

Bachelorarbeit

Agroforst in der bio- veganen Landwirtschaft für ein zukunftsfähiges Ernährungssystem

Autor
Stefan Bösch

Betreuung
Mareike Jäger
Christina Vaccaro

Umweltingenieurwesen 2018
Abgabetermin: 13.01.2022



Impressum

Titelbild

Gezeichnet von Stefan Bösch

Schlagworte

Landwirtschaft · bio-vegan · Agroforst · Fruchtbäume · Haselnuss · Walnuss

Zitiervorschlag

Bösch, S. (2022). Agroforst in der bio-veganen Landwirtschaft für ein zukunftsfähiges Ernährungssystem . Bachelorarbeit, Herbstsemester 2021. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW). Unveröffentlicht.

Adresse des Instituts

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW
Life Sciences und Facility Management LFSM
Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen
Sekretariat, Grüental Postfach
CH-8820 Wädenswil

Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit war es, das Potential von Agroforstsystemen für die bio-vegane Landwirtschaft aufzuzeigen. Diese Form der Landwirtschaft steht hauptsächlich vor der Herausforderung, ohne Tierhaltung einen funktionierenden Nährstoffkreislauf zu gestalten, welcher die Bodengesundheit erhält und ausreichend proteinhaltige Nahrungsmittel bereitzustellen. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand die Integration von Nussbäumen in den bio-vegane Acker- und Gemüsebau, welche einen positiven Einfluss auf den Nährstoffkreislauf des Anbausystems haben soll und gleichzeitig durch die Nüsse wertvolle Proteinquellen für eine vegane Ernährung bereitstellt. Anhand des Betriebes Grundhof wurde der Prozess der Planung eines bio-vegane Agroforstes aufgezeigt und dessen Realisierbarkeit für diesen Standort geprüft. Es wurden vier verschiedene Pflanzdesigns für Agroforstsysteme mit Hasel- und Walnussbäumen entworfen. Die ökonomische Beurteilung der vorgestellten Anbausysteme zeigten, dass alle Varianten einen ausreichenden Ertrag abwerfen würden. Die zwei Varianten mit Haselnussbäumen generieren fast den ganzen Umsatz mit der Haselnussernte, welche jedoch insbesondere durch den reduzierten Pflanzenschutzmitteleinsatz im Agroforst und fehlenden Erfahrungswerten, nicht garantiert werden kann. Bei den Walnüssen verteilen sich die Einnahmequellen auf die Walnussernte (54.5%), die Direktzahlungen (24.3%) und den Holzertrag (21.2%). Im Allgemeinen liegen die Investitionskosten und das finanzielle Risiko für die Systeme mit den Walnüssen tiefer. Des Weiteren gibt es im Gegensatz zu den Haselnussbäumen bei der Kultivierung von Walnüssen in Agroforstsystemen bereits viele Erfahrungswerte. Als Unterkulturen zwischen den Baumreihen eignen sich für die Kombination mit Haselnüssen der Gemüsebau, bei den Walnüssen eher ackerbauliche Kulturen. Aufgrund dieser Faktoren wird für den Grundhof ein Agroforstsystem bestehend aus Ackerbau und Walnüssen empfohlen.

Abstract

The aim of this bachelor thesis was to show the potential of agroforestry systems for organic-vegan agriculture. This type of agriculture is mainly faced with the challenge of creating a functioning nutrient cycle without livestock farming, which maintains and promotes soil health and provides sufficient protein-rich food. The focus of the research was the integration of nut trees in organic-vegan agriculture, which should have a positive influence on the nutrient cycle of the cultivation system and at the same time provide valuable protein sources for a vegan diet. Using the Grundhof farm as an example, the process of planning an organic-vegan agroforestry was demonstrated and its feasibility for this location was tested. Four different planting designs for agroforestry systems with hazel and walnut trees were created. The economic evaluation of the presented cropping systems showed that all variants would yield a sufficient yield. The two systems with hazelnut trees generate almost the entire revenue from the hazelnut harvest, which, however, cannot be guaranteed due to the reduced use of pesticides in the agroforestry. In the case of walnuts, the sources of revenue are distributed between the walnut harvest (54.5%), direct payments (24.3%) and wood yield (21.2%). In general, the investment costs and the financial risk are lower for the systems with the walnuts. In contrast to the hazelnut trees, there are already many empirical values for the cultivation of walnuts in agroforestry systems. As subcultures between the rows of trees, vegetable crops are suitable for combination with hazelnuts, and arable crops are more suitable for walnuts. Based on these factors, an agroforestry system consisting of cropland and walnuts is recommended for Grundhof.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theorieteil	3
2.1	Landwirtschaft Schweiz.....	3
2.1.1	Szenarien Landwirtschaft 2050	3
2.2	Vegane Ernährung.....	4
2.2.1	Definition vegane Ernährung.....	4
2.2.2	Trendanalyse	4
2.2.3	Nährstoffversorgung vegan lebender Menschen	4
2.3	Bio-vegane Landwirtschaft	5
2.3.1	Definition.....	5
2.3.2	Trendanalyse	5
2.3.3	Chancen und Herausforderungen	6
2.3.4	Motivation und Potentiale	7
2.3.5	Nährstoffversorgung in der bio-veganen Landwirtschaft.....	7
2.4	Agroforst	8
2.4.1	Definition und verschiedene Formen von Agroforst.....	8
2.4.2	Chancen und Risiken des silvoarablen Agroforsts in Bezug auf die Produktion	9
2.4.3	Ökologische Mehrwerte durch Agroforst.....	10
2.4.4	Finanzielle Förderung von Agroforst.....	10
2.5	Potential von Gehölzen in der bio-veganen Landwirtschaft als Nährstofflieferanten	12
3	Methoden.....	13
3.1	Standortwahl für den Agroforst auf dem Betrieb Grundhof	13
3.2	Erstellung der Skizze für den Grundhof.....	13
3.3	Ökonomische Berechnungen	14
3.4	Interviews Wertschöpfungskette.....	14
4	Resultate	15
4.1	Mögliche Fruchtgehölze	15
4.1.1	Walnuss (<i>Juglans regia</i>).....	15
4.1.2	Haselnuss (<i>Corylus avellana</i>).....	16
4.1.3	Mandeln (<i>Prunus dulcis</i>).....	17
4.1.4	Übersicht Nussbäume	17
4.1.5	Stickstofffixierende Bäume	18
4.1.6	Unterkulturen zwischen den Baumreihen	19
4.1.7	Unterkulturen in den Baumstreifen	22
4.2	Marktanalyse Bio-Nüsse aus der Schweiz.....	22

4.3	Grundhof	24
4.3.1	Hofübernahme	24
4.3.2	Konzept Betrieb Grundnahrig	25
4.3.3	Stärken und Schwächen vom Team in Bezug auf Agroforst	25
4.3.4	Standortbeurteilung	26
4.3.5	Bodenproben	28
4.3.6	Bewirtschaftung und Mechanisierung	30
4.3.7	Pflanzdesign	33
4.3.8	Ökonomische Berechnungen	37
4.3.9	Wertschöpfungskette	39
5	Diskussion	40
5.1	Agroforst (mit Nussbäumen) in der bio-veganen Landwirtschaft	40
5.2	Agroforst Planung Grundhof	41
5.3	Ausblick	43
6	Schlussfolgerungen	44
7	Literaturverzeichnis	45
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	53
	Anhang	54

1 Einleitung

Die Schweizer Landwirtschaft ist für rund 13.5 % aller Treibhausgasemissionen der Schweiz verantwortlich (Baur & Flückiger, 2018). Gleichzeitig wird sie durch Auswirkungen des Klimawandels wie Dürren, Starkniederschläge oder Unwetter stark unter Druck gesetzt. Klimaadaptationen werden notwendig sein, um weiterhin Nahrungsmittel produzieren zu können (Müller, 2018). Die steigende Weltbevölkerungszahl und der anhaltende Verlust von Kulturland, beispielsweise durch Desertifikation oder Überbauungen, führt dazu, dass auf einer immer kleineren Fläche mehr Nahrungsmittel produziert werden müssen (Rahmann & Oppermann, 2010). Mit den vorhandenen Produktionssystemen führt dies zu einer noch stärkeren Intensivierung der Landwirtschaft, und die vorhandenen fruchtbaren Kulturflächen werden noch schneller zerstört.

Ein Hauptgrund für die klimaschädlichen Auswirkungen ist die nicht standortangepasste Nutztierhaltung und der Kunstdüngereinsatz in der konventionellen Landwirtschaft. Fruchtbare Ackerflächen werden für den Futterbau verwendet, anstatt pflanzliche Lebensmittel für die direkte menschliche Ernährung anzubauen. Das Bewusstsein für die genannten Umweltthemen wird bei den Konsument:innen immer grösser und die Nachfrage nach ökologisch produzierten Lebensmitteln steigt (Stolz et al., 2017). Auch ethische und gesundheitliche Aspekte lassen viele Menschen ihr Essverhalten hinterfragen. Folgend nahm in den letzten Jahren die Anzahl an vegan, vegetarisch oder flexitarisch lebenden Menschen stark zu (Schlatzer, 2011). Um den Gedanken der veganen Ernährung ernst zu nehmen, muss auch die Produktion der veganen Lebensmittel komplett von der Nutztierhaltung losgelöst werden können. Konsequenz zu Ende gedacht können bei der bio-veganen Pflanzenproduktion keine tierischen Betriebsmittel, wie Hofdünger oder Schlachtabfälle, eingesetzt werden. In einem nachhaltigen, veganen Produktionssystem werden nicht nur keine Hofdünger eingesetzt, eine mineralische Stickstoffdüngung kommt aufgrund ihrer schlechten Klimabilanz und den Auswirkungen auf das Bodenleben und die Gewässer auch nicht in Frage. Gründüngungen, Kompost und der Anbau von Körnerleguminosen sind einige Möglichkeiten, um diesen Nährstoffeintrag in der bio-veganen Landwirtschaft zu ersetzen (Buse, 2017).

Moderne Agroforste, bei welchen verholzende und nicht verholzende Kulturen in einem Anbausystem kombiniert werden und beide Nutzungspartner davon profitieren, bergen das Potential, einigen Herausforderungen der bio-veganen Landwirtschaft zu begegnen (Jäger, 2017). Zwar sind Körnerleguminosen eine Gruppe der wichtigsten Proteinlieferanten in der veganen Ernährung, deren Anbau ist jedoch insbesondere durch die Leguminosenmüdigkeit begrenzt. Aufgrund dieser verschiedenen Krankheiten wird bei Leguminosen eine Anbaupause von bis zu 8 Jahren empfohlen (Buse, 2017). Durch die Integration von Fruchtbäumen und stickstofffixierenden Bäumen in die Ackernutzung könnten weitere Protein- und Stickstofflieferanten aus anderen Pflanzenfamilien in das Produktionssystem integriert werden. Diese Arbeit soll das Potential dieser Kombinationen untersuchen und insbesondere Mehrwerte für die bio-vegane Landwirtschaft herausarbeiten.

In einem zweiten Teil der Arbeit wird für einen Demeter Betrieb in Meisterschwanden im Kanton Aargau ein bio-veganes Produktionssystem mit Fruchtbäumen und Acker- und Gemüsebau erarbeitet. Dafür werden die Flächen des Betriebes auf deren Eignung für ein Agroforstsystem beurteilt, ökonomische Überlegungen ausgeführt und ein mögliches System skizziert. Dies beinhaltet eine Abklärung, welche Parzellen und Kulturen sich eignen würden und wie sich dies ökonomisch begründen lässt. Für die Planung des Agroforst-Systems wird die bereits vorhandene Mechanisierung des Betriebes miteinbezogen. Der Arbeitsaufwand soll möglichst klein gehalten werden und das System grösstenteils maschinell zu bewirtschaften sein.

Forschungsfragen

1. Welchen Mehrwert können Agroforstsysteme für die bio-vegane Landwirtschaft leisten?
2. Wie ist ein Agroforstsystem ökologisch, ökonomisch und arbeitstechnisch auf dem Betrieb Grundhof in Meisterschwanden umsetzbar?
3. Welche Kulturen lassen sich allgemein und auf dem Betrieb Grundhof in einem bio-vegane Agroforst kombinieren?
4. Welche veganen (Protein-)Produkte könnten mit einer Wertschöpfungskette aus dem Agroforst in Meisterschwanden hergestellt und vermarktet werden?

2 Theorieteil

2.1 Landwirtschaft Schweiz

Weltweit steigt der Verbrauch von tierischen Nahrungsmitteln. Im Vergleich zu pflanzlichen Lebensmitteln brauchen diese Produkte viel mehr Rohstoffe und verursachen grössere negative Umweltauswirkungen. Rund 60% der Treibhausgase, welche weltweit aufgrund der Ernährung entstehen, können auf tierische Lebensmittel zurückgeführt werden. Auch in der Schweiz ist die Nachfrage nach tierischen Produkten weiterhin gross (Baur & Flückiger, 2018). Ein Grossteil davon wird zwar in der Schweiz produziert, dafür sind die Schweizer Landwirt:innen jedoch auf Futterimporte angewiesen, was zu einem Nährstoffüberschuss führt und vor allem die Biodiversität in Gewässern und angrenzenden Lebensräumen verringert und die Trinkwasserqualität des Grundwassers gefährdet (Carlen et al., 2017). Im Jahr 2015 wurden in der Schweiz 1,6 Millionen Tonnen Kraftfutter eingesetzt, von denen 60 % aus dem Ausland stammten (Baur & Flückiger, 2018).

Ein Grossteil dieses importierten Futters wird in Südamerika hergestellt, wofür grosse Flächen Regenwald abgeholzt werden. Mit dem Verlust von Regenwaldfläche geht auch ein Teil dieses wichtigen CO²-Speichers verloren, oft wird das Holz verbrannt und das CO² gelangt in die Atmosphäre. Neben diesen Umweltproblemen in Verbindung mit der Produktion von Kraftfutter, stossen die Rinder aufgrund ihrer Verdauung das Treibhausgas Methan aus, welches einen besonders starken Einfluss auf den Treibhausgaseffekt hat. Um diese Auswirkungen zu verkleinern, muss der Fleischkonsum deutlich verringert werden (Weiss et al., 2020).

Die Schweizer Landwirtschaft hat nur einen sehr kleinen Anteil an der weltweiten Produktion und somit auch nur einen geringen Einfluss auf die globalen Umweltschäden, wie beispielsweise auf die Produktion von Treibhausgasen. Das Potential durch die finanziellen Möglichkeiten des Standorts Schweiz läge darin, neue Wege zu erforschen und umzusetzen, die eine zukunftsfähige Landwirtschaft ermöglichen (Baur & Flückiger, 2018). Solche neuen Formen der Landwirtschaft könnten nachfolgend von anderen Ländern einfacher adaptiert werden, um gemeinsam einen globalen Wandel hin zu einer umweltverträglichen Nahrungsmittelproduktion zu verfolgen.

2.1.1 Szenarien Landwirtschaft 2050

Diese Arbeit befasst sich mit der Frage, wie eine ökologisch und ökonomisch nachhaltige, aber auch ethische, Landwirtschaft in der Schweiz aussehen könnte. In Bezug auf die Tierhaltung in der ökologischen Landwirtschaft sollen gemäss Baur & Flückiger (2018) folgende Kriterien beachtet werden: Die Ackerfläche für die Tierhaltung soll minimiert werden und nur noch die nicht ackerbaren Dauerwiesen und Weiden für die Produktion von tierischen Nahrungsmitteln verwendet werden. Auf synthetische Düngemittel, chemische Pflanzenschutzmittel und gentechnisch veränderte Organismen soll verzichtet werden (Baur & Flückiger, 2018). Die Publikation von Baur & Flückiger (2018) stellt ein hypothetisches Bild von einer klimaverträglichen und nachhaltigen Landwirtschaft mit dem Namen TOP (Tiergerechtes und Ökologisches Produktionssystem) vor. Im Szenario TOP für die Schweizer Landwirtschaft im Jahr 2050 ist vorgesehen, dass wenn Tiere gehalten werden, dann fast nur noch wiederkauende Tiere, welche ausschliesslich mit Raufutter ernährt werden. Die Äcker werden zu einem Grossteil zur Produktion von pflanzlichen Lebensmitteln für die direkte menschliche Ernährung verwendet. Die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche nimmt dabei auf Kosten von Überbauungen, aber auch für Renaturierungen und durch die Wiederbewaldung gewisser Flächen, etwas ab.

Die vorliegende Arbeit geht noch weiter und zielt nicht nur auf eine Reduktion der Tierbestände und den Verzicht von Kraftfutter ab, sondern strebt eine Landwirtschaft ohne Nutzung von Tieren an. Was dies für die landwirtschaftliche Produktion, aber auch für die Konsument:innen bedeutet und aufgrund welcher Motive und Begründungen dieses Ziel formuliert wird, wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

2.2 Vegane Ernährung

Um eine bio-vegane Landwirtschaft (Landwirtschaft ohne Nutztierhaltung) umzusetzen, müssen insbesondere die Konsument:innen diese Form der landwirtschaftlichen Produktion nachfragen und unterstützen. Dies heisst, dass sich viele Menschen hauptsächlich bio-vegan ernähren müssen, um die bio-vegane Landwirtschaft flächendeckend in der Schweiz umzusetzen. Dieses Kapitel beschreibt, was eine vegane Ernährung beinhaltet, wie sich die aktuelle Entwicklung um die vegane Ernährung verhält und zeigt deren ernährungsphysiologischen Aspekte auf.

2.2.1 Definition vegane Ernährung

Veganismus ist eine Ernährungs- und Lebensform, bei welcher ausschliesslich pflanzliche Lebensmittel gegessen und keine tierischen Produkte, wie Leder, verwendet werden. Oft wird diese Lebensform aufgrund von Umweltthemen, tierethischen oder gesundheitlichen Aspekten getroffen. Die lateinischen Begriffe *vegetare* (=beleben) und *vegetus* (=frisch, lebendig, belebt) führten vermutlich zur Bezeichnung „Vegetarier:innen“, welche Menschen mit einer Ernährungsform bezeichnet, die neben pflanzlichen Lebensmitteln nur tierische Produkte vom lebenden Tier konsumieren, wie Milch, Eier und Honig. Im Jahre 1944 entstand in London durch Donald Watson, dem Begründer der Vegan Society, die Bezeichnung „vegan“ für die oben beschriebene Lebensform. Weniger konsequente Veganer:innen, die bis zu 5% ihrer Kalorien über tierische Produkte beziehen werden als „Flexitarianer:innen“ bezeichnet. (Leitzmann, 2018)

2.2.2 Trendanalyse

Der häufigste Grund für eine vegane Ernährung sind tierethische Aspekte, wie beispielsweise die Ablehnung von Massentierhaltung oder allgemein des Schlachtens von Tieren. Aber auch gesundheitliche und ökologische (bspw. Klimawandel, Gewässerverschmutzung) Aspekte der Tierhaltung und -nutzung lassen aktuell viele Menschen auf eine vegane Lebensweise umstellen (Leitzmann, 2018). Im Jahre 2020 ernährten sich in der Schweiz etwa 2.6% der Menschen vegan. Trotz dieser eher kleinen Anzahl nimmt die Nachfrage nach pflanzlichen Produkten stark zu. Dies ist vor allem auf die Flexitarianer:innen mit einem Anteil von 20.5% der Bevölkerung zurückzuführen. Die Anzahl Vegetarier:innen machte bei dieser Umfrage 5.8% aus. Insgesamt verzichten somit 30.5% der Schweizer Bevölkerung komplett oder mehrheitlich auf den Konsum von tierischen Produkten vom toten Tier (Schultz, 2021).

2.2.3 Nährstoffversorgung vegan lebender Menschen

Bis etwa Mitte der 1990er Jahre wurden vegetarische und vegane Ernährungsformen aus wissenschaftlicher Seite sehr skeptisch betrachtet und eher als gesundheitlich bedenklich eingestuft. Zu dieser Zeit wurden vor allem mögliche negative Auswirkungen, wie Eisen- und Vitamin B12-Mangel untersucht. Die positiven Auswirkungen wurden erst später erforscht. Aus heutiger Sicht überwiegen die gesundheitsfördernden Auswirkungen einer veganen Ernährung gegenüber einer konventionellen, omnivoren Kost deutlich. Das Risiko für Erkrankungen, wie Übergewicht, Herz-Kreislauferkrankungen, Diabetes Typ 2, Fettstoffwechselstörungen und

einige Krebserkrankungen, kann mit einer pflanzlichen Ernährung zum Teil vermindert und bereits bestehende Erkrankungen können teilweise behandelt werden (Leitzmann, 2018).

