. (2019). *The International Year of Pulses*. Rome: FAO.
- Chemnitz, C. W. (2015). *Bodenatlas*. Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.boell.de/sites/default/files/bodenatlas2015\\_iv.pdf](http://www.boell.de/sites/default/files/bodenatlas2015_iv.pdf)
- Colsell, S. e. (2019). *Soja-Report*. Berlin: BUND. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/landwirtschaft/landwirtschaft\\_sojareport.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/landwirtschaft/landwirtschaft_sojareport.pdf)
- DPA. (18. 02 2022). Die Kombi macht's: Mais und Bohnen bilden ein Dreamteam. *Süddeutsche Zeitung*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.sueddeutsche.de/wirtschaft/ernaehrung-die-kombi-macht-s-mais-und-bohnen-bilden-ein-dreamteam-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-220218-99-191981](http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/ernaehrung-die-kombi-macht-s-mais-und-bohnen-bilden-ein-dreamteam-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-220218-99-191981)
- Dudda, E. (29. 08 2016). *Hülsenfrüchte – mehr als Soja*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.lid.ch/fileadmin/lid/infoservices/Dossier/479/LID\\_Dossier\\_479.pdf](http://www.lid.ch/fileadmin/lid/infoservices/Dossier/479/LID_Dossier_479.pdf)

- Eidgenössische Ernährungskommission. (2007). *Gesundheitliche Vor- und Nachteile einer vegetarischen Ernährung*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/das-blv/organisation/kommissionen/eek/gesundheitliche-vor-und-nachteile-einer-vegetarischen-ernaehrung/zusammenfassung-vegetarische-ernaehrung.pdf.download.pdf/Zusammenfassung\\_Gesundheitliche\\_Effekte\\_einer\\_veg](http://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/das-blv/organisation/kommissionen/eek/gesundheitliche-vor-und-nachteile-einer-vegetarischen-ernaehrung/zusammenfassung-vegetarische-ernaehrung.pdf.download.pdf/Zusammenfassung_Gesundheitliche_Effekte_einer_veg)
- Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement. (4. 02 2010). *Dünger für den Klimawandel*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/18162.pdf](http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/18162.pdf)
- Erdin, D., & al., e. (2021). *Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2020*. Brugg: Schweizer Bauernverband. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.sbv-usp.ch/fileadmin/user\\_upload/SES\\_2020-97.pdf](http://www.sbv-usp.ch/fileadmin/user_upload/SES_2020-97.pdf)
- ETH/Bundesamt für Landwirtschaft. (2014). *Umfeldanalyse zur Schweizer Pflanzenzüchtung*. Bern: Bundesamt für Landwirtschaft BLW. Abgerufen am 11. 12 2022 von [www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Nachhaltige%20Produktion/Pflanzliche%20Produktion/Pflanzenzuechtung/umfeldanalyse.pdf.download.pdf/Umfeldanalyse%20Pflanzenz%C3%BCchtung%20d.pdf](http://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Nachhaltige%20Produktion/Pflanzliche%20Produktion/Pflanzenzuechtung/umfeldanalyse.pdf.download.pdf/Umfeldanalyse%20Pflanzenz%C3%BCchtung%20d.pdf)
- European Parliament. (2014). *The EU seed and plant reproductive material market in perspective*. European Parliament. Abgerufen am 11. 12 2022 von [www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2013/513994/IPOL-AGRI\\_NT\(2013\)513994\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2013/513994/IPOL-AGRI_NT(2013)513994_EN.pdf)
- Eurostat. (1. 07 2019). *Statistiken über die Struktur landwirtschaftlicher Betriebe*. Abgerufen am 2022 von [ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farm\\_structure\\_statistics/de&oldid=442605](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farm_structure_statistics/de&oldid=442605)
- FAO. (1997). *Le Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.fao.org/3/y4683f/y4683f07.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/3/y4683f/y4683f07.htm#TopOfPage)
- FAO. (24. 11 2017). *Canavalia ensiformis (L.) DC*. Abgerufen am 11. 12 2022 von [web.archive.org/web/20171124064914/http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Gbase/data/pf000012.htm](http://web.archive.org/web/20171124064914/http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Gbase/data/pf000012.htm)
- Fassmann, N. (2015). *Auf gute Nachbarschaft*. Darmstadt: Pala.
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau. (2020). *Anbau von Körnerleguminosen in Mischkultur im Trockengebiet*. Wien: Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich. Abgerufen am 08. 12 2022 von [www.fibl.org/fileadmin/documents/de/news/2020/bionet\\_mischkulturen\\_2020.pdf](http://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/news/2020/bionet_mischkulturen_2020.pdf)
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL. (2021). *Tätigkeitsbericht 2019/2020*. Frick: Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL. Abgerufen am 11. 12 2022 von [www.fibl.org/fileadmin/documents/de/taetigkeitsbericht/FiBL-Taetigkeitsbericht\\_2019\\_2020.pdf](http://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/taetigkeitsbericht/FiBL-Taetigkeitsbericht_2019_2020.pdf)