Häufig wird bei einer veganen Ernährung auch Protein als kritischer Nährstoff angesehen, vor allem, weil die Bioverfügbarkeit von pflanzlichen Proteinen schlechter ist als von tierischen. Diese Verfügbarkeit wird mit der biologischen Wertigkeit (BW) angegeben und quantifiziert, wie gut Proteine aus der Nahrung in den Körper eingebaut werden können. Dabei wird die essenzielle Aminosäure, welche am wenigsten vorkommt, als limitierender Faktor betrachtet. Um die BW zu erhöhen, können verschiedene Proteinquellen miteinander kombiniert werden. Grundsätzlich wird empfohlen, bei einer Mischkosternährung täglich 0.8 g Protein pro kg Körpergewicht zu sich zu nehmen. Bei einer veganen Ernährung liegt dieser Richtwert bei 1.0 g Protein pro kg Körpergewicht, da grössere Mengen an unverdaulichen Stoffen mit Ballaststoffcharakter aufgenommen werden. Verschiedene Studien, wie die EPIC-Oxford-Studie (Davey et al., 2003), die Deutsche Vegan-Studie (Waldmann et al., 2003) oder die AHS-2 (Rizzo et al., 2013) zeigen, dass die durchschnittliche Proteinzufuhr von vegan lebenden Menschen dem Referenzwert entsprechen und somit kein Problem darstellt (Englert & Siebert, 2020).

2.3 Bio-vegane Landwirtschaft

Um die Idee einer veganen Ernährung konsequent umzusetzen, müssen pflanzlichen Lebensmittel auch in einem System ohne Tierhaltung bereitgestellt werden können. Insbesondere die Versorgung mit pflanzlichen Proteinen stellt eine Herausforderung dar und wird durch anbaubedingte Schwierigkeiten, wie beispielsweise der Leguminosenmüdigkeit bei Körnerleguminosen, limitiert.

2.3.1 Definition

Die bio-vegane Landwirtschaft steht für eine biologisch wirtschaftende Landwirtschaft, welche auf die Nutzung von Tieren verzichtet. „Bio“ steht für eine biologische Bewirtschaftung, bei welcher keine chemisch-synthetisch hergestellten Pflanzenhilfsstoffe oder gentechnisch veränderte Organismen eingesetzt werden (Bio-Verordnung, 1997). Das bedeutet, dass nur biologische Pflanzenschutzmittel verwendet werden und auf Kunstdünger verzichtet wird. Stattdessen werden natürliche Nährstoffkreisläufe lokal geschlossen und vor allem durch die Zugabe von organischen Stoffen die Bodenfruchtbarkeit verbessert (Hall & Tolhurst, 2006). „Vegan“ steht im Zusammenhang mit der Bewirtschaftungsform dafür, dass keine Tiere gehalten und genutzt werden. Dieses Produktionssystem wird auch als viehfreie Landwirtschaft bezeichnet. Bei der bio-veganen Landwirtschaft wird jedoch insgesamt konsequent auf die Verwendung von tierischen Produkten als Dünger verzichtet. Stattdessen werden Praktiken wie Kompostierung, Gründüngungen und Flächenrotten angewendet und Recyclingdünger eingesetzt, um die Bodenfruchtbarkeit auf lange Sicht ohne Tierhaltung zu gewährleisten.

2.3.2 Trendanalyse

Im Kapitel 2.2.2 „vegane Ernährung – Trendanalyse“ wurde ersichtlich, dass sich immer mehr Menschen vegan ernähren, oder ihren Konsum von tierischen Lebensmitteln reduzieren. Erstaunlicherweise hat mittlerweile ebenfalls die viehfreie Bewirtschaftungsform einen hohen Bekanntheitsgrad und erfährt Zuspruch aus der Bevölkerung. In einer Umfrage in Deutschland gaben 17% der befragten Personen an, die viehfreie Landwirtschaft zu kennen. 23.9% der Befragten gaben Tier- und Umweltschutz als Gründe an, dass sie eine viehfreie Landwirtschaft befürworten. Dies sind deutlich mehr als die, laut Umfragen, 1.1.% vegan lebenden Menschen in Deutschland (Jürkenbeck & Spiller, 2020). Es wird angenommen, dass diese Ergebnisse ungefähr auf die gesellschaftliche Haltung in der Schweiz übertragen werden können.

Tendenziell könnte der Zuspruch in der Schweiz aufgrund der etwas höheren Anzahl vegan lebender Menschen noch grösser sein. Mit der laufenden Klimadebatte und der voranschreitenden Aufklärung, wie die konventionelle, tierhaltende Landwirtschaft Umweltbelastungen fördert und insbesondere den Klimawandel vorantreibt, wird sich dieser befürwortende Trend vermutlich noch vergrössern.

Besonders die ethischen Aspekte der Tierhaltung und Schlachtung führen bei immer mehr Landwirt:innen zu einem Umdenken. Sie suchen nach Produktionsformen, bei welchen keine Tiere gezüchtet, gehalten und geschlachtet werden müssen. Sarah Heiligtag ist Philosophin und Mitbegründerin des Vereins Hof Narr, welcher sich mit einem Lebenshof und Bildungsangeboten für eine nachhaltige, bio-vegane Landwirtschaft einsetzt. Sie berät fast täglich Landwirt:innen, welche aus der Tierhaltung aussteigen möchten, da diese nicht (mehr) mit ihren ethischen Idealen übereinstimmt (Interview HS, F6). Diese Entwicklung lässt sich auch an einer Umfrage der Zeitung «Schweizerbauer.ch» beobachten. Von den 1100 befragten Landwirt:innen gaben 223 (20 %) an, dass es sie überhaupt nicht belastet, ihre eigenen Tiere zu schlachten. 40% gaben an, dass es sie belastet eigene Tiere zu töten, 38% gaben an, dass sie es manchmal belastend finden (Schweizer Bauer, 2021). Diese Umfrage und die Beobachtungen von Sarah Heiligtag zeigen deutlich, dass die Idee von einer Landwirtschaft ohne Ausbeutung von Tieren nicht einfach eine Vision oder ein Traum Einzelner ist, sondern, dass viele Landwirt:innen sich mit der Thematik von Tierausbeutung, insbesondere der Schlachtung, auseinandersetzen und nach Alternativen suchen.

2.3.3 Chancen und Herausforderungen

Mit dem Verzicht von Nutztierhaltung in der bio-vegane Landwirtschaft können viele positive Effekte erzielt werden. Es entstehen jedoch auch neue Herausforderungen, welche noch nicht genug erforscht wurden.

Die ackerbaulich genutzte Fläche beträgt in der Schweiz 388`383 Hektar (ha), was 26,7% der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche der Schweiz entspricht. Die restlichen Teile bestehen aus Alp- und Juraweiden (32,8%), Naturwiesen (23,1%), Heimweiden (12,3%), Obstbauflächen (1,9%), Alpwiesen (1,8%), Rebbaufflächen (1,1%) und Gartenbauflächen (0,3%) (Bundesamt für Statistik, 2021).

Ein Grossteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz ist Grasland. Somit eignen sich aufgrund vom Relief gewisse Flächen ausschliesslich für eine Nahrungsmittelproduktion mittels Nutztieren, welche faserreiche Nahrung wie Gras, in für den Menschen verwertbare Lebensmittel umwandeln können (Zumwald, 2017). Insbesondere höher liegende Flächen in den Alpen fallen in diese Kategorie. Daneben haben politische Massnahmen dazu geführt, dass in der Schweiz die Nutztierhaltung stark ausgebaut wurde. Im Jahr 2020 wurde knapp 60% der Ackerflächen in der Schweiz zur Futtermittelproduktion (Kunstwiese, Futtergetreide, Mais, etc.) genutzt (Glodé & Tagmann, 2021). Diese Ackerflächen könnten alternativ mit einem bio-vegane System bewirtschaftet werden und somit pflanzliche Lebensmittel für die direkte menschliche Ernährung bereitstellen. Weil dann kein Energieverlust über ein Tier entsteht, würden auf diesen Flächen mit einem bio-vegane System mehr Kalorien produziert. Zusätzlich fallen bei einer bio-vegane Landwirtschaft die sonst jährlich eingesetzten 960`000 t Kraftfutter weg, wodurch Umweltbelastungen durch Nährstoffüberschüsse in den Gewässern verringert werden können (Baur & Flückiger, 2018).

Häufig wird in der biologischen Landwirtschaft argumentiert, dass für eine langfristige Bodenfruchtbarkeit Tiere als Teil des Nährstoffkreislaufes in die Bewirtschaftung des Kulturlandes integriert werden müssen. Wissenschaftliche Untersuchungen und Praxiserfahrungen zeigen, dass mit einer sinnvoll gestalteten Kompostwirtschaft, Gründüngungen, Transfermulch,

Flächenrotten und dem Einsatz von Recyclingdünger - auch ohne Tiere - Humus aufgebaut und die Bodenfruchtbarkeit erhalten oder sogar verbessert werden kann (Zumwald, 2017), (Schmidt, 1997).

2.3.4 Motivation und Potentiale

In den vergangenen Jahren haben bereits einige Landwirtschaftsbetriebe gezeigt, dass ein Ausstieg aus der Nutzung von Tieren möglich ist. Dabei werden heute oft die vorhandenen Tiere weiterhin gehalten und gepflegt, jedoch nicht mehr genutzt oder geschlachtet. Zusätzlich werden pflanzliche Lebensmittel für die menschliche Ernährung angebaut und zum Teil zu pflanzlichen Alternativen für Tierprodukte verarbeitet. Erfolgreiche Beispiele sind die Betriebe Hof Narr (ZH, 8132 Hintereggen), Biohof Hübeli (BE, 3283 Kallnach) oder Aurelio (LU, 6233 Büron). Bei diesen Betrieben stehen die Tiere als Botschafter:innen für eine Weiterentwicklung der Landwirtschaft, hin zu einem friedlichen und gewaltlosen Zusammenleben von Mensch und Tier. Die beiden Betriebe Biohof Hübeli und Aurelio stellen seit ihrer Umstellung vom Milchviehbetrieb zum Lebenshof eigene Hafermilch her, und bieten somit eine direkte Alternative zu ihrem vorherigen tierischen Produkt Kuhmilch an. Ein erfolgreiches Beispiel eines Betriebes, welcher komplett auf Tierhaltung und jegliche Produkte von Tieren auch bei der Düngung verzichtet, ist der Betrieb Hänni Noflen (BE, 3116 Noflen). Der Betrieb hat eine Fläche von 7 ha, baut auf 5 ha Gemüse an, versorgt sich komplett selbst mit pflanzlichen Düngern und funktioniert als bio-veganes System mit eigenem Nährstoffkreislauf (Hänni, 2021).

Diese Beispiele zeigen, dass ein Wandel möglich ist und auch bereits praktiziert wird. Dennoch bestehen weiterhin offene Fragen- es müssen neue Erfahrungen gesammelt und neue Produktionssysteme entwickelt werden.

2.3.5 Nährstoffversorgung in der bio-veganen Landwirtschaft

Das Ziel einer nachhaltigen Düngung besteht darin, den Nährstoffbedarf der angebauten Pflanzen zu decken, dabei die Qualität der Ernteprodukte nicht zu gefährden, Nährstoffverluste zu minimieren und eine langfristige Bodenfruchtbarkeit zu gewährleisten (Carlen et al., 2017).

Die grösste Herausforderung in der bio-veganen Landwirtschaft, im Vergleich zur herkömmlichen biologischen Landwirtschaft, scheint in der ausreichenden Nährstoffversorgung der Kulturen zu liegen. Wobei beachtet werden muss, dass die gehaltenen Tiere in der herkömmlichen Landwirtschaft keine Nährstoffe herstellen, sondern diese durch Pflanzen aufnehmen und anschliessend verdaut wieder ausscheiden. Dies wirkt sich in Kombination mit einer Kompostierung positiv auf die Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe aus. Wenn kein Futter zugekauft wird, verhält sich das System mit Tierhaltung jedoch sehr ähnlich wie ein bio-veganes System. Durch Pflanzen und deren Photosyntheseprodukte entstehen organische Kohlenstoffverbindungen- zusammen mit Nährstoffen aus dem Boden werden diese dann in die Pflanze eingebaut. In der bio-veganen Landwirtschaft können gezielt Pflanzen angebaut werden, um Nährstoffe zu binden und zu bilden. Durch Kompostierung, Flächenrotte oder als Transfermulch können diese Pflanzen, ohne den Umweg über ein Tier, wieder pflanzenverfügbar gemacht werden. Insbesondere Leguminosen eignen sich besonders, um den Boden mit Stickstoff (N) anzureichern. So können beispielsweise die Kulturen *Trifolium repens* 85-150, *Trifolium pratense* 240 und *Vicia faba* 200 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr bereitstellen (Berry et al., 2003). Doch das Potential der natürlichen Bereitstellung von Stickstoff, durch die Stickstofffixierung von Leguminosen, wird durch das Krankheitsphänomen Leguminosenmüdigkeit limitiert. Die Leguminosenmüdigkeit umfasst eine Vielzahl von verschiedenen Krankheitssymptomen, welche aufgrund von Standortfaktoren, Nährstoffmanagement, Witterung, Sortenwahl und der Fruchtfolge entstehen und zu einer geringeren Gesundheit und Stickstofffixierleistung der angebauten Leguminosen führt (Buse, 2017). Deshalb werden Anbaupausen empfohlen von 4 -

6 Jahren für Erbsen, 3 für die Ackerbohne, 4 für die Lupine, 5 für die Linse, 3 für die Wicke, 1 - 3 für Weissklee und 4 - 7 für Rotklee und Luzerne. Bei der Sojabohne ist ein 1- bis 2-jähriger Nachbau möglich (Pommer, 2016). Die Nährstoffe Phosphor und Kalium werden zu einem Grossteil über Pflanzenrückstände, Kompost, oder Mulch wieder in das System eingebracht oder aus Bodenvorräten erschlossen (Carlen et al., 2017). Bei nachgewiesenem Mangel dürfen mineralische Dünger gemäss FiBL-Betriebsmittelliste (Speiser et al., 2021) eingesetzt werden. Dafür sind vegane Alternativen vorhanden und somit geeignet für die bio-vegane Landwirtschaft (Carlen et al., 2017).

Ein weiterer Input von Stickstoff kommt durch die atmosphärische Ablagerung hinzu. In urbanen Regionen beträgt dieser $40 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ und in ländlichen Regionen bei $30 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ (Berry et al., 2003).

Die tierhaltende, biologische Landwirtschaft der Schweiz ist oft auf Zukauf von Futtermitteln oder den Einsatz von organischen Handelsdünger angewiesen (Baur & Flückiger, 2018). Nur so können sie durch den ständigen Austrag von Nährstoffen durch den Verkauf von Lebensmitteln und die Nährstoffverluste durch Auswaschung und Verdunstung kompensieren. Da fast alle Handelsdünger aus Schlachtabfällen bestehen (Speiser et al., 2021) und in der bio-vegane Landwirtschaft kein Tierfutter zugekauft wird, muss diese Nährstoffzufuhr anders ersetzt werden, beziehungsweise müssen die Verluste reduziert werden. Recyclingdünger, wie Gärreste oder Kompost (Carlen et al., 2017), könnten mögliche Nährstoffquelle für die bio-vegane Landwirtschaft darstellen, wobei dies nicht für eine Flächendeckende Versorgung ausreichen würde. Das Hauptproblem liegt darin, dass die Nährstoffe aus den menschlichen Ausscheidungen nicht mehr zurück auf die Felder gelangen, sondern verbrannt und auf einer Deponie gelagert werden. Das Thema der Rückführung von Nährstoffen aus dem Abwasser wird in dieser Arbeit aber nicht weiter thematisiert. Der Fokus wird auf die Reduktion der Nährstoffverluste und dem Potential von Pflanzen, in Kombination mit Mikroorganismen, Luftstickstoff zu binden, gelegt. Welche Rolle dabei Bäume einnehmen können, wird in den folgenden Kapiteln aufgezeigt.

2.4 Agroforst

Ein mögliches Puzzleteil hin zu einer nachhaltigen und bio-vegane Landwirtschaft ist die Integration von Gehölzen in die ackerbauliche Nutzung. Dies kann zu einer höheren Flächenproduktivität (Kaeser et al., 2010), zu einer Verringerung der negativen Umweltauswirkungen und zu einer besseren Nährstoffversorgung führen (Jäger, 2017). Das beschriebene Produktionssystem wird als Agroforst bezeichnet, was dies alles beinhaltet, welche weiteren Vorteile daraus entstehen und wie dieses in Bezug auf eine bio-vegane Landwirtschaft umgesetzt werden kann, wird in diesem Kapitel erläutert.

2.4.1 Definition und verschiedene Formen von Agroforst

Die Bezeichnung „Agroforst“ setzt sich aus den zwei Wörtern „Agronomie“ und „Forst“ zusammen (Stadler-Kräulich, 2021). Unter Agroforst versteht man ein landwirtschaftliches Produktionssystem, in welchem Bäume mit landwirtschaftlichen Unterkulturen kombiniert werden. Ein optimal angelegtes und bewirtschaftetes Agroforstsystem profitiert von positiven Synergien, wie geringeren Nährstoffverlusten, höherer Photosyntheseleistung und Verhinderung von Bodenerosion (Jäger, 2017). Durch die Integration von Bäumen wird der Raum nicht nur am Boden genutzt, sondern wird um eine dritte Dimension in die Höhe erweitert.

Das Agroforstsystem ist keine neue Erfindung, sondern wird bereits seit Jahrhunderten angewendet. Je nach Standort und Bewirtschaftung wurden andere Formen entwickelt (Jäger, 2017), grob können diese jedoch in drei Untergruppen gegliedert werden. Die Kombination

von Bäumen mit Tierhaltung wird als „silvopastorales System“ bezeichnet. Hier profitieren die Tiere an heißen Tagen vom Schattenwurf der Bäume und können mit einer Laubhecke einen Teil ihrer Nährstoffversorgung durch Gehölze decken. Einige Fruchtgehölze können von einer schädlingsreduzierenden Wirkung, bspw. von Hühnern, profitieren. Beispiele für silvopastorale Systeme sind die Kastanienselven im Tessin oder Hochstammobstweiden, welche in der ganzen Schweiz verbreitet sind (Jäger, 2017). In der Schweiz werden heute rund 8% der landwirtschaftlichen Nutzfläche als traditionelles Agroforstsystem bewirtschaftet (Stadler-Kräulich, 2021).

Bei „silvoarablen Systemen“ wird die Fläche unter den Bäumen ausschliesslich mit Ackerbau genutzt. Dies hat den Vorteil, dass die Bäume weniger gefährdet sind, von Nutztieren verletzt zu werden. Bei bio-veganen Landwirtschaftsbetrieben kommt meist sowieso ausschliesslich diese Form in Frage, da auf eine Haltung von Nutztieren verzichtet wird. Die Kombination aus den beiden Systemen wird als „agrosilvopastorales System“ bezeichnet, also Bäume mit Ackerkulturen und Tierhaltung als Unternutzen (Bender et al., 2009). Auf dieses System wird in Rahmen dieser Arbeit aber nicht mehr vertiefter eingegangen, der Fokus liegt auf dem silvoarablen Agroforst.

2.4.2 Chancen und Risiken des silvoarablen Agroforsts in Bezug auf die Produktion

Die grössten Vorteile von silvoarablen Agroforstsystemen liegen in der Ausnutzung des Raumes in drei Dimensionen. Durch die Integration von Bäumen wird der Raum und dadurch die Sonneneinstrahlung besser ausgenutzt, wodurch die Photosyntheseaktivität einer Fläche verbessert werden kann. Zusätzlich zur räumlichen Erweiterung der Nutzung kann mit der Integration von Bäumen auch die zeitliche Nutzung des Lichtes verbessert werden. Beispielsweise sind Getreidekulturen im Sommer während der höchsten Sonneneinstrahlung am Ende ihrer Wachstumsperiode und bilden kaum mehr Photosyntheseprodukte, wenn zu diesem Zeitpunkt die Bäume im vollen Laub stehen, können diese die Sonne optimal ausnutzen. Die Unterkulturen werden im besten Fall durch den Schatten nicht oder nur wenig negativ beeinflusst. Im schlechtesten Fall werden die Unterkulturen durch die Beschattung in ihrem Wachstum gehemmt (Jäger, 2019).

Die mehrstufige Nutzung des Raumes ist nicht nur in der Höhe, sondern auch in der Tiefe wirkungsvoll. Durch eine nahe Bodenbearbeitung zu den Bäumen, werden diese dazu erzogen, tiefer zu wurzeln. Dies hat zur Folge, dass die Bäume Nährstoffe aus tieferen Schichten verfügbar machen können. Nährstoffe, welche nicht von den Ackerkulturen aufgenommen wurden und ausgewaschen worden wären, werden von den darunterliegenden Baumwurzeln aufgenommen. Durch den Laubfall und das Ausbringen von Schnittgut von den Bäumen, stehen die Nährstoffe dem System wieder zur Verfügung (Jäger, 2017).

Insbesondere durch die Integration von Sträuchern und einer sinnvollen Ausrichtung der Baumreihen kann der Agroforst als Windschutz dienen und somit Schutz vor Winderosion, Austrocknung, Windstress bei Pflanzen und vor Ausbreitung von Krankheiten schützen. Im Allgemeinen können Agroforstsysteme Wetterextreme abmildern. Bei Starkregenereignissen kann die permanente Durchwurzelung der Bäume vor allem in Hanglagen vor Wassererosion schützen. Durch die Schattierung der Bäume besteht eine geringere Verdunstung und der Boden trocknet weniger schnell aus, was einen positiven Einfluss auf die Unterkulturen hat. Auf trockenheitsgefährdeten Standorten kann es jedoch insbesondere in der Nähe des Baumstreifens zu Wasserkonkurrenz zwischen den Bäumen und den Unterkulturen kommen (Bender et al., 2009).

2.4.3 Ökologische Mehrwerte durch Agroforst

Zusätzlich zu den, im vorherigen Kapitel beschriebenen, positiven Effekten auf die Produktivität und die Sicherung der Produktionsgrundlagen wie der Bodenfruchtbarkeit und der Wasserverfügbarkeit, haben richtig angelegte Agroforstsysteme auch eine Vielzahl an ökologischen Benefits. Die ökologischen Vorteile sind nicht nur aufgrund einer ethischen Verantwortung gegenüber der Natur zur Erhaltung der Biodiversität interessant, sondern leisten beispielsweise durch die Förderung von Nützlingen einen Beitrag zur Ertragssicherheit.

Grundsätzlich sollten zur Förderung der Biodiversität heimische und standorttypische Baumarten gepflanzt werden. Auf lange Sicht sollte ein Bestand angestrebt werden, welcher eine grosse Durchmischung nach Alter aufweist. Auch tote Bäume sollten als Biotopbäume belassen werden. In Abhängig der Organismen, die in dem geplanten System gefördert werden sollen, muss die Wahl der Gehölze und v.a. auch der Pflanzabstand variiert werden. Des Weiteren hat die Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung einen grossen Einfluss auf die Ökologie des Systems. Eine Extensivierung, zumindest auf einer Teilfläche, kann bereits gute Ergebnisse erzielen. So kann dort beispielsweise der Einsatz an Pflanzenschutzmitteln, die Häufigkeit der mechanischen Bearbeitung, oder die Schnitthäufigkeit reduziert werden. In einem Agroforstsystem bietet besonders der Baumstreifen ein grosses Potential für ökologische Aufwertungen. Durch das Integrieren von Sträuchern, Blühstreifen oder Stein- und Asthaufen können neue Lebensräume für Wildtiere geschaffen werden (Bender et al., 2009).

2.4.4 Finanzielle Förderung von Agroforst

Ein bio-veganer Agroforst kann von den Direktzahlungen durch den Bund und Kanton profitieren. Der Basisbeitrag für die Versorgungssicherheit (Art. 50-51 DZV) beträgt 900 CHF pro Hektare (ha), zusätzlich wird ein Beitrag für die offene Ackerfläche und Dauerkulturen (Art. 53 DZV) in einer Höhe von 450 CHF/ha ausbezahlt. Für die biologische Bewirtschaftung von Spezialkulturen können 1600 CHF/ha und für übrige Ackerflächen 1200 CHF/ha bezogen werden (Art. 66-67 DZV).

Hochstamm- und Feldobstbäume werden aufgrund von ökologischen Kriterien in zwei Qualitätsstufen eingeteilt. Für Hochstamm-Feldobstbäume werden für die Qualitätsstufe 1 (QI) 13.50 CHF/ Baum und für die Qualitätsstufe 2 (QII) 31.50 CHF/ Baum ausbezahlt. Bei Nussbäumen liegt dieser Wert für QI bei 13.50 CHF/ Baum und für QII bei 16.50 CHF/ Baum (Art 3.1.2 DZV). Strauchartig wachsende Pflanzen wie Hasel oder Holunder werden nicht mit Beiträgen für Hochstamm-Feldobstbäume gefördert (Ziff. 12.1.1). Die Bedingungen für QI und QII werden folgend aufgeführt. Für QII müssen auch alle Kriterien von QI erfüllt sein.

Bedingungen QI (Art. 12.1 DZV):

- 12.1.1 Begriff: Kernobst-, Steinobst- und Nussbäume sowie Edelkastanienbäume.
- 12.1.2 Beiträge werden erst ab 20 zu Beiträgen berechtigenden Hochstamm-Feldobstbäumen pro Betrieb ausgerichtet.
- 12.1.3 Beiträge werden für höchstens folgende Anzahl Bäume pro Hektare ausgerichtet:
 - a. 120 Kernobst- und Steinobstbäume, ohne Kirschbäume;
 - b. 100 Kirsch-, Nuss- und Kastanienbäume.
- 12.1.4 Die Bäume müssen auf der eigenen oder der gepachteten landwirtschaftlichen Nutzfläche stehen.

- 12.1.5 Die einzelnen Bäume müssen in einer Distanz angepflanzt werden, die eine normale Entwicklung und Ertragsfähigkeit der Bäume gewährleistet. Die Angaben der gängigen Lehrmittel sind einzuhalten.
- 12.1.6 Die Stammhöhe muss bei Steinobstbäumen mindestens 1,2 m, bei den übrigen Bäumen mindestens 1,6 m betragen.
- 12.1.7 Es dürfen keine Herbizide eingesetzt werden, um den Stamm frei zu halten, ausgenommen bei jungen Bäumen von weniger als fünf Jahren.
- 12.1.8 Hochstamm-Feldobstbäume mit einem Abstand von weniger als 10 m ab dem Stamm zu Waldrand, Hecken, Feld- und Ufergehölzen sowie Gewässern dürfen nicht mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden.

Bedingungen für QII (Art. 12.2 DZV):

- 12.2.1 Für die Biodiversität förderliche Strukturen nach Artikel 59 müssen regelmässig vorkommen.
- 12.2.2 Die Fläche mit Hochstamm-Feldobstbäumen muss mindestens 20 Aren betragen und mindestens 10 Hochstamm-Feldobstbäume enthalten.
- 12.2.3 Die Dichte muss mindestens 30 Hochstamm-Feldobstbäume pro Hektare betragen.
- 12.2.4 Die Dichte darf maximal folgende Anzahl Bäume pro Hektare betragen:
 - a. 120 Kernobst- und Steinobstbäume, ohne Kirschbäume;
 - b. 100 Kirschbäume sowie Nuss- und Edelkastanienbäume.
- 12.2.4a Die Beschränkung nach Ziffer 12.2.4 gilt nicht für vor dem 1. April 2001 gepflanzte Bestände. Beim Ersatz von Bäumen dieser Bestände gilt Ziffer 12.2.4.
- 12.2.5 Die Distanz zwischen den einzelnen Bäumen darf maximal 30 m betragen.
- 12.2.6 Es sind fachgerechte Baumschnitte durchzuführen.
- 12.2.7 Die Anzahl Bäume muss während der Verpflichtungsdauer mindestens konstant bleiben.
- 12.2.9 Die Fläche mit Hochstamm-Feldobstbäumen muss in einer Distanz von maximal 50 m mit einer weiteren Biodiversitätsförderfläche (Zurechnungsfläche) örtlich kombiniert sein.
- 12.2.10 Die Zurechnungsfläche muss folgende Grösse haben:
 - 0-200 Bäume: 0.5 Aren pro Baum
 - Über 200 Bäume: 0,5 Aren pro Baum vom 1. bis zum 200. Baum und 0,25 Aren pro Baum ab dem 201. Baum

Wenn in der Umgebung des Agroforstes Vernetzungsprojekte vorhanden sind können zusätzlich durch die Beteiligung daran 5 CHF/ Baum bezogen werden (Art. 3.2 DZV).

2.5 Potential von Gehölzen in der bio-veganen Landwirtschaft als Nährstofflieferanten

Bäume können in bio-veganen Anbausystemen eine zentrale Rolle bei der Sicherstellung der Nährstoffversorgung und der Reduktion von Nährstoffauswaschung und Bodenerosion beitragen. Zum einen sorgt die permanente Durchwurzelung der Bäume dafür, dass der Boden, vor allem in Hanglagen, weniger erodiert. Dafür müssen die Baumreihen möglichst parallel zu den Höhenlinien angeordnet werden. Durch die Durchwurzelung des Raumes unterhalb der Unterkulturen wie Getreide oder Gemüse, kann das Wurzelsystem Nährstoffe aufnehmen, welche die Unterkulturen nicht verwenden und auf einem Acker ohne Bäume ausgewaschen werden. Einige Nährstoffe, welche so zurückgewonnen werden, gelangen durch den Blattfall der Bäume, im Herbst, wieder auf die Äcker und werden nach ihrer Zersetzung wieder pflanzenverfügbar. Zusätzlich werden durch die tiefen Baumwurzeln Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten erschlossen und mobilisiert (Jäger, 2017). Um diesen Prozess weiter zu nutzen, können Äste oder strauchartige Unterbepflanzungen in den Baumreihen geschnitten und in der Form von Holzhäckseln auf den Feldern ausgebracht werden.

Bäume auf den Feldern fördern aufgrund ihrer permanenten Durchwurzelung Mykorrhiza. Denn durch eine ständige Bodenbearbeitung, wie dies bei Ackerkulturen gängig ist, ziehen sich Mykorrhiza-Pilze zurück. Dies hat zur Folge, dass die Pflanzen weniger gut Nährstoffe aus dem Boden aufnehmen können und in ihrem Wachstum und Gesundheit gehemmt werden. Dauerkulturen wie Bäume bieten den Mykorrhiza-Pilzen eine permanente Quelle für Photosyntheseassimilate. Durch die Verbindung von verschiedenen Pflanzen mittels Mykorrhiza können Nährstoffe zwischen den Pflanzen ausgetauscht werden. Somit können beispielsweise die Ackerkulturen von den Bäumen profitieren, wenn diese genügend gross sind und viele Photosyntheseprodukte herstellen (Heijden, 2016). Durch die bereits erwähnte höheren Photosyntheseleistung eines Agroforstes gegenüber einem Acker, welcher die Sonneneinstrahlung räumlich und zeitlich besser ausnutzt, ist das System produktiver. Somit wird weniger Fläche benötigt, um die gleiche Menge Erntegut bereitzustellen.

3 Methoden

Mit Interviews werden die Entwicklungen rund um die bio-vegane Landwirtschaft, dem Produktionssystem Agroforst und der Produktion und Vermarktung von Schweizer Nüssen beurteilt. Am Beispiel des Betriebes Grundhof wird die praktische Umsetzung eines Agroforstes mit Nussbäumen in der bio-vegane Landwirtschaft dargestellt. Der Betrieb wurde aufgrund des persönlichen Bezuges des Autors ausgewählt. Ab 2022 ist er Teil des neuen Teams, welches den Landwirtschaftsbetrieb weiterführt.

3.1 Standortwahl für den Agroforst auf dem Betrieb Grundhof

In diesem Kapitel werden Kriterien aufgeführt, welche zur Auswahl geeigneter Flächen für Agroforst auf dem Betrieb Grundhof in Meisterschwanden dienen sollen.

Die Kriterien werden in zwei Kategorien eingeteilt. Zuerst werden die Flächen nach Kriterien beurteilt, welche zu einem direkten Ausschluss der Fläche führen. Dies sind folgende:

- Intaktes Drainagesystem vorhanden
- Hochspannungsleitungen, Schussanlage und andere Hindernisse
- Gepachtete Flächen
- Aneinanderhängende Parzellengrösse unter 1 ha

(Jäger, 2017)

Die Flächen, welche bei den oben aufgeführten Kriterien als geeignet beurteilt wurden, werden aufgrund der folgenden Kriterien untersucht, um die besten Parzellen für das Agroforstprojekt zu definieren.

- Keine Staunässe (Spatenprobe, Bodenkarte GIS)
- Tiefgründigkeit (Bohrstock, Bodenkarte GIS)
- Bodenzusammensetzung (steinig, kiesig,..)
- Frostgefährdete Lagen vermeiden (Senken mit Karte ausfindig machen)
- Nord-Südausrichtung (Sonne) mit Orientierung des Feldes und Anschluss an Strassen möglich
- Relief

(Jäger, 2017)

Die Parzellen, welche aufgrund der genannten Kriterien als geeignet beurteilt wurden, wurden mittels Spatenproben und einer Laboranalyse weiter untersucht und auf die Eignung für verschiedene Kulturen überprüft. Die Spatenprobe wurde nach Beste (2008) mit den Untersuchungsschwerpunkten: Gefügeböntonur, Wurzelböntonur, Feuchtigkeit und Bodenart durchgeführt. Bei dieser Spatenprobe werden die obersten 40 cm des Bodens untersucht und in Oberfläche, Oberkrumme (0 - 15 cm), Unterkrumme (15 - 30 cm) und Unterboden (> 30 cm) eingeteilt. Die einzelnen Bodenschichten werden mit einer Werteskala (Anhang B) von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut) bei der Wurzel- und Gefügeböntonur benotet. Zusätzlich werden die Resultate in Stichworten festgehalten.

3.2 Erstellung der Skizze für den Grundhof

Aufgrund der Beurteilung der Parzellen wurden die zwei Standorte mit den besten Voraussetzungen für einen Agroforst auf dem Grundhof ausgewählt. Zuerst wurden die angebauten Kulturen und Bäume aufgrund der Literaturrecherche ausgesucht. Anschliessend wurden mittels der Mechanisierung des Betriebes Grundhof, den Platz- und Wachstumsansprüchen der

Kulturen und aufgrund der Gegebenheiten der beiden Standorte auf Karten jeweils pro Standort zwei verschiedene Pflanzdesigns skizziert. Die Vor- wie auch Nachteile der unterschiedlichen Varianten sind im Teil Diskussion ausgeführt.

3.3 Ökonomische Berechnungen

Um die Wirtschaftlichkeit der vier verschiedenen Systeme zu überprüfen, wird der zeitliche Ablauf der Bewirtschaftung in folgende drei Zeitabschnitte eingeteilt:

- Erstellungskosten und Aufbauphase (Verluste, kein Ertrag)
- Anfang Ertragsphase (jährlicher Ertrag, jedoch nicht Vollertrag)
- Ertragsphase

Für die Einschätzung der Dauer der einzelnen Phasen wird auf Daten aus der Literatur und auf Erfahrungswerte aus der Produktion zurückgegriffen. Die entstehenden Kosten werden in die folgenden Kategorien aufgeteilt.

- Erstellungskosten (Pflanzgut, Baumgerüst, Maschinen- und Arbeitskosten)
- Jährliche Unterhaltskosten (Maschinen- und Arbeitskosten, Bodenmiete, Düngung und Pflanzenschutz)
- Erntekosten (Auflesegerät, Arbeitszeit und Reinigung)
- Rodung (Bäume fällen und Abtransport)

Für die Verkaufspreise wird mit den aktuellen Preisen für Demeter Nüsse und Früchte gerechnet. Des Weiteren werden einige mögliche Produkte vorgestellt, welche aus Rohstoffen dieser Agroforstsystemen entstehen können. Die Produkte sollen den Anspruch haben, die aktuellen Bedürfnisse der Konsument:innen zu befriedigen. Das heisst beispielsweise, dass Milch durch eine pflanzliche Alternative ersetzt werden kann.

3.4 Interviews Wertschöpfungskette

Für die Beurteilung der Wertschöpfungskette und Vermarktung von bio-vegan produzierten Rohstoffen aus einem Agroforst wurden Menschen interviewt, welche sich entweder mit der bio-veganen Landwirtschaft, dem Anbau von Nüssen oder der Vermarktung und Verarbeitung von Bio-Lebensmitteln beschäftigen.

Die Interviews wurden mit Gubler Christof (GC), Schiller Martin (SM9), Heiligtag Sarah (HS) und Hunziker Freddy (HF) als Expert:inneninterviews durchgeführt. Der Fragenkatalog gliederte sich in zwei Teile. In einem ersten Teil wurden allen interviewten Personen die gleichen Fragen gestellt, welche auf das Potential der bio-veganen Produktionsform und dem Agroforst abzielen. Diese Fragen sollten Hinweise liefern, wie sich der vegane Trend und die Nachfrage nach Produkten aus nachhaltigen Produktionssystemen in Zukunft entwickeln wird. In einem zweiten Teil des Interviews wurden, jeweils auf den Fachbereich der Person abgestimmte, Fragen gestellt.

Das Interview mit Sarah Heiligtag fand persönlich statt, die restlichen Interviews wurden per Telefon durchgeführt. Alle Interviews wurden aufgezeichnet und anschliessend an das Gespräch transkribiert. Die Transkription wurde möglichst wortgetreu durchgeführt, musste jedoch vom Schweizer Dialekt in Standardsprache übersetzt werden. Die Transkripte der Interviews befinden sich im Anhang A. Für die Integration der Interviews in die Arbeit wurden die Fragen jeweils nummeriert und zusammen mit den Initialen der interviewten Person versehen.

4 Resultate

Der thematische Schwerpunkt liegt in diesem Kapitel bei der Frage, welche Mehrwerte durch Einbezug von Agroforst mit Nussbäumen in die bio-vegane Landwirtschaft generiert werden können. Der Fokus wird dafür einerseits auf die Produktionsabläufe, andererseits auf die Verwertung und Vermarktung der Erträge aus dem Agroforst gelegt. Die praktische Umsetzung eines bio-vegane Agroforstes wird anhand vom Betrieb Grundhof aufgezeigt.

4.1 Mögliche Fruchtgehölze

Diese Arbeit versucht nicht nur ein alternatives Produktionssystem für die bio-vegane Landwirtschaft zu beschreiben, sondern hat auch den Anspruch, tierische Produkte und deren Inhaltsstoffe adäquat für eine rein pflanzliche, vegane Ernährung zu ersetzen. Die Herstellung von pflanzlichen Proteinen steht daher im Vordergrund. Insbesondere Nussbäume werden bisher in der Schweiz noch wenig kultiviert, obwohl diese sehr hochwertige Fette und Proteine liefern und oft gut für den Standort Schweiz geeignet sind. Bei den Nussbäumen liegt die Schnittstelle, um die positiven Eigenschaften eines Agroforst zu nutzen und gleichzeitig vegane Proteine zur Verfügung zu stellen, welche nicht durch die Leguminosenmüdigkeit in ihrem Anbau limitiert ist. In diesem Kapitel werden deshalb die Kulturen Walnuss, Haselnuss und Mandel, und deren Kulturführung, vorgestellt. Des Weiteren werden Gehölze beschrieben, welche durch Symbiose mit Bakterien Luftstickstoff fixieren und somit einen Beitrag zur Stickstoffversorgung liefern können.

4.1.1 Walnuss (*Juglans regia*)

Die globalen Hauptanbauggebiete der Walnuss liegen heute in China, den USA (das Grösste), im Iran, der Türkei und in Mexiko. Jährlich werden weltweit 383 Mio. Tonnen Wallnüsse produziert, was einem Zuwachs um den Faktor sieben seit den 60er-Jahren entspricht (Frei, 2019). *Juglans regia* ist in ganz Europa verbrietet und gedeiht im Weinbauklima gut. Winter, mit tiefen Temperaturen, und Spätfröste können zum Absterben der Bäume führen. Die Bäume werden zwischen 15 und 25 m hoch und erreichen einen Kronendurchmesser von 10 - 15 m (Ruess, 2016). Zusätzlich zur Nutzung der Früchte kann am Lebensende der Bäume auch das Holz gewinnbringend verkauft werden.