- Gantenbein, S. (17. 10 2022). *So viele Menschen ernährt ein Landwirtschaftsbetrieb*. Abgerufen am 08. 12 2022 von [www.ufarevue.ch/betriebsfuehrung/effiziente-landwirtschaft](http://www.ufarevue.ch/betriebsfuehrung/effiziente-landwirtschaft)
- Götze, S. (12. 09 2017). *Mit Straucherbsen gegen den Klimawandel*. Abgerufen am 11. 12 2022 von [www.nd-aktuell.de/artikel/1063398.mit-straucherbsen-gegen-den-klimawandel.html](http://www.nd-aktuell.de/artikel/1063398.mit-straucherbsen-gegen-den-klimawandel.html)
- Herreman, L. e. (25. 08 2020). *Comprehensive overview of the quality of plant- And animal-sourced proteins based on the digestible indispensable amino acid score*. Abgerufen am 4. 12 2022 von National Library of Medicine: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7590266/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7590266/)
- Hillel, D. u. (8. 08 2009). *Mischkulturen – ein weltweites Erfolgsrezept*. Abgerufen am 8. 12 2022 von Journal für Terroirwein und Biodiversität: [www.ithaka-journal.net/mischkulturen-%e2%80%93-ein-weltweites-erfolgsrezept](http://www.ithaka-journal.net/mischkulturen-%e2%80%93-ein-weltweites-erfolgsrezept)
- Klaiss, M. (2022). *Hülsenfrüchte*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.fibl.org/de/themen/huelsenfruechte](http://www.fibl.org/de/themen/huelsenfruechte)
- Kötter, E. e. (02. 06 2020). *Hülsenfrüchte: Erzeugung*. Abgerufen am 29. 10 2022 von Bundeszentrum für Ernährung: [www.bzfe.de/lebensmittel/vom-acker-bis-zum-teller/huelsenfruechte/huelsenfruechte-erzeugung/](http://www.bzfe.de/lebensmittel/vom-acker-bis-zum-teller/huelsenfruechte/huelsenfruechte-erzeugung/)
- Kuczynski, R. R. (1917). *Die Hülsenfrüchte in der deutschen Ernährungswirtschaft [Heft 16]*. Berlin: Hobbing. Abgerufen am 4. 12 2022 von [digi.landesbibliothek.at/viewer/!image/AC08337547/2/-/](http://digi.landesbibliothek.at/viewer/!image/AC08337547/2/-/)
- Kürschner-Pelkmann, F. (06. 01 2016). *Internationales Jahr der Hülsenfrüchte 2016*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [dgvn.de/meldung/internationales-jahr-der-huelsenfruechte-2016](http://dgvn.de/meldung/internationales-jahr-der-huelsenfruechte-2016)
- Landon, A. J. (2008). *The "How" of the Three Sisters: The Origins of Agriculture in Nebraska*. Nebraska: University of Nebraska. Abgerufen am 08. 12 2022 von [digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://de.wikipedia.org/&httpsredir=1&article=1039&context=nebanthro](http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://de.wikipedia.org/&httpsredir=1&article=1039&context=nebanthro)
- Landwirtschaftskammer Deutschland. (2020). *Stickstoffdüngung im Getreide*. Abgerufen am 08. 12 2022 von [www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/getreide/getreide-n-duengung-pdf.pdf](http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/getreide/getreide-n-duengung-pdf.pdf)
- Li, C. H. (2022). Syndromes of production in intercropping impact yield gains. *Nature Plants*, 653-660. doi:doi.org/10.1038/s41477-020-0680-9
- Lütold, J. e. (Winter 2021). Hülsenfrüchte - pflanzliche Proteinbomben. *ernteriif*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [cdn2.assets-servd.host/terra-verde/production/assets/images/content/documents/ernteriif3-Hu%CC%88lsenfru%CC%88chte.pdf](http://cdn2.assets-servd.host/terra-verde/production/assets/images/content/documents/ernteriif3-Hu%CC%88lsenfru%CC%88chte.pdf)