Wallnüsse sind besonders tief wurzelnd und haben einen späten Blattaustrieb und eignen sich somit besonders gut für den Einsatz im Agroforst (Jäger, 2017). Die Stammhöhe kann durch Erziehungsschnitte gut erhöht werden, was die Qualität des Stammes zur Wertholzgewinnung erhöht und die mechanische Bearbeitung der Felder erleichtert. Die Tabelle 1 zeigt eine Auswahl an Walnussorten, welche aufgrund ihres späten Blattaustriebes besonders gut geeignet sind für die Anwendung in einem Agroforstsystem, da sie so die Unterkultur im Frühling weniger um Licht konkurrenziert. Die aufgeführten Sorten sind gut für eine biologische Bewirtschaftung geeignet und etwas weniger anfällig auf Frosttemperaturen (Oppikofer et al., 2015).

Tabelle 1: Übersicht zu spät austreibenden Walnussorten für Agroforst (Oppikofer et al., 2015)

Sorte	Ronde de Montignac	Mars	Fernor	Franquette	Scharsch
Herkunft	Frankreich	Tschechien	Frankreich	Frankreich	USA
Wuchs	Mittel	Mittel	Schwach	Stark	Mittel - stark
Ertrageintritt	Mittel-spät	Früh	Sehr früh	Spät	Spät
Austrieb	Spät	Spät	Sehr spät	Sehr spät	Spät
Blüte	Spät	Spät	Sehr spät	Sehr spät	Spät
Befruchtung	-	Selbstfruchtbar	-	Braucht Befruchtersorte	-
Erntezeitpunkt	Ende September	Anfang Oktober	Mitte – Ende Oktober	Mitte – Ende Oktober	Mitte – Ende Oktober
Erntemenge	Hoch	Mittel - hoch	Sehr hoch	Mittel – hoch	Mittel - hoch
Nussgrösse	Klein – mittel	Mittel – gross	Mittel - gross	Mittel – gross	Mittel – gross
Kernanteil	40 – 50 %	45 – 48 %	47 – 49 %	43 – 48 %	43 -48 %
Besonderes	Sehr gute Ölnuss, hohe Krankheitsresistenz	Sehr robust, dünn-schalig, bis 1000 m.ü.M.	Robuste Sorte	Leichte Toleranz gegenüber Nussfruchtfliege, robust	Hohe Toleranz gegenüber Nussfruchtfliege

4.1.2 Haselnuss (*Corylus avellana*)

Von der weltweiten Haselnussproduktion stammen aktuell 80% aus der Schwarzmeerregion, vor allem aus der Türkei. In der Schweiz werden aktuell nur von einzelnen Pionieren Haselnüsse angebaut. Dies, obwohl die Haselnuss bei uns eigentlich heimisch ist. Oft werden Haselnüsse als Sträucher kultiviert, dies hat jedoch den Nachteil, dass es viele Stockausschläge gibt, sie sich selbst stark beschatten und die Bearbeitung mit Maschinen erschwert ist. Besonders für die Anwendung in einem Agroforstsystem sind dies grosse Nachteile. Andreas Gauch gilt als Vorreiter in der Haselnussproduktion in der Schweiz. Er kultiviert in seiner 1.7 ha grossen Anlage 700 Haselnussbäume. Haselnussbäume bezeichnet die Veredelung einer Kulturhaselnuss auf einen Baumhasel (*Corylus colurna*) (Frommelt, 2021). Die veredelten Bäume kommen bereits ab dem 2. oder 3. Standjahr in den Ertrag (Oppikofer et al., 2015), wobei vegetativ vermehrte Haselsträucher bis zu 10 Jahre brauchen, bis sie in den Vollertrag kommen (Maurer, 2015). Im 6. Standjahr lieferte die Anlage in 5524 Niederwil, Kanton Aargau von Andreas Gauch bereits eine Erntemenge von 1,6 Tonnen Nüsse (getrocknet, mit Schale) (Frommelt, 2021).

Die veredelten Haselnussbäume werden als Spindel erzogen und wurzeln aufgrund ihrer Unterlage besonders tief. Sie profitieren von einer guten Besonnung und sind somit besonders gut für den Einsatz in einem Agroforstsystem geeignet, wo die Pflanzabstände deutlich grösser sind als in einer reinen Haselnussplantage. Bei veredelten Pflanzen wird für Plantagen ein Pflanzabstand von 5 x 4 m und eine Pflanzdichte von 400 – 600 Bäumen pro Hektare empfohlen. Bei solchen Anlagen wird in optimalen Jahren mit einem Ertrag von 4 Tonnen gerechnet (Maurer, 2015). Die bekanntesten Sorten, welche als Hochstamm erzogen und in der Schweiz angebaut werden können, haben einen starken Wuchs, treiben ab April aus, blühen im Februar und können im September geerntet werden (Tabelle 2). Das Holz ist eher weich und es entsteht nicht viel Stammholz, und ist somit nicht zur Wertholzproduktion geeignet. Schnittgut und das Holz bei der Rodung können entweder als Brennholz oder als Dünger in Form von Holzschnitzeln verwendet werden.

Tabelle 2: Haselnussorten für den biologischen Anbau auf Hochstämmen (Oppikofer et al., 2015)

Sorte	Hallische Riesen	Wunder von Bollweiler	Emoa	Butler	Ennis	Corabel
Herkunft	Deutschland	Frankreich	Niederlande	Oregon	Oregon	Frankreich
Wuchs	Stark	Stark	Stark	Stark	Stark	Stark
Austrieb	April	April	April	April	April	April
Blüte	Februar	Februar	Februar	Februar	Februar	Februar
Erntezeitpunkt	September	September	September	September	September	September

4.1.3 Mandeln (*Prunus dulcis*)

Mandelbäume stammen ursprünglich aus Vorder- und Zentralasien und sind somit besonders anfällig auf Spätfröste. Sie zeigen sich Winterfrosthart bis zu einer Temperatur von -16°C bis -20°C . Für den Anbau von Mandeln eignen sich dieselben Gebiete wie für Aprikosen oder Wein, dabei bevorzugen Mandeln ein noch deutlich trockeneres Klima. Dies zeigt sich auch in ihrer grossen Trockenheitstoleranz. Sie können bereits mit einer Niederschlagsmenge von 190 mm pro Jahr auskommen. Somit sind Mandeln als Klimaadaptation in Zukunft gut denkbar für die Schweiz- also für Regionen, in welchen die Temperaturen steigen und die Niederschlagsmengen sinken werden. Der Druck durch Schadorganismen wird bei den Mandeln für den Anbau in der Schweiz als mittelstark eingeschätzt. Insbesondere Krankheiten wie Monilia, Gummifluss, die Kräuselkrankheit oder die Europäische Steinobstvergilbungs-Krankheit (ESFY) werden als potenzielle Probleme aufgeführt. Spritzungen mit Pflanzenschutzmitteln sind für den Mandelanbau in der Schweiz notwendig und können zu Konflikten führen in der Kombination mit Unterkulturen im Agroforstsystem. Mit den Sorten 'Ferraduel', 'Keilmandel' oder 'Lauranne' wurden in der Schweiz bereits gute Erfahrungen gemacht und Erträge erzielt. Der Anbau von Mandeln ist hier jedoch noch wenig erforscht und kaum verbreitet. Mit einem Pflanzabstand von 6 x 7 m können in herkömmlichen Plantagen rund 300 Bäume oder bei einer Hochstammanlage 100 Bäume pro Hektare gepflanzt werden (Reutimann et al., 2020).

4.1.4 Übersicht Nussbäume

Zusammenfassend werden in Tabelle 3 die Wachstumsansprüche und Eigenschaften der vorgestellten Nussbäume beschrieben. Die Angaben für Haselnüsse beziehen sich auf Baumhasel (*Corylus colurna*) veredelte Hochstammbäume.

Tabelle 3: Übersicht mit den Eigenschaften und Ansprüchen der ausgewählten Nussbäumen (Jäger, 2017), (Maurer, 2015), (Frommelt, 2021), (Reutimann et al., 2020), (Oppikofer et al., 2015), (Gatti, 2020), (Hug et al., 2010)

Baumart	Walnuss	Haselnuss	Mandeln
Besonderheiten	Benötigt mildes Klima	Einheimisch	Weinbauklima
Biodiversität	Windbestäuber, somit wenig interessant für bestäubende Insekten	Windbestäuber, somit wenig interessant für bestäubende Insekten	Auf Bestäubung durch Insekten angewiesen, frühe Blüte (März – April)
Blatt	Später Blattaustrieb und früher Laubfall, Blätter sind Gerbstoffhaltig	Blattaustrieb im April	-
Boden	Benötigt frische, tiefgründige und Nährstoffreiche Böden, staunasse oder Wechselfeuchte Standorte sind ungeeignet	Tiefgründig und humos	Bevorzugen sandige Lehmböden mit guter Durchlässigkeit
Boden pH	6 - 8	6.0 – 7.8	6.5 – 7.5
Bodenfeuchte	Frisch	Frisch	Toleriert Trockenheit
Staunässe	Verträgt keine Staunässe	Wenig anfällig auf Staunässe	Bevorzugt trockene Standorte
Früh- und Spätfrostgefährdung	Gering, Frosttolerant (je nach Sorte unterschiedlich)	Sehr tolerant, robust	Grosse Frostgefährdung
Holz	Mittelhart, hat hohen Wert	Verwendung für Holzhäcksel	-
Wachstum	Mittel	Rasch	Bis 10 m hoch
Krone	Breit, lichtdurchlässig, 10 - 15 m Durchmesser	Eher dicht, 3 - 4 m Durchmesser	5 – 8 m
Wurzelsystem	Sehr tiefwurzeln	Mit Veredelung auf Baumhasel (<i>Corylus colurna</i>) tiefwurzeln	Mittleres Wachstum
Vollertrag (t/ha) intensiv	2.74	2-4	0.4
Erntezeitraum	Ende September - Mitte Oktober	September	September und Oktober

4.1.5 Stickstofffixierende Bäume

Die Stickstofffixierleistung von Leguminosen wird durch die Leguminosenmüdigkeit limitiert. Einige Bäume und Sträucher können jedoch ebenfalls durch Endo-Symbiosen mit Actinomyzeten (Bakterien-Gattung) Luftstickstoff binden. Die Baumarten, welche diese Symbiose eingehen können und an die klimatischen Bedingungen der Schweiz angepasst sind, sind auf Erle (*Alnus*), Ölweide (*Eleagnus oxycarpa*), Sanddorn (*Hippophae*) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*) begrenzt (Reineke & Schlömann, 2020).

Die Ölweide ist eine kleine Baumart, welche vor allem in Zentralasien verbreitet ist. Sie ist frost-, hitze- und dürreresistent. Die kleinen, essbaren Früchte sind süß-säuerlich und reich an Kohlenhydraten (Breckle & Küppers, 2011). Auch die Früchte vom Sanddorn sind essbar und reich an Vitamin- und Mineralstoffen. Ölweiden und Sanddorn liefern somit Fruchterträge, binden Luftstickstoff und fördern durch ihre Strauchform die Biodiversität.

Die Robinie hat bei einer jährlichen Holzproduktion von 3t/ha in Kurzumtriebsplantagen eine Stickstofffixierleistung von rund 30.5 – 59.2kg/ha (Veste et al., 2013). Die Robinie gilt in der Schweiz als invasiver Neophyt und darf somit nicht gezielt angebaut werden. Wenn sich dieses Anbauverbot in Zukunft aufheben würde, hat die Robinie unter kontrollierten Bedingungen ein grosses Potential, um den Stickstoffeintrag in der bio-veganen Landwirtschaft zu erhöhen.

Ölweiden, Sanddorn und Robinien können gut mit Trockenstress umgehen und sind eher kleinwüchsig oder vertragen Schnitteingriffe gut. Dies macht sie bis zum Schluss der Baumkronen der Hauptbäume zu optimalen Unterbepflanzungen in den Baumreihen.

4.1.6 Unterkulturen zwischen den Baumreihen

In diesem Kapitel werden mögliche Unterkulturen für den Anbau zwischen den Baumreihen beschrieben. Dabei wird auf deren Toleranz gegenüber dem Schatten und der Wurzelkonkurrenz mit den Baumstreifen eingegangen. Des Weiteren werden Angaben zu Erntezeitpunkt, Bodenansprüchen, Wasserbedarf, usw. aufgeführt, um später zu beurteilen, welche Unterkulturen mit welchen Gehölzen zusammenpassen.

Futterbaulich genutzte Kulturen wie Silomais, Futterrüben oder Futtergetreide fallen aufgrund der bio-veganen Bewirtschaftung weg. Klee graswiesen (Kunstwiesen) werden in der tierhaltenden Landwirtschaft oft ebenfalls für den Futterbau verwendet. Diese Kultur findet in einer bio-veganen Landwirtschaft beispielsweise durch den Einsatz zur Kompostherstellung oder als Transfermulch weiterhin eine Anwendung und somit kann die unkrautunterdrückende Wirkung und deren hohe Produktivität weiterhin genutzt werden (Cormack, 2006).

Die möglichen Unterkulturen werden in die zwei Unterkategorien Gemüsebau und Ackerbau eingeteilt. Tabelle 4 zeigt eine Übersicht von Gemüsekulturen und jeweils einzelne Kulturen mit Beispielcharakter. Die Einteilung erfolgte aufgrund ihrer Bewirtschaftung, Verwendung und Pflegeintensität. Die Auswahl besteht aus Freilandkulturen, welche in der Schweiz häufig angebaut werden. Es wird ersichtlich, dass die verschiedenen Gemüsesorten sehr unterschiedliche Erntezeitpunkte und Wachstumsansprüche aufweisen. Was die Anwendung in einem Agroforstsystem herausfordernd macht, um die zeitlichen Abläufe sinnvoll zu gestalten. Viele Kulturen, welche im Sommer bei intensiver Sonneneinstrahlung zum Schossen neigen, könnten von der Beschattung und den etwas milderen Temperaturen im Agroforst-System profitieren. Dazu gehören beispielsweise Salat, Spinat oder Blumenkohl. Bei wärmebedürftigen Kulturen, wie Kürbisgewächse oder Sojabohnen, könnte sich die Ertragsmenge reduzieren und der Erntezeitpunkt nach hinten verschieben (Laber & Lattauschke, 2020).

Tabelle 4: Übersicht zu möglichen Gemüseunterkulturen und deren Eignung für den Anbau im Agroforst (Koller & Lichtenhahn, 2007), (Carlen et al., 2017), (Laber & Lattauschke, 2020)

Kategorie	Art Wiss. Name	Wurzelkonkurrenz	Schattentoleranz	Boden	pH	Nährstoffbedarf	Anbauzeit
Blattgemüse	Spinat	Wasserstress beschleunigt Schossen	Beschattung verzögert vorzeitige Blüte	Alle Böden geeignet	6.5 – 7.5	Kurze Vegetationsperiode → leicht verfügbar & hoch	Mehrere Sätze, Früh- bis Winteranbau
	Kopfsalat	Anfällig auf Wasserstress und Nährstoffkonkurrenz	Schatten schützt im Sommer vor Brand und Schossen	Sandige Lehmböden	6.0 – 7.0	Hoch	M Mehrere Sätze, Früh- bis Winteranbau
Stielgemüse	Mangold	Mittel	Tolerant	Geringe Ansprüche	7.0	Mittel	Früh- bis Herbstanbau
Blütenstandgemüse	Kopfkohl	Anfällig auf Wasserstress und Nährstoffmangel	Lieben feuchte Luft	Tiefgründig, humos	6.5 – 7.0	Hoch	Früh- bis Herbstanbau
	Blumenkohl	Reagiert mit Vorbüher bei Stress	Gut, zu hohe Temp. → Qualitätseinbussen	Sandig, humose Lehmböden	6.5 – 7.5	Hoch	Früh- bis Herbstanbau
Fruchtgemüse	Zucchini	Hohe Ansprüche an Wasser- und Nährstoffversorgung	Tief, sehr wärmebedürftig, sonniger Standort	Humos, locker	6.5 – 7.5	Hoch	Mai – Sept. (2 – 4 Sätze)
	Kürbis	Hohe Ansprüche an Wasser- und Nährstoffversorgung	Tief, sehr wärmebedürftig, sonniger Standort	Humos, locker	6.5 – 7.5	Hoch	Mai – Okt.
Gemüsehülsenfrüchte	Erbsen	Gut konkurrenzfähig, tiefwurzeln	Eher wärmebedürftig	Lehmböden	6.0 – 7.0	Tief	März - Juli
	Edamame (unreife Sojabohne)	Gut konkurrenzfähig	Keine Toleranz, stark wärmebedürftig	Lehmböden	6.5 – 7.0	Tief	Mai – Sept.
Wurzelgemüse	Karotten	Mittel	Tolerant	Leichte Böden, Dammkultur auf schweren Böden	6.5 – 7.0	Mittel	Früh- bis Herbstanbau
	Rote Beete	Toleranz gegenüber Trockenstress, tiefwurzeln	Tolerant	Alle Böden geeignet	6.5 – 7.0	Mittel	Früh- bis Herbstanbau
Zwiebelgemüse	Zwiebel	Schwach	Viel Licht in der Hauptwachstumszeit	Mittelschwer, humos und gutes Wasserhaltevermögen	6.5 – 7.2	Mittel	Sommerkultur: März - August Winterkultur: August - Juli

Die Ackerkulturen wurden in die Kulturgruppen Ölsaaten, Getreide und Pseudogetreide, Körnerleguminosen, Kartoffeln und Biomassekulturen eingeteilt (Tabelle 5). Generell haben die meisten Ackerkulturen weniger Ansprüche an den Standort und haben bei Wurzelkonkurrenz oder Schattenwurf durch die Bäume eher Ertragseinbussen in der Menge, bei gleichbleibender Qualität.