- Mammana, I. (2014). *concentration of power in the EU seed market*. European greens. Von [www.greens-efa.eu/files/assets/docs/concentration\\_of\\_market\\_power\\_in\\_the\\_eu\\_seed\\_market.pdf](http://www.greens-efa.eu/files/assets/docs/concentration_of_market_power_in_the_eu_seed_market.pdf) abgerufen
- Marianna, S. e. (2014). *Das Lexikon der alten Gemüsesorten*. Aarau und München: AT Verlag.
- Marie. (20. 12 2017). *28 Gemüsearten und ihre wirksamsten Mischkultur-Partner + Beispielplan*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.wurzelwerk.net/2017/12/20/mischkultur/](http://www.wurzelwerk.net/2017/12/20/mischkultur/)
- Mattmüller, M. J. (03. 02 2011). *Hülsenfrüchte*. Abgerufen am 29. 10 2022 von Historisches Lexikon der Schweiz: [www.hls-dhs-dss.ch/de/articles/013940/2011-02-03/](http://www.hls-dhs-dss.ch/de/articles/013940/2011-02-03/)
- Mekonnen, M. H. (12 2010). *The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products*. Abgerufen am 4. 12 2022 von UNESCO-IHE Institute for Water Education: [waterfootprint.org/media/downloads/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Vol1\\_1.pdf](http://waterfootprint.org/media/downloads/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Vol1_1.pdf)
- Meteorologische Ertragsanalyse*. (2022). Abgerufen am 29. 10 2022 von [de.wikipedia.org/wiki/Meteorologische\\_Ertragsanalyse](https://de.wikipedia.org/wiki/Meteorologische_Ertragsanalyse)
- Müller, S. (kein Datum). *Blattläuse an Bohnen bekämpfen*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.gartenjournal.net/blatlaeuse-an-bohnen-bekaempfen](http://www.gartenjournal.net/blatlaeuse-an-bohnen-bekaempfen)
- Oregon State University. (2019). *National Forage & Grasslands Curriculum*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [forages.oregonstate.edu/nfgc/eo/onlineforagecurriculum/instructormaterials/availabletopics/legumes/utilization](http://forages.oregonstate.edu/nfgc/eo/onlineforagecurriculum/instructormaterials/availabletopics/legumes/utilization)
- Patrick Zoll, D. (4. 09 2016). *Das Protein des armen Mannes*. NZZ. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.nzz.ch/finanzen/devisen-und-rohstoffe/rohstoffe/huelsenfruechte-das-protein-des-armen-mannes-ld.114747?reduced=true](http://www.nzz.ch/finanzen/devisen-und-rohstoffe/rohstoffe/huelsenfruechte-das-protein-des-armen-mannes-ld.114747?reduced=true)
- Perret, R. (23. 08 2022). *Meteonews trockenens und warmes Jahr 2022 - Auswirkungen auf die Natur*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.meteonews.ch/de/News/N10858/Zu-trockenes-und-warmes-Jahr-2022\\_-Auswirkungen-auf-die-Natur](http://www.meteonews.ch/de/News/N10858/Zu-trockenes-und-warmes-Jahr-2022_-Auswirkungen-auf-die-Natur)
- Projekte mit Hülsenfrüchten*. (2022). Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.fibl.org/de/themen/huelsenfruechte/huelsenfruechte-projekte](http://www.fibl.org/de/themen/huelsenfruechte/huelsenfruechte-projekte)
- Public Eye. (2019). *Gefährliche Marktkonzentration*. Abgerufen am 11. 12 2022 von [www.publiceye.ch/de/themen/saatgut/gefaehrliche-marktkonzentration](http://www.publiceye.ch/de/themen/saatgut/gefaehrliche-marktkonzentration)
- Ramseyer, N. e. (2021). *Potential ausgewählter Ackerkulturen in der Schweiz. Bericht zur aktuellen Lage im Ackerbau und den möglichen Entwicklungen*. Brugg: Schweizerischer Bauernverband.