Tabelle 5: Übersicht zu möglichen Ackerunterkulturen und deren Eignung für den Anbau im Agroforst (Carlen et al., 2017), (Ray et al., 2012), (Dierauer, 2018), (Arp et al., 2010), (Lichtenhahn & Dierauer, 2000), (Dierauer & Böhler, 2009), (Weidmann, 2010)

Kategorie	Art	Wurzelkonkurrenz	Schattentoleranz	Boden	pH	Nährstoffbedarf	Standzeit
Ölsaaten	Sonnenblume	Schnelle vegetative Entwicklung, tiefe Pfahlwurzel (bis zu 2m), gute Konkurrenzkraft	Wärmebedürftig, warmes Klima	Mittelschwere Böden, keine besonderen Ansprüche	6.0 – 7.0	Hat gutes Nährstoffaneignungsvermögen, geringe Ansprüche	E3/M4 - E8/M10 (130 bis 150 Tage)
	Hanf	Unempfindlich	Mittel	Mittelschwere Böden	6.0 – 7.5	mittel	M4/M5 - 9
	Lein	Wenig konkurrenzfähig, ausreichende Wasserversorgung	Profitiert von Schatten in Hitzeperioden	Mittelschwere Böden	5.5 – 6.5	mittel	M4/M5 - 8 (130 Tage)
Winter- und Pseudogetreide	Winterweizen	Empfindlich, hoher Nährstoff- und Wasserbedarf	Beschattung im Frühjahr bei Kornfüllphase von Vorteil	Tiefgründige, mittlere bis schwere Böden mit grosser Wasserspeicherkapazität	6.1 – 7.5	Hoch (am meisten von Getreide)	A/M10 – M7
	Dinkel	Ausgeprägtes Wurzelwachstum, stark, anfällig auf Trockenheit	Beschattung im Frühjahr bei Kornfüllphase von Vorteil	Tiefgründige Böden	5.0 – 7.0	anspruchslos	A/M10 - A8
	Hafer	Empfindlich auf Trockenheit, Wurzelkonkurrenz gut	Gut für feuchtkühles Klima geeignet	Geringe Ansprüche	5.0 – 7.0	Geringe Ansprüche	M9 – M8
	Buchweizen	Unempfindlich	Gut	Geringe Ansprüche	7.0 - 7.5	Keine Düngung notwendig	M5 – M9
Körnerleguminosen	Soja	Am meisten Wurzeln in den obersten 10-20 cm	Schlecht, benötigt warmes Klima	Mittlere, leicht erwärmbare Böden	6.5 – 7.0	Benötigt keine N-Düngung	150 -160 Tage
	Eiweisserbse	Pfahlwurzel, reagiert schnell auf schlechte Bodenstruktur	Mildes, warmes Klima	Mittelschwer, tiefgründig	6.0 – 7.0	Benötigt keine N-Düngung	Wintereiweisserbsen: M10 – A7 Sommereiweisserbse: 2 - 7
	Ackerbohne	Sehr starke Durchwurzelung	Lange Kulturdauer	Tiefgründig, schwer, kalkreich	6.0 – 7.0	Benötigt keine N-Düngung	2/3 – E9 (180 – 210 Tage)
	(Weisse) Süsslupine	Konkurrenzschwach	Wärmebedürftig	Verändert pH in der Rhizosphäre und kann Nährstoffe verfügbar machen	6.0 – 6.5	Benötigt keine N-Düngung	E3/A4 – 9/10 (140 – 170 Tage)
Kartoffeln	Kartoffeln	Wasserstress kann zu Qualitätseinbußen führen	Profitiert von Schatten als Verdunstungsschutz	Leichte bis mittelschwer	5.5 - 7	Eher hoch, besonders bei Kalium	Sehr unterschiedlich (100 – 140 Tage)
Biomassekulturen	Kleegraswiese	Unempfindlich	Gut	Wenig Ansprüche	6.0 – 7.0	Gering, fixiert Luftstickstoff	-

Legende Standzeiten: A= Anfang, M= Mitte, E= Ende des Monats, Monate von 1-12 nummeriert

4.1.7 Unterkulturen in den Baumstreifen

Die Baumstreifen sind meistens rund 2 m breit. Diese Fläche wird in Agroforstsystemen oft nicht genutzt, beziehungsweise nur der Aufwuchs gehackt, gemulcht oder geschnitten. Diese Fläche, welche ungefähr 10% der gesamten Fläche ausmacht (Jäger, 2017), kann insbesondere in den ersten Jahren, solange die Baumkronen noch nicht geschlossen sind, genutzt werden. Durch das Bepflanzen der Bereiche in den Baumstreifen, zwischen den Bäumen, kann die räumliche Fläche noch besser genutzt, die Biodiversität gefördert und das Anbausystem und die Ernteprodukte diversifiziert werden. Durch die Ökologisierung werden Nützlinge gefördert und das Risiko für Ertragsausfälle auf verschiedene Kulturen aufgeteilt. Besonders in einem System ohne oder nur mit wenig Pflanzschutzmitteln ist dies sehr wichtig. Die Produktion wird durch die Diversifizierung jedoch deutlich arbeitsintensiver und es werden kleinere Mengen von einzelnen Lebensmitteln produziert. Dies kann sehr interessant sein für die Direktvermarktung oder eine Zusammenarbeit mit eher kleineren Wiederverkäufer:innen, bei denen dieser Mehraufwand und die damit verbundenen Vorteile in Bezug auf die Ökologie auch kommuniziert werden können. Wenn für den Grosshandel produziert werden soll, kann vermutlich nicht die notwendige Menge in der gewünschten Qualität zur Verfügung gestellt werden. In Tabelle 6 werden mögliche Unterbepflanzungen für die Baumstreifen vorgestellt. Wie lange diese mit der Konkurrenz durch die Bäume auskommen, muss während der Umsetzung erforscht werden.

Tabelle 6: Mögliche Wildobstarten für die Unterbepflanzung der Baumstreifen (Oppikofer et al., 2015)

Art	Wuchs	Schattentoleranz	Früchte, bzw. Nutzen	Höhe (m)	Besonderheit
Felsenbirne	Langsam	Mittel	Konfitüre, Saft	1 - 2	Wärmeliebend, Nahrung für Insekten und Vögel
Holunder	Rasch	Tolerant	Konfitüre, Sirup, Tee	1 - 4	Ökologische Bedeutung für Vögel
Aronia	Rasch	Tolerant	Getrocknet, Saft	2	Bereits gute Erfahrungswerte für Anbau in der Schweiz
Kornelkirsche	Rasch	Tolerant	Konfitüre	2 – 5	Hohe ökologische Bedeutung
Sanddorn	Mittel	Wärmeliebend, mittel	Gelée, Saft	2-3	Hohe ökologische Bedeutung

Tabelle 6 ist nicht abschliessend, sondern zeigt, beispielhaft anhand von Wildobstsorten, auf, welche Kulturen als Zwischennutzung des Raumes in den Baumstreifen denkbar sind. Je nach Ausrichtung des Landwirtschaftsbetriebes können unterschiedliche Produktionsnischen eingenommen werden. Die Kultivierung von Beeren (Johannisbeeren, Stachelbeeren, etc.), Stauden (Lavendel, Echinacea, Goldmelisse, Tee) oder Wildpflanzen, zur Stabilisierung des Ökosystems, sind weitere Unterbepflanzung mit einem ökonomischen Wert. Bei der Planung für die Unterbepflanzung der Baumstreifen muss jedoch beachtet werden, dass die Bewirtschaftung, insbesondere durch die acker- und gemüsebaulichen Unterkulturen, erschwert und der zeitliche Ablauf der unterschiedlichen Ernten weiter eingeschränkt werden kann.

4.2 Marktanalyse Bio-Nüsse aus der Schweiz

Die Förderung des Anbaus von Nüssen in der Schweiz kann zu einer Diversifizierung der Landwirtschaftsbetriebe und deren Anbausysteme führen. Das Angebot an regional produzierten, hochwertigen, pflanzlichen Proteinen und Fetten kann erhöht und ebenfalls diversifiziert werden. Für eine Etablierung der Nussproduktion, insbesondere im Agroforst, muss jedoch der Absatz für Nüsse aus der Schweiz mit einem höheren Preis gewährleistet werden.

Der Markt für Hasel- und Baumnüsse in der Schweiz ist recht gross. 2014 wurden rund 10`000 Tonnen Haselnüsse, ohne Schale im Wert von 77 Mio. Franken in die Schweiz importiert (Maurer, 2015). Bei beiden Nüssen sind die Anteile der Inlandproduktion so klein, dass diese vernachlässigt werden können (Interview GC, F4). Für den Anbau von Haselnüssen gibt es keine eigenen Standardarbeitskraft-Werte (SAK) und die Direktzahlungen liegen auch sehr tief, was den Anbau für Landwirt:innen uninteressant macht und die Verkaufspreise steigen lässt (Meier, 2018). Der Anbau von Walnüssen hat sich jedoch in den letzten Jahren stark verbreitet. So schätzt der Präsident von Nuss Thurgau AG Christof Gubler, dass die neu gepflanzten Walnussanlagen bis zum Jahr 2030 500 Tonnen produzieren werden (Interview GC, F4). Dies entspricht 7% des Bedarfs an Walnusskernen und 20% des Bedarfs an ganzen Walnüssen von der konsumierten Menge in der Schweiz (Interview GC, F3). Er geht davon aus, «dass vor allem aufgrund des hohen Preises von Schweizer Walnüssen im Jahr 2030 die Nachfrage gedeckt sein werde» (Interview GC, F3). Der Grossteil dieser Nüsse wird konventionell produziert. Für biologische Nüsse aus der Schweiz sieht er kein grosses Marktpotential (Interview GC, F8). Ohne einen zukünftigen Grenzschutz für Walnüsse sieht er kein weiteres Vermarktungspotential für Schweizer Nüsse (Interview GC, F4).

Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach biologisch produzierten und veganen Lebensmitteln (Interview HF, F2 & F3). Im Jahr 2020 hat der Schweizer Detailhandel mit Fleischersatzprodukten einen Umsatz von 117 Mio. CHF erzielt, gegenüber 60 Mio. im Jahr 2016 (Herrmann & Bolliger, 2021). Mit einer jährlichen Wachstumsrate von 18,4% entspricht dies fast einer Verdoppelung innerhalb von fünf Jahren. Auch der Markt für biologisch produzierte Lebensmittel nimmt in den letzten fünf Jahren stetig zu, vom Jahr 2019 zum Jahr 2020 verzeichnete das Gesamtumsatzvolumen von biologischen Produkten ein Wachstum von 19,1% (Kleinschmidt, 2021).

Diese Entwicklung zeigt sich auch beim Unternehmen Terra Verde, welche biologisch produzierte Lebensmittel aus Italien importiert und diese in der Schweiz vertreibt. Martin Schiller, welcher bei Terra Verde Teil der Geschäftsleitung ist, gibt an, dass sich ihr Umsatz in den letzten zwei Jahren verdoppelt habe (Interview SM, F3). Sie erhalten auch immer öfters Anfragen aus der Gastronomie, wo bis vor kurzem noch fast kein Markt für biologisch produzierte Lebensmittel vorhanden war (Interview SM, F3).

Der Markt für Bio-Walnüsse aus der Schweiz liegt im Premiumsegment (Tabelle 7). Das Potential, neue Marktanteile zu gewinnen, liegt gemäss dem Vermarktungskonzept der Bio-Knospe in den Qualitätsargumenten; Geschmack, Authentizität, Rückstandsfreiheit, Ökologie, Biodiversität und Landschaftspflege (Fachgruppe Obst Bio Suisse, 2021). Um den hohen Preis zu rechtfertigen, müssen die Nüsse eine einwandfreie Qualität aufweisen. Diese Qualität ist in einem extensiven Agroforstsystem mit reduziertem oder keinem Pflanzenschutzmitteleinsatz jedoch nur schwer zu erzielen (Interview GC, F6). Die Entwicklung der Firma New Roots zeigt jedoch, dass der Markt von Nüssen nicht nur auf den Verzehr von ganzen Kernen limitiert ist, sondern durch Veredelung und Verarbeitung in vegane Produkte einem deutlich grösseren und wachsendem Markt zugeführt werden kann. Am Beispiel New Roots wird ersichtlich, dass verarbeitete Produkte aus dem bio-veganen Sektor durchaus Anklang finden. Mit Innovationen haben sie sich einen Markt für pflanzliche Kuhmilchalternativen geschaffen Baum- oder Haselnüsse eignen sich jedoch nicht als Rohstoff für die Produktion von Alternativen für fermentierte Kuhmilchprodukte wie Käse. Nüsse aus der Schweiz sind als Ausgangsstoffe zu teuer und haben im Falle von Hasel- und Walnuss unerwünschte Faserstoffe, welche die Fermentierungsprozesse verhindern können (Interview HF, F5). Andere Ersatzprodukte, wie die Haselnussmilch, sind bereits auf dem Markt etabliert und im Detailhandel erhältlich.

Tabelle 7: Richtpreise für Direktvermarktung von Hasel- und Walnüssen (1. Klasse) aus Schweizer Bio-Produktion (Fachgruppe Obst Bio Suisse, 2021), (Manufactum.ch, 2022), (Farmy.ch, 2022), (Bio Suisse, 2021)

	mit Schale (CHF/kg)	ohne Schale (CHF/kg)
Walnuss	9-15	43-45
Haselnuss	31.6 (Italien)	76

Eine ähnliche Erfolgsgeschichte, welche die Entwicklung in Richtung bio-veganen und nachhaltigen Ernährungssystem aufzeigt, ist der Hazelburger. Leander Dalbert hat mit seinem veganen «Täschli» aus Haselnuss, Randen, schwarzen Bohnen und Salbei ein Produkt kreiert, welches potenziell aus Rohstoffen aus einem Agroforstsystem hergestellt werden kann. Die nachhaltige und faire Produktionskette des veganen Burgers wird zusammen mit dem Produkt vermarktet, wodurch die Konsument:innen bereit sind, den vergleichsweise hohen Preis von 18 CHF für ein Burger-Patty von 130 g, zu bezahlen (Dalbert, 2021).

4.3 Grundhof

Für den Landwirtschaftsbetrieb Grundhof werden in diesem Teil mögliche Agroforstsysteme mit Nussbäumen und einer bio-veganen Bewirtschaftung erarbeitet und vorgestellt. Der Hof befindet sich in 5616 Meisterschwanden, Hauptstrasse 52, Kanton Aargau, am Hallwilersee. Zum Betrieb gehören 11 ha Eigenland und 10 ha Pachtland. Ungefähr 20% der Fläche wird als ökologische Ausgleichsfläche unterhalten. Darunter fallen auch die ca. 100 Hochstammobstbäume (v.a. Äpfel und Birnen) des Betriebes. Die Gebäude des Betriebes liegen 495 Meter über Meer (m.ü.M.), die Landparzellen sind in einem Umkreis von 1 km verteilt und liegen zwischen 460 und 540 m.ü.M. (Topografische Karte Meisterschwanden, 2021).

Seit 70 Jahren wird unter dem Demeter Label produziert. Die aktuelle Bewirtschaftung setzt sich aus Mutterkuhhaltung (ca. 20 GVE), Gemüse-, Obst- und Getreidebau zusammen. Die Hofprodukte wurden bis anhin zu etwa 10% über den Hofladen und zu einem Grossteil indirekt an Grossküchen, Reformhäuser oder Wiederverkäufer:innen vermarktet. Insbesondere für die indirekte Vermarktung spielt das Label Demeter eine wichtige Rolle, da die Abnehmenden zu einem Grossteil einen anthroposophischen Hintergrund haben.

4.3.1 Hofübernahme

Seit 70 Jahren bewirtschaftet die Familie Hünerfauth den Grundhof nach den Richtlinien des bio-dynamischen Anbaus. Im Jahr 2021 wurden die aktuellen Besitzenden und Betriebsleitenden Denise und Matthias Hünerfauth pensioniert und wollen den Betrieb an eine nächste Generation übergeben. Da innerhalb der Familie Hünerfauth niemand den Betrieb weiterführen wollte, kam nur eine ausserfamiliäre Hofübergabe in Frage. Sarah und Alexander Garcia waren zu diesem Zeitpunkt bereits seit zwei Jahren auf der Suche nach einem Landwirtschaftsbetrieb, welchen sie kaufen konnten. Sie haben die Vision von einem bio-vegan bewirtschafteten Hof, wo sie sich niederlassen und etablieren können. Während dem Jahr 2021 trafen sich die beiden Parteien immer wieder, handelten Vertragsvereinbarungen aus und klärten auftretende Fragen, bis im November 2021 der Kaufvertrag notariell unterschrieben wurde und die neue Generation somit offiziell ab Januar 2022 die neuen Besitzenden des Grundhofes sind.

4.3.2 Konzept Betrieb Grundnahrig

Die Bewirtschaftung des Hofes wird somit ab dem Jahr 2022 durch Alexander und Sarah Garcia, zusammen mit Sylvia Brauchli und Stefan Bösch durch eine Hofgemeinschaft gewährleistet. Das Team (Abbildung 1 & 2) teilt die gemeinsame Vision eines friedvollen Zusammenlebens von Menschen und Tieren und setzt sich für eine Landwirtschaft ohne Nutztierhaltung ein. Das bedeutet, dass neue Wege gesucht und gefunden werden müssen, um beispielsweise hofinterne Nährstoffkreisläufe zu schliessen und auf Zukauf von grossen Mengen Düngemittel verzichten zu können. Der neue Name des Betriebes «Grundnahrig» steht für das neue Konzept. Die Produktion soll auf lange Sicht so divers gestaltet werden, dass eine ausgewogene, vegane Ernährung allein mit Produkten vom Hof Grundnahrig möglich ist. Das Label Demeter soll weiterhin erhalten bleiben. Die Vermarktung von der Haupteinnahmequelle Gemüse wird mit einem bereits etablierten Abo-System durchgeführt. In naher Zukunft soll das Gemüseabo mit weiteren Produkten vom Hof wie Getreide oder Hülsenfrüchten erweitert werden. Auch verarbeitete Produkte wie Säfte, Brot, Nudeln, Trockenfrüchte oder Konfitüren werden künftig auf dem Hof hergestellt.



Abbildung 1: Hofgemeinschaft für den neuen Betrieb v.l.n.r Stefan, Sarah, Alexander und Irinja



Abbildung 2: links Sarah und rechts Sylvia beim Pflanzen von Kartoffeln

4.3.3 Stärken und Schwächen vom Team in Bezug auf Agroforst

Die beruflichen Hintergründe, Ausbildungen und Erfahrungswerte der einzelnen Mitglieder des Teams sind in Tabelle 8 ersichtlich. Alexander hat mit seiner Ausbildung als Gemüsegärtner eine gute Grundlage für das Verständnis und die praktische Umsetzung von Landwirtschaft, insbesondere im Bereich Gemüsebau. Sarah und Alexander haben zusammen seit dem Jahr 2019 einen eigenen Gemüsebaubetrieb auf dem Landwirtschaftsbetrieb Hof Narr, in 8132 Hinteregg, Zürich, aufgebaut. Im Ackerbau und Umgang mit Gehölzen hat das Team wenig Vorkenntnisse und Erfahrungen. Alexander ist erfahren im Umgang mit landwirtschaftlichen Maschinen und kann seine Erfahrung aus dem Gemüseanbau so gut in den Ackerbau integrieren. Stefan und Sylvia haben beide jeweils praktische Erfahrung im Gemüsebau, aber ebenfalls wenig, beziehungsweise keine Erfahrung mit Ackerbau und Fruchtbäumen. Stefan hat im Rahmen seines Studiums Module besucht, in welchen Acker- und Obstbau theoretisch behandelt wurden. Er ist interessiert, sein theoretisches Wissen und vor allem seine praktischen Fähigkeiten in diesen Bereichen auszubauen. Für die Unterstützung beim Schnitt der Bäume im

zukünftigen Agroforstsystem bestehen bereits enge Kontakte mit Menschen, welche für die Baumpflege ausgebildet sind.

Das Team konnte in den letzten Jahren viele Erfahrungen in der Direktvermarktung, insbesondere mit dem Gemüse-Abo sammeln. Des Weiteren ist auch im Bereich Verarbeitung viel Knowhow vorhanden. Der Absatz eines diversen Angebots durch die Produkte aus dem Agroforstsystem sollte also gut bewerkstelligt werden können. Das Team ist jung und adaptiv, so ist beispielsweise auch eine Vermarktung via Online-Shop oder das Erstellen einer Solidarischen Landwirtschaft (Solawi) denkbar.

Tabelle 8: Neues Team mit Auflistung von Arbeitserfahrungen und geplanter Verantwortungsbereichen

Person	Alexander Garcia-Wyss	Sarah Garcia	Stefan Bösch	Sylvia Brauchli
Jahrgang	1990	1992	1998	1991
Ausbildung	Gemüsegärtner EFZ, Kaufmann EFZ	Fachfrau Betreuung EFZ	Bachelor Umweltingenieurwesen	Master in Humangeographie
Erfahrungen in Bezug zur Landwirtschaft	Gemüsebau mit geistig beeinträchtigten Menschen (Total 1 Jahr), Ausbildung auf biodynamischen Hof, selbständig geführter Gemüsebau auf Hof Narr	Mithilfe auf diversen WWOOFing Höfen, Aufbau eines kleinen Gemüse-Abos auf Hof Narr, später Mitarbeit im Gemüsebau und Aufbau der Selbständigkeit, Anstellung als Tierpflegerin (seit 2014)	Auf Landwirtschaftsbetrieb aufgewachsen, Anstellung als Gärtner (Tropenhaus Wolhusen) und Anstellung als Gemüsegärtner auf Hof Narr	Einmachkurs, Erfahrung auf verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben in Verarbeitung und Gemüsebau
Geplante Verantwortung	Betriebsleitung; Gemüse, Ackerbau, Maschinen, Buchhaltung	Betriebsleitung; Hofladen, Vermarktung und Verarbeitung	Ackerkulturen, Hecken, Infrastruktur, Obstbau und Agroforst	Verarbeitung und Haltbarmachen

4.3.4 Standortbeurteilung

In diesem Kapitel werden alle eigenen Parzellen des Betriebes Grundhof (Abbildung 3) mittels des Vorgehens, welches im Kapitel Methoden beschrieben wurde, auf ihre Eignung als Standort für ein Agroforstsystem mit Nussbäumen beurteilt (Tabelle 9).

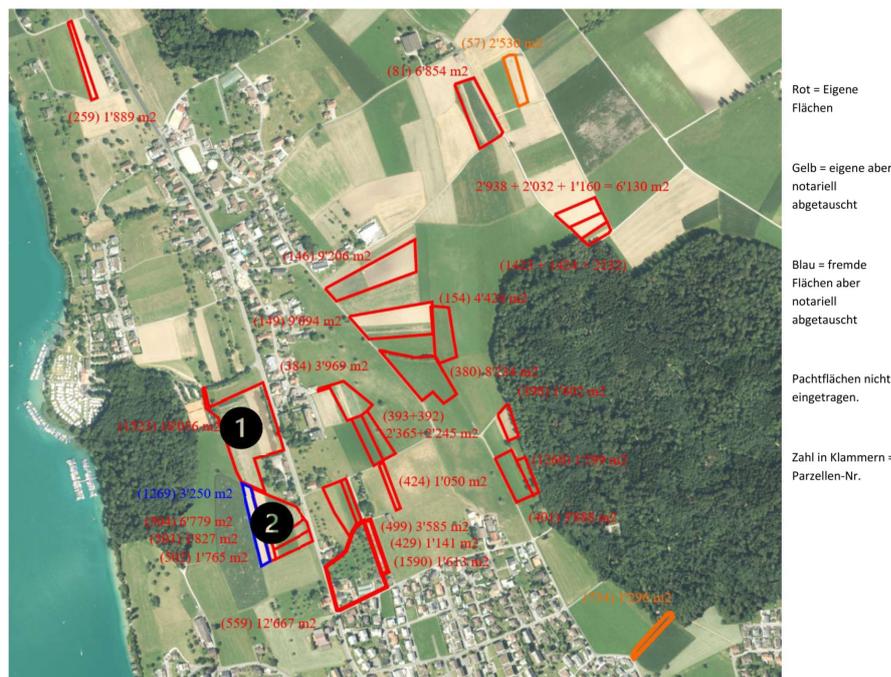


Abbildung 3: Übersicht der Parzellen Grundhof, ohne Pachtland mit Markierung für Standort 1 und 2 (Quelle: gis.ch)

Die Bewässerung ist für alle Standorte mittels Wasserversorgung vom Hof oder Hydranten der Gemeinde Meisterschwanden sichergestellt und wurde somit nicht als Kriterium in die Beurteilung miteinbezogen. Die grün markierten Parzellen (Tabelle 9) werden für die Planung des Agroforsts auf dem Grundhof weiter beachtet. Die geeigneten Parzellen 502-504, 1269 und 1523 wurden für eine vereinfachte, weitere Beurteilung in Standort 1 und 2 unterteilt. Die Parzelle 1523 (1,8 ha) wurde mit Standort 1 bezeichnet und die aneinander angrenzenden Parzellen 502-504 und 1269 (1,36 ha) zum Standort 2 zusammengefasst (Abbildung 3).

Tabelle 9: Beurteilung aller Parzellen Gemäss den gewählten Kriterien mit Bewertung in grün= geeignet, gelb= eher ungeeignet und rot= ungeeignet (Quelle: gis.ch)

Parzellennummer	Fläche Parzelle (m ²)	Weitere Beurteilung?	Begründung/ Hinweise	Boden	Wasserhaushalt	Geländeform
384	3969	Ja	Sehr schmale Parzelle	Sehr tiefgründig. - tiefgründig	Normal durchlässig	Flach
392	2245	Ja	Sehr schmale Parzelle	Sehr tiefgründig. - tiefgründig	Normal durchlässig	Flach
393	2365	Ja	Sehr schmale Parzelle	Sehr tiefgründig. - tiefgründig	Normal durchlässig	Flach
2132	1160	Ja?	An Waldrand, Mitunterhaltungspflicht der Bodenverbesserung	Mässig tiefgr. & tiefgr. - mässig tiefgr.	Normal durchl. & mässig grund-/hangnass	Flach
1423	2938	Ja?	An Waldrand, Mitunterhaltungspflicht der Bodenverbesserung	Mässig tiefgr. & tiefgr. - mässig tiefgr.	Normal durchl. & mässig grund-/hangnass	Flach
1424	2032	Ja?	An Waldrand	Mässig tiefgr. & tiefgr. - mässig tiefgr.	Normal durchl. & mässig grund-/hangnass	Flach
1523	18056	Ja	Geeignet	Sehr tiefgr. - tiefgr.	Normal durchl.	Wenig Neigung
502	1765	Ja	Geeignet	Sehr tiefgr. - tiefgr.	Normal durchl.	Wenig Neigung
503	1827	Ja	Geeignet	Sehr tiefgr. - tiefgr.	Normal durchl.	Wenig Neigung
504	6779	Ja	Geeignet	Sehr tiefgr. - tiefgr.	Normal durchl.	Wenig Neigung
1269	3250	Ja	Geeignet, notariell abgetauscht	Sehr tiefgr. - tiefgr.	Normal durchl.	Flach
81	6854	Nein	Entwässerungsgebiet			
146	9206	Nein	Entwässerungsgebiet			
149	9094	Nein	Entwässerungsgebiet			
154	4424	Nein	klein & keine Nord- Südausrichtung			
259	1889	Nein	zu klein			
380	8234	Nein	Klein & fehlende Fahrgasse für Nord/Südausrichtung			
398	1602	Nein	An Waldrand			
401	3888	Nein	Vor Schussanlage			
424	1050	Nein	Vor Schussanlage			
429	1141	Nein	Geeignet (jedoch sehr klein)			
499	3585	Nein	Geeignet (jedoch klein)			
659	12667	Nein	Bereits bestehende Hochstammanlage			
1260	1299	Nein	An Waldrand + Schussanlage			
1590	1613	Nein	Foliengewächshaus			

4.3.5 Bodenproben

Die Standorte 1 und 2 wurden mittels Spatenproben, Edelman-Bohrungen und Nährstoffanalysen weiter auf ihre Eignung für ein Agroforstsystem untersucht. Das Ziel der Untersuchung war, die Daten aus der Literaturrecherche (Kapitel 3.4.4 Standortbeurteilung) zu verifizieren und Hinweise für die Eignung unterschiedlicher Kulturen zu liefern. Die ausführlichen Auswertungen der Nährstoffanalysen befinden sich im Anhang C.

4.3.5.1 Spatenprobe

Abbildungen 4 – 9 zeigen die sechs Spatenproben, welche auf den zwei Standorten durchgeführt wurden. Die Zahl der Beschriftung steht für den Standort, der kleine Buchstabe jeweils für die Wiederholung an diesem Standort. Die Spatenproben wurden bei nasser Witterung durchgeführt, was dazu führte, dass die Bodenfeuchte bei allen Beprobungen an der Oberfläche hoch war. Alle Bodenuntersuchungen wurden am 26.11.2021 durchgeführt.

1a (Abbildung 4): Das Schwammgefüge ist bis zum Unterboden durchgehend krümelig. Die Durchwurzelung ist besonders stark ausgeprägt- sogar im Unterboden (bis 40 cm) sind noch viele Feinwurzeln zu finden. Die Bodenfeuchte ist in der Oberkrumme mittel-feucht und nimmt mit zunehmender tiefe ab, bis trocken im Unterboden.

1b (Abbildung 5): Die Oberkrumme und Unterkrumme zerfallen teils in scharfkantige Fragmente und grosse Klumpen. Es sind eher wenig Krümelstrukturen vorhanden. Die Durchwurzelung ist nicht besonders stark ausgebildet, im Unterboden sind kaum Wurzeln vorhanden. Die Bodenfeuchte ist in der Oberkrumme mittel-feucht, bis zum Unterboden trocken.

1c (Abbildung 6): Die Gefügebönetur zeigt in allen Bodenschichten eine gleichmässige, stark ausgeprägte Krümelstruktur. Die Durchwurzelung ist bis in den Unterboden stark ausgeprägt, es sind bis zur Tiefe von 40 cm Feinwurzeln vorhanden.

2a (Abbildung 7): Alle Bodenschichten weisen Krümelstrukturen auf. Jedoch sind auch einige grosse Fragmente und Polyeder mit scharfen Kanten vorhanden. Die Durchwurzelung ist eher schwach ausgeprägt und nimmt bis zum Unterboden deutlich ab. Die Bodenfeuchte ist in allen Schichten mittel-feucht.

2b (Abbildung 8): Der Oberboden ist verschlämmt. Alle Bodenschichten sind verdichtet und es gibt nur sehr wenig Krümel. Der Unterboden weist einige Krümelstrukturen auf. In der Unterkrumme sind einige Wurmgänge erkennbar. Die Durchwurzelung ist schwach ausgeprägt.

2c (Abbildung 9): Alle Schichten weisen eine sehr gute Krümelstruktur auf. Es sind keine Polyeder oder scharfkantige Klumpen vorhanden. Die Durchwurzelung ist bis zum Unterboden stark ausgeprägt. Es sind überall gleichmässig Feinwurzeln vorhanden. Die Bodenfeuchte wird als trocken beurteilt.



Abbildung 4: Spatenprobe Standort 1a



Abbildung 7: Spatenprobe Standort 2a



Abbildung 5: Spatenprobe Standort 1b



Abbildung 8: Spatenprobe Standort 2b



Abbildung 6: Spatenprobe Standort 1c



Abbildung 9: Spatenprobe Standort 2c

Tabellen 10 und 11 zeigen alle Ergebnisse der Spatenproben von den beiden untersuchten Standorten. Der Standort 1 (Tabelle 10) hat fast ausschliesslich 4 und 5 als Bewertung, wobei die Bewertung 5 am häufigsten vorkommt. Beim Standort 2 (Tabelle 11) ist die häufigste Bewertung eine 4, die Bewertung 3 kommt einmal mehr vor als beim Standort 1.

Tabelle 10: Ergebnisse von Spatenproben auf der Parzelle 1523 (Standort 1)

Wiederholung	Bodenart	Vorfrucht	Gefügeböschung				Wurzelschichtung			Bodenfeuchte			
			Oberfläche	Oberkrumme	Unterkrumme	Unterboden	Oberkrumme	Unterkrumme	Unterboden	Oberfläche	Oberkrumme	Unterkrumme	Unterboden
1a	Lehm	Wiese	5	5	5	5	4	5	5	Feucht	Mittel-feucht	Trocken	Trocken
1b	Lehm	Weizen	5	3	4	5	4	4	3	Feucht	Mittel-feucht	Trocken	Trocken
1c	Lehm	Wiese	5	5	5	5	5	4	5	Feucht	Mittel-feucht	Mittel-feucht	Mittel-feucht

Tabelle 11: Ergebnisse von Spatenproben auf den Parzellen 502-204, 1269 (Standort 2)

Wiederholung	Bodenart	Vorfrucht	Gefügeböschung				Wurzelschichtung			Bodenfeuchte			
			Oberfläche	Oberkrumme	Unterkrumme	Unterboden	Oberkrumme	Unterkrumme	Unterboden	Oberfläche	Oberkrumme	Unterkrumme	Unterboden
2a	Lehm	Wiese	4	3	4	4	4	4	3	Feucht	Mittel-feucht	Mittel-feucht	Mittel-feucht
2b	Lehm	Wiese	4	3	4	4	5	4	4	Feucht	Feucht	Mittel-feucht	Mittel-feucht
2c	Lehm	Wiese	5	5	5	5	5	5	5	Feucht	Mittel-feucht	Trocken	Trocken

4.3.5.2 Edelman-Bohrer

Mittels einer Edelman-Bohrung pro Standort wurde ein nicht repräsentativer Einblick in die Tiefgründigkeit des Bodens vorgenommen. Die Bohrung vom Standort 1 (Abbildung 10) weist eine feine Krümelstruktur bis in eine Tiefe von 65 cm auf, anschliessend wird die Erde sehr tonhaltig. In einer Tiefe von 35 cm ist ein deutlicher Farbumschlag und einzelne Roststellen zu sehen.

Beim Standort 2 (Abbildung 11) sind deutlich grössere und scharfkantige Fragmente zu sehen. Vor allem ab einer Tiefe von 35 cm sind viele Steine enthalten. Die maximale Tiefe der Bohrung liegt bei 70 cm, danach konnte nicht tiefer gebohrt werden. Die Oberkrumme ist deutlich heller als am Standort 1 und enthält vermutlich deutlich weniger Humus.



Abbildung 10: Edelmanbohrung Standort 1, 26.11.2021



Abbildung 11: Edelmanbohrung Standort 2, 26.11.2021

4.3.5.3 Nährstoffanalyse

Die Nährstoffanalyse durch das Labor zeigt, dass in den obersten 20 cm des Bodens an beiden Standorten die Verfügbarkeit und Reserven von P, K und Mg als mässig, bis arm eingestuft werden. Der Humusgehalt (C_{org}) liegt beim Standort 1 bei 3.3% und beim Standort 2 bei 5.43%, was im Bereich genügend und Vorrat liegt. Der pH-Wert liegt beim Standort 1 bei 7.7 (alkalisch) und beim Standort 2 bei 6.8 (neutral).

4.3.6 Bewirtschaftung und Mechanisierung

In diesem Kapitel werden alle notwendigen Arbeitsschritte zur Erstellung, für den Unterhalt und die Berentung des Agroforstsystems aufgeführt. Zusätzlich werden die wesentlichen Arbeitsgeräte beschrieben, welche dabei zum Einsatz kommen und deren Arbeitsbreiten für die Erstellung des Pflanzdesigns angegeben.

4.3.6.1 Erstellung des Agroforstes

Vor der Pflanzung der Bäume muss der Boden vorbereitet werden. Um Staunässe zu verhindern, sollte insbesondere in den geplanten Baumreihen eine Tiefenlockerung vorgenommen werden (Bender et al., 2009). Das Umpflügen und Fräsen der Fläche gehört ebenfalls zu den Massnahmen in der Bodenbearbeitung, welche vor dem Pflanzen stattfinden sollten. Mittels GPS oder genauer Abmessungen mit Fixpunkten können anschliessend die Punkte, wo die Bäume gepflanzt werden sollen, bestimmt werden. Jeder Baum benötigt einen Pflanzpfahl mit ausreichender Befestigung (Jäger, 2017).

4.3.6.2 Unterhalt des Agroforstes und Mechanisierung

Besonders in den ersten Jahren nach der Pflanzung ist es wichtig, die Jungbäume vor Mäusefrass und Konkurrenz durch Unkräuter zu schützen. Mit einem Ladurner Hackgerät

(Abbildung 12) können die Baumstreifen effizient und präzise auch zwischen den Bäumen gehackt werden. Diese Massnahme, welche im Frühling durchgeführt wird, unterdrückt das Unkraut mechanisch und macht den Standort weniger attraktiv für Mäuse. Zusätzlich sollte der Baumstreifen regelmässig gemulcht werden, was die Jagd auf Mäuse vereinfacht (Jäger, 2017). Vor dem Hacken der Baumstreifen muss genügend Dünger in Form von Kompost oder veganem Handelsdünger ausgebracht werden. Durch das Hacken wird dieser in den Boden eingearbeitet und ist somit schneller pflanzenverfügbar. Je nach Niederschlagsmengen in den ersten Jahren nach der Pflanzung kann auch eine Bewässerung der Jungbäume notwendig werden. Für den Pflanzenschutz sollten die Bäume regelmässig auf Schadorganismen überprüft werden und bei Bedarf Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden. Im Winter müssen die Bäume je nach Erziehungsform und der jeweiligen Baumart geschnitten werden. Alle diese Massnahmen müssen bis zur ersten Ernte jährlich wiederholt werden und bedeuten einen grossen Kosten- und Arbeitsaufwand (Gatti, 2020). Da in dieser Zeit noch kein Gewinn mit dem Ertrag der Bäume erzielt werden kann, sind die Direktzahlungen die einzige Einnahmequelle. Wie sich dies auf die ökonomische Situation des Betriebs Grundhof auswirkt, wird im Kapitel 4.3.8 „Ökonomische Berechnungen“ beschrieben.



Abbildung 12: Ladurner Hackgerät für Bodenbearbeitung in den Baumreihen

Im Agroforstsystem auf dem Grundhof sollen Nussbäume mit Gemüse- und Ackerbau kombiniert werden. Die Mechanisierung im Gemüsebau ist auf dem Betrieb auf eine Beetbreite von 1,2 m ausgelegt. Zusätzlich mit einem Weg nimmt ein Gemüsebeet 1.5 m in Anspruch. Für eine optimale Bewirtschaftung muss der Abstand zwischen den Baumreihen also ein Vielfaches davon betragen. Die Ackerbaulichen Geräte weisen Arbeitsbreiten von 2.2 m, 2.5 m, 3 m und 5 m auf (Tabelle 12). In der Schweiz beträgt der Abstand zwischen den Baumstreifen oft 24 m (Jäger, 2017). Dies lässt sich mit der Mechanisierung der beiden Betriebszweigen Acker- und Gemüsebau gut kombinieren. Nur beim Ackerstriegel und bei der Kreiselegge ist der Pflanzabstand von 24 m kein Vielfaches der Arbeitsbreite und es müssen Mehrfahrten in Kauf genommen werden.

Tabelle 12: Auflistung der wichtigsten Maschinen für den Ackerbau auf dem Grundhof

Anbaugerät	Arbeitsbreite (m)
Kreiseleggen	2.5
Grubber	3.0
Ackerstriegel	5.0
Sägerät	2.2

4.3.6.3 Ernte und Ertragserwartung

Für die Ernte von Hasel- und Walnüssen sind verschiedene Erntemaschinen auf dem Markt. Die gefallenen Nüsse werden durch eine rotierende Trommel, Pick Up, Besen, Stachelwalzen oder mittels Saugkraft aufgesammelt. Die verschiedenen Systeme sind jeweils unterschiedlich anfällig auf Feuchtigkeit am Boden und erfordern je nach Verunreinigung des Erntegutes eine unterschiedlich starke Nachreinigung (Kirchmeier, 2014). Andreas Gau hat aufgrund seiner jahrelangen Erfahrungen ein eignes Anbau- und Ernteverfahren für Haselnüsse mit dem Einsatz von Netzen entwickelt. Dafür werden vor der Ernte Netze zwischen die Baumreihen gespannt. Die Nüsse fallen zu ihrem optimalen Reifezeitpunkt herunter, kommen jedoch nicht in den Kontakt mit dem Boden und werden somit weniger durch Schädlinge befallen und verunreinigt (Wieland, 2019). Die reifen Haselnüsse können dann entweder per Hand oder maschinell eingesammelt werden. Diese Methode mit den Netzen macht jedoch bei Einzelreihen in einem Agroforstsystem nur wenig Sinn, da für das Spannen der Netze noch auf beiden Seiten zusätzlich Pfähle oder ähnliches zur Befestigung installiert werden müssten. Aufgrund dieser Überlegung werden im Kapitel 4.3.7 „Pflanzdesign“ zwei verschiedene Versionen eines Pflanzkonzeptes aufgeführt. Bei den Walnüssen ist das maschinelle Auflesen bei der Ernte deutlich einfacher, da die Nüsse grösser und weniger anfällig sind.

Die Erntemengen sind abhängig von der Produktionsform, der Witterung, dem Schädlingsdruck und vielen weiteren Faktoren und variieren dementsprechend in den Literaturangaben und Erfahrungsberichten (Tabelle 13). Die Produktion in einem Agroforstsystem erschwert den Einsatz von Pflanzenschutzmittel und anderen ertragsfördernden Massnahmen. Deshalb werden für die Berechnungen der ökonomischen Tragfähigkeit eher tiefe Erntewerte angenommen. Für das Produktionssystem mit den veredelten Haselnussbäumen sind noch keine verlässlichen Daten verfügbar. Für die Ertragsschätzung wird somit auf Werte aus herkömmlichen Haselnussplantagen zurückgegriffen und diese auf den Ertrag pro Pflanze heruntergerechnet. Zusätzlich werden die Erfahrungswerte von Andreas Gauch einbezogen. Auf einer Fläche von 1.7 ha mit 555 Bäumen pro Hektare hat er im 6. Standjahr einen Ertrag von 1.6 Tonnen und im 7. Standjahr 2.7 Tonnen getrocknete Nüsse mit Schale. Heruntergerechnet sind das 1.7 und 2.86 kg pro Baum (Schreibverkehr mit Andreas Gauch). Die Anlage befindet sich vermutlich noch nicht ganz im Vollertrag, jedoch wird aktiv nach biologischen Richtlinien Pflanzenschutz betrieben.