- Rüegg, P. (24. 06 2021). *Mehr Ertrag in Mischkulturen*. Abgerufen am 08. 12 2022 von [www.ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2021/06/mehr-ertrag-in-mischkulturen.html](http://www.ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2021/06/mehr-ertrag-in-mischkulturen.html)
- Sativa. (2022). *www.sativa.bio*. Abgerufen am 10. 12 2022 von Scarlet Emperor: [www.sativa.bio/en/vegetables/beans/scarlet-runner-beans/scarlet-emperor-bo82](http://www.sativa.bio/en/vegetables/beans/scarlet-runner-beans/scarlet-emperor-bo82)
- Sativa Gemüsebau Qualität*. (kein Datum). Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.sativa-rheinau.ch/gemuesebau/qualitaet.html](http://www.sativa-rheinau.ch/gemuesebau/qualitaet.html)
- SBV. (1926). *Statistiques et évaluations agricoles*. Brugg: Secrétariat des paysans suisses. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.sbv-usp.ch/fileadmin/sbvuspch/04\\_Medien/Publikationen/SES/Archiv/SES\\_1925-03\\_f.pdf](http://www.sbv-usp.ch/fileadmin/sbvuspch/04_Medien/Publikationen/SES/Archiv/SES_1925-03_f.pdf)
- Schöb, C. (31. 07 2018). *Mischkulturen gegen Monotonie*. Abgerufen am 8. 12 2022 von [www.ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2018/07/mischkulturen-gegen-monotonie.html](http://www.ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2018/07/mischkulturen-gegen-monotonie.html)
- Schubiger, F. (2011). *Blattrollkrankheit*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.pflanzenkrankheiten.ch/krankheiten-an-kulturpflanzen/huelsenfruechte/ackerbohnen/blattrollkrankhiet-blr-virus-ackerbohne](http://www.pflanzenkrankheiten.ch/krankheiten-an-kulturpflanzen/huelsenfruechte/ackerbohnen/blattrollkrankhiet-blr-virus-ackerbohne)
- Schubiger, F. (2012). *Botrytis fabae*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.pflanzenkrankheiten.ch/krankheiten-an-kulturpflanzen/huelsenfruechte/ackerbohnen/botrytis-fabae-ackerbohnen](http://www.pflanzenkrankheiten.ch/krankheiten-an-kulturpflanzen/huelsenfruechte/ackerbohnen/botrytis-fabae-ackerbohnen)
- Schwenk, S. (2020). *Dürr Samenkatalog Bohnen*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.duerr-samen.de/pix/PDF-Bohnen.pdf](http://www.duerr-samen.de/pix/PDF-Bohnen.pdf)
- Science Media Center Germany. (1. 6 2020). *www.sciencemediacenter.de*. Abgerufen am 8. 12 2022 von Höhere Erträge bei gleichzeitigem Anbau verschiedener Kulturen: [www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/research-in-context/details/news/hoehere-ertraege-bei-gleichzeitigem-anbau-verschiedener-kulturen/](http://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/research-in-context/details/news/hoehere-ertraege-bei-gleichzeitigem-anbau-verschiedener-kulturen/)
- Sondermeier, A. H. (12. 11 2014). *Verkeruzung bei Gartenbohnen*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.garten-des-lebens.de/verkreuzung-bei-gartenbohnen/](http://www.garten-des-lebens.de/verkreuzung-bei-gartenbohnen/)
- Statista. (30. 04 2014). *Entwicklung der Gewächshaus-Konstruktionsfläche\* in der Schweiz von 1985 bis 2013*. Abgerufen am 11. 12 2022 von [de.statista.com/statistik/daten/studie/558883/umfrage/entwicklung-der-gewaechshausflaeche-in-der-schweiz/](http://de.statista.com/statistik/daten/studie/558883/umfrage/entwicklung-der-gewaechshausflaeche-in-der-schweiz/)
- Statista. (21. 01 2022). *de.statista.com*. Abgerufen am 11. 12 2022 von Offenes Ackerland in der Schweiz nach Nutzungsart in den Jahren 2012 und 2020: [de.statista.com/statistik/daten/studie/288819/umfrage/offenes-ackerland-in-der-schweiz-nach-nutzungsart/](http://de.statista.com/statistik/daten/studie/288819/umfrage/offenes-ackerland-in-der-schweiz-nach-nutzungsart/)
- Statistisches Bundesamt DESTATIS. (2022). *Globale Tierhaltung, Fleischproduktion und Fleischkonsum*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.destatis.de/DE/Themen/Laender-](http://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-)

Regionen/Internationales/Thema/landwirtschaft-fischerei/tierhaltung-fleischkonsum/\_inhalt.html

Syngenta. (31. 03 2022). *Syngenta Group steigert Umsatz um 23 Prozent auf 28,2 Milliarden USD im Gesamtjahr 2021*. Abgerufen am 11. 12 2022 von [www.syngentagroup.com/de/media/syngenta-news/year/2022/syngenta-group-reports-2021-performance-growing-23-282-billion-sales](http://www.syngentagroup.com/de/media/syngenta-news/year/2022/syngenta-group-reports-2021-performance-growing-23-282-billion-sales)

The Guardian Datablog. (10. 01 2013). *How much water is needed to produce food and how much do we waste?* Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.theguardian.com/news/datablog/2013/jan/10/how-much-water-food-production-waste#data](http://www.theguardian.com/news/datablog/2013/jan/10/how-much-water-food-production-waste#data)

Umweltbundesamt Deutschland. (1. 06 2022). *Düngemittel*. Abgerufen am 4. 12 2022 von [www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/duengemittel#dungemittel-was-ist-das](http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/duengemittel#dungemittel-was-ist-das)

Universität Göttingen. (11. 09 2017). *klein ist ökologisch besser*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/klein-ist-oekologisch-besser-studie-zu-vorteilen-der-kl-10837](http://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/klein-ist-oekologisch-besser-studie-zu-vorteilen-der-kl-10837)

Valeyra Seed Catalogue. (2022). Abgerufen am 29. 10 2022 von [drive.google.com/file/d/1cTvsuGR0DW9pPv8ZQCMs6RhnzNzzUhO2/view](https://drive.google.com/file/d/1cTvsuGR0DW9pPv8ZQCMs6RhnzNzzUhO2/view)

Vieweg, M. (28. 06 2021). *Mehr Ertrag durch ein Naturprinzip*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [www.wissenschaft.de/erde-umwelt/mehr-ertrag-durch-ein-naturprinzip/](http://www.wissenschaft.de/erde-umwelt/mehr-ertrag-durch-ein-naturprinzip/)

Walter H., e. a. (2000). *Leguminosen zur Kornnutzung*. Abgerufen am 29. 10 2022 von [geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2000/320/pdf/Leguminosen\\_zur\\_Kornnutzung.pdf](http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2000/320/pdf/Leguminosen_zur_Kornnutzung.pdf)

Yu, Y. e. (2015). *Temporal niche differentiation increases the land equivalent ratio of annual intercrops: A meta-analysis*. Field Crops Research. Abgerufen am 2022 von [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037842901530054X](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037842901530054X)

## 10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Sämtliche Abbildungen und Tabellen wurden von mir erstellt.

Die Fotos wurden bis auf das Titelbild und das Päckchen auf Seite 18 links nicht bearbeitet, allerdings zum Teil leicht auf das Format zugeschnitten.

Die beiden Titelfotos (Abb. 1/2) wurden minim aufgehellt und zugeschnitten. Die Telefonnummer und der QR-Code des Päckchens auf Seite 26 (Abb. 22) wurden zwecks Anonymisierung übermalt.