Bei den Walnüssen sind in einem extensiven System gemäss den Erfahrungen von Gubler Christof mit 12 kg Walnüssen als Vollertrag pro Baum zu rechnen (Interview GC, F6). Bei stark reduziertem Pflanzenschutz kann dieser Wert beispielsweise bei schlechter Witterung je nach Jahr deutlich unterschritten werden.

Tabelle 13: Aufschlüsselung des Ertrags nach Baumart und Standzeit (Maurer, 2015), (Schägger et al., 2022), (Kaeser et al., 2010), (Gatti, 2020)

	Haselnuss (veredelt)		Walnuss	
	Jahr	Kg/ Baum	Jahr	Kg/ Baum
Aufbauphase	0. – 2.	0	0. – 5.	0
Anfang Ertragsphase	3. - 6.	1	6. - 14.	6
Vollertrag	7. – 40.	3	15. - 60.	12

Das Holz von Walnüssen zählt zu den exklusivsten einheimischen Hölzern. Je nach Qualität und Marktsituation kann mit einem Erlös von 120 – 5658 CHF/m³ Holz gerechnet werden. Pro Baum wird nach einer Standzeit von 60 Jahren mit einem Ertrag von 1.15 m³ Holz gerechnet (Kaeser et al., 2010).

Das Holz des Haselnussbaumes ist deutlich weniger wertvoll und wird vor allem zu Holzhäcksel für die Wärmenutzung verarbeitet. Insbesondere in Bezug auf die Nährstoffversorgung in der bio-veganen Landwirtschaft kann die Düngerwirkung des Holzes interessant sein. Mit einer Standzeit von 40 Jahren wird mit 0.45 m³ Holz pro Baum gerechnet (Kaeser et al., 2010). Die Preise für frische Hackschnitzel liegen in der Schweiz aktuell bei 39 bis 45 CHF/m³ (Waldschweiz.ch, 2021).

4.3.7 Pflanzdesign

Aufgrund der bisher aufgeführten Resultate werden in diesem Kapitel mögliche Pflanzsysteme für die zwei ausgewählten Standorte auf dem Grundhof vorgestellt. Alle Baumreihen werden in Nord-Südausrichtung gepflanzt, um einen möglichst geringen Schattenwurf auf die Unterkulturen zu generieren. Bei den zwei vorgestellten Standorten (Kapitel 4.3.4 Standortbeurteilung) weicht die Ausrichtung jedoch etwas von diesem Ideal ab, da die Orientierung der Felder um ein paar Grad westlicher ist. Somit kann die Fläche optimal ausgenutzt und bewirtschaftet werden. Bei beiden Standorten wird darauf geachtet, dass auf einer Seite eine Zufahrtsstrasse vorhanden ist und von dort aus alle Baumreihen befahren werden können.

Der Standort 1 ist etwas tiefgründiger und weist eine bessere Bodenstruktur auf als der Standort 2. Somit eignet sich diese Fläche gut für den anspruchsvollen Gemüsebau. Es wird angenommen, dass die Haselnüsse durch ihr geringeres Wachstum im Vergleich zur Walnuss, das Gemüse weniger um Licht, Nährstoffe und Wasser konkurrenziert. Der zeitliche Ablauf, insbesondere die Ernte, in der Gemüseproduktion ist je nach Gemüsekultur sehr divers und kann somit schlecht generell auf das Zusammenspiel mit den Haselnüssen abgestimmt werden. Insbesondere bei Winterkulturen könnte es zwischen der Standzeit von Gemüse und der Ernte von den Haselnüssen zu Konflikten kommen. Jedoch können die 16 Beete sehr variabel bepflanzt werden, wodurch die an den Baumstreifen angrenzenden Beete somit beispielsweise nicht mit Wintergemüse bebaut werden können, um diesen Konflikt vorzubeugen. In den Kapiteln 4.3.7.1 und 4.3.7.2 werden zwei mögliche Varianten aufgezeigt, wie ein Agroforstsystem bestehend aus Gemüseanbau und Haselnüssen am Standort 1 aussehen können. Deren Vor- und Nachteile werden im Kapitel „Diskussion“ aufgeführt.

Der Standort 2 ist gemäss den Bodenuntersuchungen etwas weniger tiefgründig und die Bodenstruktur ist im Vergleich zu deren am Standort 1 etwas weniger gut. Deshalb eignet sich die Fläche weniger für den Gemüsebau, aber es kann trotzdem Ackerbau betrieben werden. Der Vorteil dieser Fläche liegt darin, dass sie etwas weniger anfällig für Kaltluftströmungen ist (Klimadaten GIS, Kanton Aargau). Die etwas kälteempfindlichen Nussbäume können von

diesem Vorteil profitieren und lassen sich somit gut mit dem Ackerbau an diesem Standort zu einem Agroforst vereinen. Durch den späten Blattaustrieb der Walnussbäume eignen sich besonders Ackerkulturen wie Winterweizen, welche über den Winter stehen und bereits im Frühling ein starkes Wachstum aufweisen. Für die Ernte der Walnüsse müssen die Unterkulturen bereits abgeerntet sein, dies trifft auf die meisten Ackerkulturen zu. Für diesen Standort werden ebenfalls zwei Varianten zur Gestaltung eines Agroforstes vorgestellt.

4.3.7.1 Haselnuss: Standort 1, Variante 1 (S1V1)

Der Standort 1 hat eine Fläche von 1,5 ha. Die veredelten Haselnussbäume benötigen einen Pflanzabstand von 3 x 5 m (Wieland, 2019). Für die erste Variante werden die Baumreihen mit einem Abstand von 26 m zueinander gepflanzt (Abbildung 13). Abzüglich des 2 m breiten Baumstreifens stehen somit jeweils 24 m breite Anbauflächen für den Gemüseanbau zur Verfügung. Bei einer Beetbreite von 1.5 m und einer Spurbreite von 0.3 m entspricht dies 16 Gemüsebeeten. Bei einem Pflanzabstand von 3 m ergibt sich bei dieser Planung eine Gesamtzahl von ca. 220 Haselnussbäumen. Dazwischen entstehen drei Gemüseparzellen mit einer Breite von jeweils 4 m. Am östlichen Rand der Parzelle besteht zwischen der letzten Baumreihe und einer Wildhecke ein Abstand von ca. 10 m. In diesem Bereich wird in einem Abstand von 5 m nochmals eine Baumreihe mit Haselnüssen angelegt, um die Fläche optimal auszunutzen. Dadurch können nochmals ca. 50 Bäume gepflanzt werden, was die Gesamtzahl für diesen Standort mit der Variante 1 auf 270 Bäume anhebt. Die Flächenanteile vom Grünland beträgt 0.15 ha (10%), vom Gemüsebau 1.2 ha (80%) und von den 2 m breiten Baumstreifen 0.15 ha (10%).



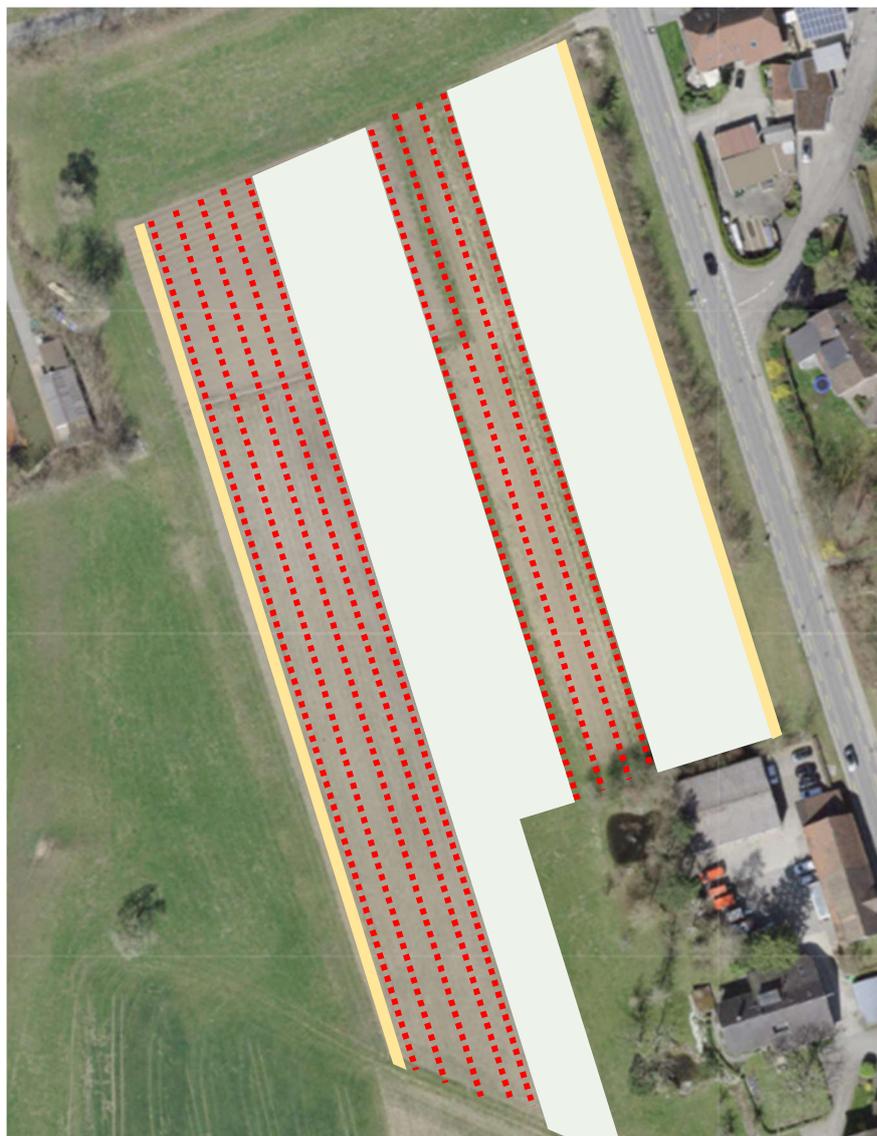
Legende

-  Gemüseparzellen
-  Baumstreifen
-  Pufferstreifen

Abbildung 13: Standort 1, Variante 1 – Baumstreifen für Haselnüsse, Reihenabstand 26m, Abstand in der Reihe 3-5m

4.3.7.2 Haselnuss: Standort 1, Variante 2 (S1V2)

Als zweite Variante für die Kombination vom Gemüsebau und den Haselbäumen wird hier ein System vorgestellt, in welchem mehrere Baumreihen ohne ackerbauliche Unternutzung nebeneinander platziert werden (Abbildung 14). Dieses System soll einen Kompromiss darstellen zwischen der Nutzung der positiven Effekte eines Agroforstes und einer effizienten und somit wirtschaftlichen Nutzung der Haselnussbäume. Bei S1V2 werden ebenfalls die vorgeschlagenen 3 m Pflanzabstand innerhalb der Reihe eingehalten. Für eine optimale Bewirtschaftung und eine ausreichende Besonnung der Haselnussbäume beträgt der Reihenabstand zwischen den Baumreihen 5 m. Westlich der ersten Baumreihe wird ein Abstand von 3 m zwischen der Baumreihe und dem benachbarten Feld eingehalten, um die Pflege- und Erntearbeiten ausführen zu können und das Nachbarsfeld (kein Eigentum vom Grundhof) nicht zu stark zu beschatten. Der westliche Haselnussblock besteht aus 5 Baumreihen und der östliche aus 4. Die Gemüsebaufläche ist wie bei S1V1 24 m breit und besteht ebenfalls aus 16 Beeten. Bei diesem System würden rund 500 Haselbäume gepflanzt werden. Die Fläche für die Haselnussblöcke (inkl. 5 m Fahrgassen) nehmen 0.65 ha (43.3%), die Gemüsefläche 0.75 ha (50%) und das Grasland (Pufferstreifen) 0.1 ha (6.6%) der Gesamtfläche (1.5 ha) ein.



Legende

-  Gemüseparzellen
-  Baumstreifen
-  Pufferstreifen

Abbildung 14: Standort 1, Variante 2 – Baumstreifen für Haselbäume, Reihenabstand 26m, Abstand in der Reihe 3-5m, Baumstreifen in Blöcken von 3-4 Reihen

4.3.7.3 Walnuss: Standort 2, Variante 1 (S2V1)

Der Standort 2 hat eine Fläche von 1.36 Hektaren und ist ebenfalls länglich fast nord-süd ausgerichtet. Die Walnussbäume werden in einem Abstand von 10 m in der Reihe parallel zur Längslinie des Feldes gepflanzt (Abbildung 15). Beim östlichen Teil der Parzelle liegt eine leichte Hanglage vor, was die ackerbauliche Nutzung einschränkt. Dort werden die 26 m Abstand zwischen den Baumreihen auf 10 m reduziert. Der Grasbestand in diesem Teil mit engerem Pflanzabstand muss regelmässig gemulcht oder geschnitten werden. Beim Schnitt kann die Biomasse als Transfermulch oder zur Kompostherstellung verwendet werden. Bei diesem System werden 68 Walnussbäume gepflanzt, was einer Pflanzdichte von 50 Bäume pro Hektare entspricht. Die Baumstreifen sind 2 m breit und nehmen 0.14 ha (10.3%) der Parzelle in Anspruch, die Fläche für den Ackerbau liegt bei 1 ha (73.5%) und die restliche Fläche bestehend aus Grasland unter den eng gepflanzten Reihen und dem Pufferstreifen beträgt 0.22 ha (16.2%).

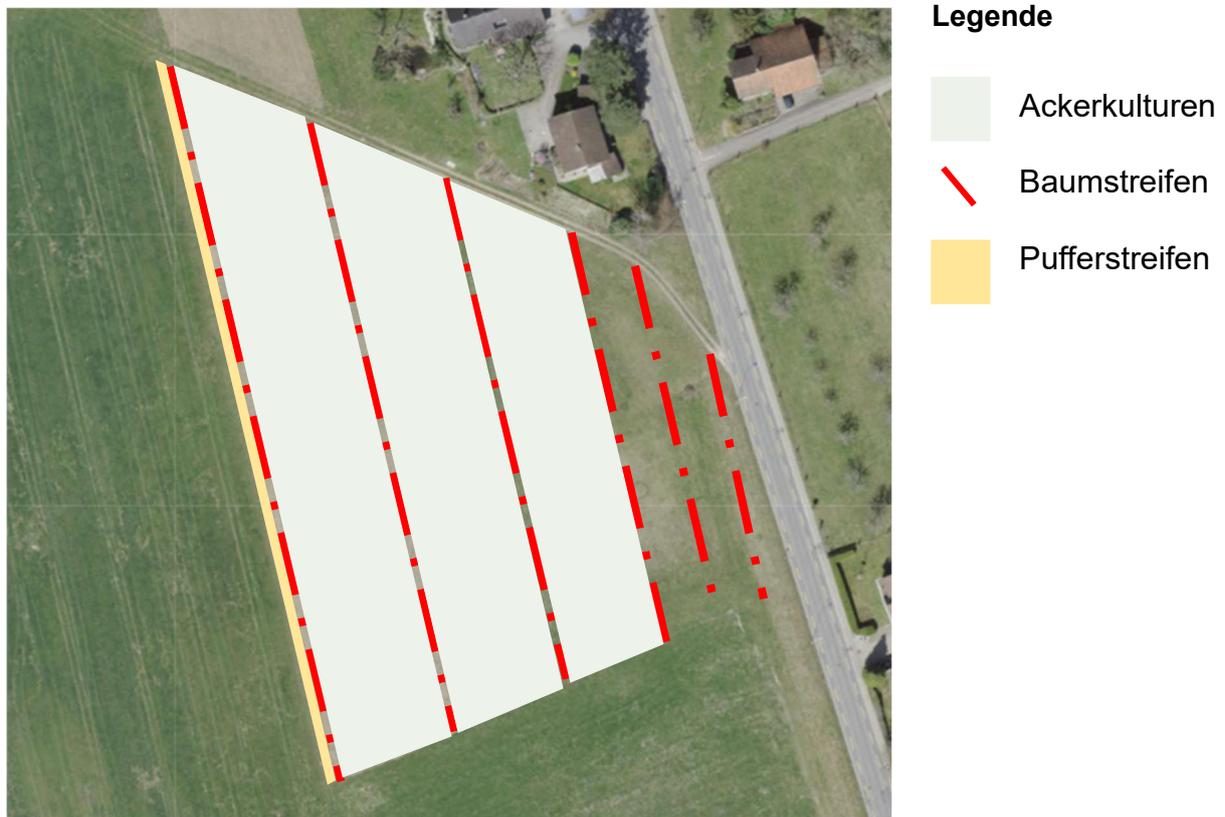


Abbildung 15: Standort 2, Variante 1 – Baumstreifen für Walnussbäume, Reihenabstand 26m, Abstand in der Reihe 10m

4.3.7.4 Walnuss: Standort 2, Variante 2 (S2V2)

Bei der Variante zwei soll die Flächenproduktion, jedoch auch die Biodiversität im Vergleich zu S2V1 erhöht werden. Die Anordnung der Baumreihen bleibt wie bei S2V1 bestehen, jedoch werden zehn Walnussbäume durch andere Laubbaumarten, wie Feld-, Spitz und Bergahorn, Winter-, Sommerlinde und Eiche ersetzt, welche ausschliesslich zur Wertholzproduktion verwendet werden. Diese Baumarten dienen als Bienenweide und beherbergen eine Vielzahl von verschiedenen pflanzenfressenden Insekten (Jäger, 2017). Bei einem Pflanzabstand von 10 m in den Baumreihen dauert es recht lang, bis die Kronen schliessen. Deshalb wird bei der 2. Variante eine Unterbepflanzung mit Wildobstarten wie Sanddorn, Aronia, Ölweide,

Felsenbirne, usw. in den Baumreihen geplant. So wird der Platz innerhalb der Baumreihe zu jedem Zeitpunkt optimal ausgenutzt und fördert durch die zusätzlichen Arten und Strukturen die Biodiversität noch stärker. Die Wildobstarten generieren schon nach wenigen Jahren gute Erträge und erhöhen die Wertschöpfung dieses Agroforstsystems. Die Förderung der Biodiversität durch das Schaffen von diversen Strukturen und Nahrungsangeboten für Insekten und Kleinsäugetieren kommt schlussendlich allen angebauten Kulturen zugute und der Pflanzenschutz kann auf ein Minimum reduziert werden (Baur & Flückiger, 2018).

4.3.8 Ökonomische Berechnungen

In diesem Kapitel werden die vorgestellten Agroforstsysteme für den Betrieb Grundhof auf ihre Wirtschaftlichkeit überprüft. Ob sich ein Agroforstsystem ökonomisch rechnet, hängt vor allem von den jährlichen Kosten, den Produktpreisen und den Direktzahlungen ab. Die Berechnungen in diesem Kapitel beziehen sich ausschliesslich auf die Baumkulturen. Es wird beurteilt, ob der Verlust der Ackerfläche für die Baumstreifen und der Arbeitsaufwand mit den Direktzahlungen und den Produktpreisen aus den Gehölzen wirtschaftlich zu rechtfertigen sind. Für die Berechnungen wird die Lebenszeit der Nussbäume in Aufbauphase, Anfang Ertragsphase und Vollertragsphase eingeteilt. Für die Walnüsse wird eine Lebensdauer von 60 Jahren, für die Haselnüsse eine von 40 Jahren angenommen. Die finanziellen Kosten und Erlöse für die Systeme S1V1, S1V2 und S2V1 werden in den Tabellen 14 & 15 aufgeführt. Die ausführliche Berechnungen mit allen Teilschritten befinden sich im Anhang E. Die Kosten für die Maschinenarbeiten wurde aufgrund der Publikation „Maschinenkosten 2020“ von der Agroscope berechnet (Gazzarin, 2020). Die restlichen Berechnungen beziehen sich auf folgende Annahmen:

Tabelle 14: Annahmen aufgrund von Literatur aus Kapitel 4 Resultate

	Haselnuss	Walnuss
Lohn (CHF/h)	27	27
Standzeit (Jahre)	40	60
Holzertrag pro Baum (m ³)	0.45	1.15
Holzpreis (pro m ³)	40	1000
Nusspreis	15	5

4.3.8.1 Haselnüsse

Die zwei Pflanzdesigns für den Standort 1 mit den Haselnüssen haben im Verhältnis zur Anzahl Bäume einen ähnlichen Gewinn (Tabelle 15). Die Hauptkostenpunkte liegen bei beiden Varianten beim Unterhalt der Anlage und der Ernte. Die gesamten Investitionskosten bis zur ersten Ernte ab dem 3. Standjahr belaufen sich auf 28'706 CHF bei S1V1 und auf 51'551 bei S1V2. Die Erlöse werden bei S1V1 zu 97.1% und bei S1V2 zu 94.9% aus dem Nussertrag generiert, der restliche Teil setzt sich aus den Direktzahlungen und dem Holzertrag zusammen.