Für die Erstellung der Abbildungen 30/31/32/33 sowie aller Tabellen wurde Microsoft Excel verwendet



# 11 Anhang

## 11.1 Ertrag der Mischkulturen (absolut)

Tab. 4: Ertrag der verschiedenen Mischkulturen in Gramm

In dieser Tabelle sind alle Erträge aufgeführt und das Gewicht zu den verschiedenen Zeitpunkten verzeichnet.

Absolutertrag der verschiedenen Mischkulturen	In Kultur mit der Buschbohne	In Kultur mit der Puffbohne	In Kultur mit der Erbse	In Kultur mit der Feuerbohne	In Kultur mit der Stangenbohne
<b>Ertrag frisch mit Hülse</b>					
Ertrag der Buschbohne		486		371	252
Ertrag der Puffbohne	6			0	5
Ertrag der Erbse	129	82			126
Ertrag der Feuerbohne	427	390		992	
Ertrag der Stangenbohne	59	319		308	78
<b>Ertrag trocken mit Hülse</b>					
Ertrag der Buschbohne		352		216	190
Ertrag der Puffbohne	4			0	5
Ertrag der Erbse	108	65			94
Ertrag der Feuerbohne	164	166		279	
Ertrag der Stangenbohne	37	238		226	64
<b>Ertrag trocken ohne Hülse</b>					
Ertrag der Buschbohne		277		158	133
Ertrag der Puffbohne	0			0	2
Ertrag der Erbse	62	41			69
Ertrag der Feuerbohne	59	58		90	
Ertrag der Stangenbohne	29	176		171	48
<b>Verwertbare Körner</b>					
Ertrag der Buschbohne		269		148	128
Ertrag der Puffbohne	0			0	0
Ertrag der Erbse	46	17			41
Ertrag der Feuerbohne	32	49		78	
Ertrag der Stangenbohne	23	169		165	45

## 11.2 Ertrag der Mischkulturen (relativ)

**Tab. 5: Ertrag der Mischkulturen relativ zueinander**

In dieser Tabelle wird der Ertrag pro Hundert Pflanzen zwischen den verschiedenen Mischkulturen verglichen.

Fallbeispiel: Die Buschbohne hat einen Ertrag von 277 Gramm pro Hundert Pflanzen in Kombination mit der Puffbohne. Dies ist der höchste Ertrag der Buschbohne in allen Kombinationen. 277 Gramm bilden nun also den Wert 100%. Die Buschbohne hatte in Kombination mit der Stangenbohne 131 Gramm Ertrag. Eins multipliziert mit 131 und dann geteilt durch 277 gibt gerundet 47%. Dieser Wert wird dann in der Grafik dargestellt.

Absolutertrag der verschiedenen Mischkulturen	In Kultur mit der Buschbohne	In Kultur mit der Puffbohne	In Kultur mit der Erbse	In Kultur mit der Feuerbohne	In Kultur mit der Stangenbohne
<b>Ertrag frisch mit Hülse</b>					
Ertrag der Buschbohne		100%	65%	52%	63%
Ertrag der Puffbohne	50%		0%	42%	100%
Ertrag der Erbse	94%	60%		92%	100%
Ertrag der Feuerbohne	50%	46%	100%		38%
Ertrag der Stangenbohne	18%	100%	83%	24%	
<b>Ertrag trocken mit Hülse</b>					
Ertrag der Buschbohne		100%	53%	54%	52%
Ertrag der Puffbohne	57%		0%	71%	100%
Ertrag der Erbse	95%	57%		82%	100%
Ertrag der Feuerbohne	69%	69%	100%		52%
Ertrag der Stangenbohne	16%	100%	81%	27%	
<b>Ertrag trocken ohne Hülse</b>					
Ertrag der Buschbohne		100%	49%	48%	47%
Ertrag der Puffbohne	0%		0%	100%	100%
Ertrag der Erbse	83%	55%		92%	100%
Ertrag der Feuerbohne	76%	75%	100%		62%
Ertrag der Stangenbohne	136%	100%	83%	27%	
<b>Verwertbare Körner</b>					
Ertrag der Buschbohne		100%	47%	48%	47%
Ertrag der Puffbohne	0%		0%	0%	0%
Ertrag der Erbse	100%	37%		89%	87%
Ertrag der Feuerbohne	48%	73%	100%		40%
Ertrag der Stangenbohne	14%	100%	84%	27%	

### 11.3 Ergebnisse des Testanbaus verschiedener Körnerleguminosen

**Tab. 6: Entwicklung der testweise angebauten Hülsenfruchtarten**

Die Tabelle ist keineswegs abschliessend, sondern soll eine Übersicht über den Verlauf des Testanbaus geben.

In der ersten Spalte von links ist die kultivierte Art aufgeführt.

In der zweiten Spalte wird aufgeführt, ob 14 Tage nach der Aussaat eine Pflanze gesprossen ist.

In der mittleren Spalte wird angegeben, in wie vielen Töpfen die Pflanzen einen Monat nach der Aussaat Blätter zeigen. Die Angabe «4/4» gibt die Anzahl der Töpfe, in denen sich bereits Blätter ausgebildet haben, geteilt durch die Anzahl insgesamt vorhandener Töpfe an. Dahinter wurden die auffälligsten Beobachtungen notiert.

Die vierte Spalte gibt an, ob die Pflanzen Mitte September, vier Monate nach der Aussaat, noch lebendig waren.

Die letzte Spalte gibt an, ob ein Ertrag erzielt wurde. Bei der Bambara-Erdnuss (*Subterranea*) steht «Nicht verwertbar», da sie zwar Knollenansätze aufwies, diese aber noch nicht gereift waren.

Kultivierte Art	Ist bis am 28.05.2022 eine Pflanze gesprossen?	Entwicklung der Pflanzen bis am 15.06.2022 sind in allen Töpfen Pflanzen gesprossen?	Waren die Pflanzen am 18.09.2022 lebendig?	Wurden Früchte Ausgebildet?
Subterranea	Nein	Blätter 4/4, frassschaden (Schnecke gefunden)	Nein	Nicht verwertbar
Augenbohne(white)	Ja	Blätter 3/3, frassschaden (Käfer?)	Ja	Nein
Augenbohne (red)	Ja	Blätter 4/4, frassschaden (Käfer?)	Nein	Nein
Guarbohne (?)	Nein	-	Nein	Nein
Urid bean	Ja	Blätter 5/5	Nein	Nein
Straucherbse	Ja	Blätter 4/4	Ja (überraschend)	Nein
Moth bean	Ja	Blätter 5/5	Ja	Nein
Sojabohne	Ja	Blätter 5/5	Ja	Ja
Monstranzbohne	Ja	Blätter 5/5	Nein	Ja
Adzukibohne	Ja	Blätter 5/5	Jein	Ja
Red Kidneybohne	Ja	Blätter 5/5	Nein	Nein
Wachsbohne	Ja	Blätter, 4/5 gesprossen	Ja	Ja
Limabohne	Nein	(Staunässe entdeckt) -	Nein	Nein
Helmbohne	Ja	Blätter 1/4 (Staunässe!)	Nein	Nein
Mungbohne	Ja	Blätter 4/4 aber gelblich, ähnlich Bohnenrost	Ja	Ja (eine)
Spargelbohne	Ja	Blätter 4/4 leicht gelblich, durchlöchert (?)	Ja	Nein
Jackbohne	Ja	Blätter 4/4 riesig	Ja	Nein
Flagoletbohne	Ja	Blätter 4/4	Ja	Ja
Teparybohne	Ja	Blätter 4/4 gelblich	Nein	Nein
Spargelbohne	Ja	Blätter 4/4 gelblich Frassschaden (gänge?)	Jein	Ja
Yambohne	Nein	(-) Staunässe!	Nein	Nein
Schwertbohne	Nein	Staunässe! (-)	Nein	Nein
Spargelbohne	Ja	Blätter 5/5 gelblich	Nein	Nein
	35 Ja	Blätter 5/5, frassschaden (Schnecken)	Nein	Nein