Tabelle 15: Berechnung der Kosten und Erträge der beiden Systeme mit Haselnüssen am Standort 1

System	S1V1 (CHF)	S1V2 (CHF)
Erstellungskosten	- 17'780	- 31'899
Aufbauphase (1.-2. Jahr)	- 10'926	- 19'652
Anfang Ertragsphase (3.-6. Jahr)	- 30'501	- 54'012
Vollertragsphase (7.-40. Jahr)	- 266'057	- 479'502
Rodung	- 3'013	- 5'580
Nussernte (Erlös)	429'300	795'000
Direktzahlungen	7'800	33'800
Holz	4'860	9'000
Gewinn (nach 40 Jahren)	113'683	247'155

4.3.8.2 Walnüsse

Die Investitionskosten bis zum ersten Nussertrag ab dem 6. Standjahr betragen 27'430 CHF (Tabelle 16). Die Erlöse setzen sich aus 54.5% für die Nussernte, 24.3% durch die Direktzahlungen und 21.2% durch den Holzertrag zusammen. Für die Direktzahlungen müssen die Anforderungen von QII erfüllt sein.

Tabelle 16: Berechnung der Kosten und Erträge für S2V1 mit Walnüssen

System	S2V1 (CHF)
Erstellungskosten	- 9'248
Aufbauphase (1.-5. Jahr)	- 18'182
Anfang Ertragsphase (6.-14. Jahr)	- 46'103
Vollertragsphase (15.-60 Jahr)	- 164'149
Rodung	- 912
Nussernte (Erlös)	206'040
Direktzahlungen	91'680
Holz	80'000
Gewinn (nach 60. Jahren)	139'126

4.3.9 Wertschöpfungskette

Die Produktion von Hasel- und Walnüssen in Agroforstsystemen in der Schweiz ist sehr aufwändig und somit auch teuer. Aufgrund von Erfahrungswerten von Gubler Christof ist das Vertriebspotential von ganzen Nüssen in der Direktvermarktung für einen Betrieb auf eine Menge von maximal 500 kg beschränkt (Interview GC, F6). Den Markt für Schweizer Walnüsse mit Schale sowie für Kerne, sieht er bis im Jahr 2030, mit den bereits bestehenden Anlagen, als gesättigt (Interview GC, F4). Als Rohstoffe für Ersatzprodukte sind die Nüsse zu teuer, das Potential liegt vor allem in der Veredelung von Verarbeitungsprodukten mit den Nüssen als Zutat. Beispielsweise wird bereits einmal pro Woche auf dem Grundhof Brot gebacken und im Hofladen verkauft. In Zukunft könnten Getreide und Nüsse zusammen angebaut werden und zu einem Nussbrot verarbeitet werden. Weitere mögliche Produkte mit mehreren Rohstoffen aus dem Agroforst sind Säfte aus 2.Klass-Gemüse und Wildobst, eine Müeslimischung bestehend aus Hanfsamen, Haferflocken, Wal- oder Haselnüssen und getrocknetem Wildobst oder Bratlinge aus Bohnen, Nüssen, Kräutern und Getreide. Um den Absatz der Nusskerne zu erhöhen, könnten diese auch geröstet und gewürzt, beziehungsweise karamellisiert, zu Snacks verarbeitet werden. Inspiriert durch den Haferdrink von den Lebenshöfen Aurelio und Biohof Hübeli, könnte auch eine Hafermilch mit Hasel- oder Walnussgeschmack hergestellt werden.

In die bereits etablierten Gemüse-Abos könnten weitere Produkte, wie Müesli, Säfte, Nussmilch oder Nussbrote integriert werden. So kann die bereits bestehende Kundschaft und Infrastruktur für die Vermarktung der Ernteprodukte aus dem Agroforst optimal ausgenutzt werden. Für lagerbare und ungekühlte Produkte könnte auch eine Vermarktung mit einem Online-shop interessant sein.

5 Diskussion

Die in der Einleitung genannten Problematiken, wie Klimawandel und der Verlust von Kulturland, erhöhen den Druck auf die heutigen landwirtschaftlichen Produktionssysteme und fordern nach einer Neustrukturierung. Im Szenario mit der bio-veganen Landwirtschaft als Zukunftsmodell für die Schweiz hat das Agroforstsystem grosses Potential, diese Herausforderungen durch seine höhere Produktivität und die Abmilderung von Extremwetterereignissen und deren Folgen. Anhand des Betriebes Grundhof wurde der Prozess der Gestaltung eines Agroforstes für die bio-vegane Landwirtschaft aufgezeigt. Die generierten Resultate werden nachfolgend interpretiert und beurteilt.

5.1 Agroforst (mit Nussbäumen) in der bio-veganen Landwirtschaft

Die zentrale Herausforderung der bio-veganen Landwirtschaft im Vergleich zur tierhaltenden biologischen Landwirtschaft ist eine ausreichende Nährstoffversorgung der Kulturen. Die Untersuchung zeigte, dass das Agroforstsystem ein grosses Potential für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit hat. Einerseits wird Bodenerosion verhindert und Nährstoffe, welche ausgewaschen würden, von den tieferen Baumwurzeln wieder ins System rückgeführt. Für zukünftige Herausforderungen, wie beispielsweise Wetterextreme durch den Klimawandel, kann der Agroforst ebenfalls viele positive Auswirkungen haben. Die Untersuchung der Parzellen vom Betrieb Grundhof zeigte, dass sich nicht alle Standorte für ein Agroforstsystem eignen. Insbesondere der silvoarable Agroforst ist auf ackerbare Flächen angewiesen. Für die Transformation hin zu einem nachhaltigen und ethischen Ernährungssystem kann das Agroforstsystem einen wichtigen Beitrag leisten. Jedoch sind viele weitere Massnahmen, wie beispielsweise die Reduktion von Food Waste und die Rückführung der Nährstoffe aus den menschlichen Exkrementen auf die Felder notwendig, um einen wirklichen Wandel herbeizuführen.

Die Kultivierung von Nüssen, insbesondere von Haselnüssen als Hochstammbäume, ist in der Schweiz noch nicht stark verbreitet. Mit der Kombination von Nussbäumen und Acker- und Gemüsekulturen in einem Agroforstsystem sind bisher noch sehr wenig Erfahrungswerte vorhanden, was bei der Planung eines solchen Systems zu vielen Unsicherheiten führt. So gibt es beispielsweise keine Untersuchungen, welche die Schattentoleranz von verschiedenen Unterkulturen beurteilt. Insbesondere fehlen Erfahrungswerte mit älteren Agroforstsystemen, in welchen die Beschattung durch die grossen Bäume deutlich höher ist, als bei Neuanlagen. Die Beurteilung auf die Schattentoleranz und die Verträglichkeit bei Wurzelkonkurrenz wurde in dieser Untersuchung aufgrund von den klimatischen Anforderungen der einzelnen Kulturen und deren Wasser- und Nährstoffbedarf eingeschätzt. Wie sich verschiedenen Unterkulturen in einem Agroforstsystem entwickeln, müsste in weiteren Praxisuntersuchung überprüft werden. Der festgestellte Trend, dass Gemüsekulturen im Allgemeinen höhere Anforderungen an den Standort haben als Ackerkulturen wird auch in der Literatur ersichtlich. Bei ungenügender Belichtung werden Gemüsekulturen in ihrer Wachstumsleistung eingeschränkt. Zu hohe Temperaturen bei intensiver Sonneneinstrahlung können hingegen auch wachstumshemmend wirken oder zu einem zu frühen Eintritt in die Blüte führen (Laber & Lattauschke, 2020). Durch diese zwei Beispiele wird das Spannungsfeld zwischen Lichtbedarf und zu hohen Temperaturen ersichtlich. Die heute verwendeten Sorten im Gemüse- und Ackerbau sind fast alle für den Anbau in einem Monokultursystem ohne Bäume gezüchtet worden. Schattentoleranz ist bei den aktuellen Züchtungen kein Selektionskriterium (Ray et al., 2012).

Die vorgestellten Gehölze und Unterkulturen haben fast alle ähnliche Standortbedürfnisse, wie einen pH-Wert zwischen 6.5 und 7.5 und Tiefgründigkeit des Bodens, und lassen sich aufgrund dieses Kriteriums gut zusammen kultivieren. Die Kombination von Nussbäumen mit Winterackerfrüchten wird aufgrund des späten Blattaustriebs im Frühling als besonders geeignet betrachtet (Jäger, 2017). Auch die Ernte der Walnüsse erfolgt sehr spät, wenn die

Ackerkulturen bereits aberntet sind und die Bäume somit gut zugänglich sind. Die Unterbepflanzung der Baumreihen bedeuten einen beträchtlichen Mehraufwand, können aber die Flächenproduktivität und das Ausnutzen des Lichtangebotes in Bezug auf die zeitliche und räumliche Nutzung nochmals deutlich steigern. Die Ernte, von dem meist kleinfruchtigen Wildobst, ist sehr aufwändig und der Absatz liegt eher in der Nischenproduktesparte.

5.2 Agroforst Planung Grundhof

Das Team des Betriebes Grundhof möchte ihre Produktion und Verarbeitung von pflanzlichen Lebensmitteln möglichst divers und vielfältig gestalten. Die Integration eines Agroforstes mit Nussbäumen hat Potential, ihr Sortiment um wertvolle Fette und Proteinen zu ergänzen. Gleichzeitig wird die Bodenfruchtbarkeit sichergestellt und die Biodiversität auf den Feldern vergrössert. Ein stabiles Ökosystem führt, durch eine natürliche Regulation von Schadorganismen und der Abminderung von Wetterextremen, generell zu einem stabileren Ertrag. Des Weiteren wird das Ertragsausfallrisiko durch die Integration von Nussbäumen auf verschiedene Kulturen und Nutzungen verteilt. Die Risiken in Bezug auf das Agroforstsystem liegen insbesondere in den hohen Investitionskosten und den fehlenden Erfahrungen im Umgang mit Gehölzen des Teams. Nussbäume haben eine sehr lange Standzeit und brauchen mehrere Jahre mit intensiver Pflege, bis erste Erträge und somit Umsatz erwirtschaftet werden kann (abgesehen von Direktzahlungen). Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist im Agroforstsystem stark eingeschränkt- dies kann vor allem mit neuen Schadorganismen in Zukunft zu Problemen und grossen Ertragsausfällen führen.

Die skizzierten Pflanzdesigns mit Hasel- und Walnüssen haben jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile. Allgemein hat die Dimensionierung des Agroforstes einen grossen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit. Wenn das System zu klein geplant wird, kann eine mechanisierte Bewirtschaftung nur schlecht oder sehr teuer realisiert werden (S1V1). Wenn es grösser geplant und realisiert wird, können die Arbeitsabläufe zwar rationalisiert werden, doch die Investitions- und Unterhaltskosten steigen, was ein grösseres Risiko für Verluste mit sich zieht (S1V2). Die Berechnungen für die ökonomische Tragfähigkeit der verschiedenen Varianten an den zwei Standorten zeigt, dass bei den Haselnüssen die Investitionen grösser sind als für einen ähnlich grossen Agroforst mit Walnüssen. Bei den Walnüssen muss aufgrund sehr tiefer Direktzahlungen und dem eher minderwertigen Holz der grösste Teil des Umsatzes mit den Nüssen generiert werden, was den Druck auf eine gute Ernte erhöht. Bei den Walnüssen wird fast die Hälfte des Umsatzes mit den Direktzahlungen und dem Verkauf des Holzes generiert. Das Risiko ist also besser auf die drei verschiedenen Einnahmequellen verteilt. Der Ertrag des Holzes kann jedoch erst ganz am Ende (nach 60 Jahren) ausbezahlt werden, weshalb beachtet werden muss, dass die Wertholzproduktion eher als Wertanlage betrachtet werden muss.

Für die Beurteilung der ökonomischen Tragfähigkeit wurden Literatur- und Erfahrungswerte aus anderen Produktionssystemen herangezogen. Bisher gibt es noch keine Agroforstsysteme mit Nussbäumen, welche zuverlässige Daten zu Ertrag, Standzeiten und Arbeitsaufwand liefern. Insbesondere in Bezug auf die Integration von Agroforst in die bio-vegane Landwirtschaft wurden bisher nur sehr wenig Erfahrungen gemacht. Die Förderung der Biodiversität kann einen positiven Einfluss auf die Erntemenge haben, gleichzeitig kann der Ausfall durch einen reduzierten Pflanzenschutz ohne Erfahrungswerte nicht abgeschätzt werden. Bei den ökonomischen Berechnungen wurden nur Kosten für die Kultivierung der Bäume beachtet. Betriebliche Kosten, wie für Betriebsinfrastruktur, Marketing und Verpackungsmaterialien, wurden nicht miteinbezogen. Deshalb wurden die angenommenen Verkaufspreise jeweils halbiert. Die Preise für das Walnussholz hängen stark von der Holzqualität, aber auch von der aktuellen Marktsituation ab. Es sind Preise von 120 bis fast 6'000 CHF pro m³ Nussholz möglich. Bei

den Berechnungen für S2V1 wurde mit 1000 CHF pro m³ ein eher tiefer Wert angenommen. Durch das Abwarten mit der Ernte kann auf einen höheren Marktpreis gehofft werden, was die angenommenen 1000 CHF/m³ sehr realistisch machen.

Durch die Baumstreifen wird die Kulturfläche in mehrere, kleinere Segmente unterteilt, dies führt bei vielen Arbeiten zu einem Mehraufwand, was bei den Berechnungen nicht beachtet wurde. Im Allgemeinen wurden die Ertragswerte und Verkaufspreise eher tief angesetzt. Vor allem die Annahmen für die tiefen Erträge sollen die jährlichen Ertragsschwankungen aufgrund der Witterung und anderen Faktoren etwas repräsentieren. Alle geplanten Varianten können am Ende ihrer Nutzungsdauer einen ausreichenden Gewinn erzielen. Die Lohnkosten sind mit 27.00 CHF pro Stunde für den Landwirtschaftssektor eher hoch angelegt.

Insbesondere aufgrund der fehlenden Erfahrung im Umgang mit Nussbäumen sollte sich der Betreib Grundhof langsam an die Realisierung des Agroforstes mit Nussbäumen heranwagen. Ohne verlässliche Erfahrungswerte für den Anbau von veredelten Haselnüssen im Agroforst ist das Risiko für eine Investition in eine so teure Anlage nicht zu verantworten. Alternativ könnten auf Versuchsparzellen Erfahrungswerte gesammelt und der Umgang mit den Gehölzen gelernt werden. Deshalb wird eine gestaffelte Einführung des Agroforstes für den Standort 1 (Haselnuss) empfohlen. Die kürzere Standzeit und der frühe Eintritt des Vollertrags bei den Haselnüssen bieten gute Voraussetzungen dafür. Bei den Walnüssen sind bereits mehr Erfahrungswerte vorhanden von funktionierenden Agroforstsystemen. Ein Teil des Umsatzes ist durch die Direktzahlungen permanent und unabhängig von den Nuss- und Holzerträgen gewährleistet. Es wird empfohlen, die geplante Dimensionierung einzuhalten. Mit dem geplanten System sind Erntemengen zu erwarten, welche gut mittels Direktvermarktung vertrieben werden können. Eine Machbarkeitsstudie für den Anbau von Walnussbäumen in der Region Graubünden zeigte, dass dort ein kostendeckender Anbau für einen Produzentenpreis von 5 CHF/kg realistisch ist (Hug et al., 2010). Die Variante S2V2 hat gegenüber von S2V1 den Vorteil, dass die Biodiversität stärker gefördert wird. Die Anzahl Nussbäume nimmt jedoch auf Kosten von anderen Wertholzbäumen um 15% ab, was zu einer etwas geringeren Nussproduktion und einer Reduktion von den Direktzahlungen führt. Die fehlenden Erträge können eventuell mit dem Wildobst aus der Unterbepflanzung (S2V2) kompensiert werden. Deren Bewirtschaftung, Ernte, Verarbeitung und Vertrieb nimmt jedoch viel Zeit in Anspruch. Die reduzierte Erntemenge, welche durch die Integration von Wertholzbäumen und Wildobst für eine höhere Biodiversität (Ökosystemdienstleistungen) entsteht, könnte durch Unterstützung von Stiftungen oder Baumpatenschaften mitgetragen werden.

Durch eine Veredelung der Walnüsse zum Beispiel zu einem Nussbrot oder einer pflanzlichen Walnuss-Hafermilch, kann der limitierte Markt für ganze Nüsse ausgeglichen werden. Ein grosses Potential liegt auch in der Herstellung von Fleischersatzprodukten. Bei der Weiterverarbeitung der Nüsse sollte jedoch beachtet werden, dass genügend grosse Mengen eines Produktes hergestellt werden können, um die Herstellung möglichst effizient zu gestalten und einen stabilen Absatz aufzubauen. Anhand vom Pflanzendrink, bestehend aus Hafer und Nüssen aus dem Agroforst, wird die angestrebte Transformation von der tierhaltenden, graslandbasierten, hin zu einer bio-veganen Landwirtschaft mit Agroforst ersichtlich. Anstatt von weidenden Kühen stehen nun Bäume auf den Ackerflächen und sorgen für eine tierethische und ökologische Versorgung der Menschen mit gesunden und nahrhaften Lebensmitteln.

5.3 Ausblick

Aufgrund von fehlenden Erfahrungswerten mit der Nussproduktion in Agroforstsystemen in der Schweiz muss die Bewirtschaftung und Pflege der Anlage flexibel und adaptiv gestaltet werden. Wenn die Konkurrenz durch die Bäume grösser wird, kann bei anfälligen Kulturen ein Pufferstreifen erstellt werden und als ökologisch Ausgleichsfläche oder zur Biomasseproduktion für Dünger genutzt werden. Falls die Konkurrenz durch die Walnussbäume so gross werden sollte, dass kein Gemüse- oder Ackerbau darunter mehr möglich wäre, könnte die Fläche immer noch als Wiese zur Kompostherstellung oder für Transfermulch genutzt werden.

Wenn sich der Anbau von Nüssen in Agroforstsystemen etabliert, können regional Betriebszusammenarbeiten entwickelt werden und somit die Kosten für Erntemaschinen oder die weitere Verarbeitung geteilt werden, was auf lange Sicht die Produktions- und Verkaufspreise senken wird.

6 Schlussfolgerungen

Die Arbeit zeigt auf, dass Nussbäume in Agroforstsystemen eine gute Möglichkeit sind, um die bio-vegane Landwirtschaft weiter voranzutreiben. Die vorgestellten Pflanzdesigns S2V1 und S2V2 für den Betrieb Grundhof, mit Walnüssen und Ackerkulturen sind mit vertretbaren Risiken und Investitionskosten umsetzbar. Für die Etablierung von Haselnüssen in Agroforstsystemen müssen mehr Erfahrungswerte generiert werden. Im Moment braucht die Umsetzung eines solchen Systems, wie es in dem vorangegangenen Kapitel beschrieben wurde, noch eine recht hohe Risikobereitschaft und den Willen, die Anbausysteme weiter zu entwickeln. Diesen Mehraufwand und das Risiko können einzelne Landwirtschaftsbetriebe nicht allein tragen. Es braucht Konsument:innen, sowie staatliche und nichtstaatliche Organisationen welche bereit sind, diese Form der Landwirtschaft finanziell zu unterstützen. Des Weiteren liegt die Verantwortung für das Generieren von verlässlichen Grundlagendaten bei den wissenschaftlichen Institutionen, wie beispielsweise dem FiBL oder der Agroscope. Indem sie einige Agroforstprojekte mit Nussbäumen betreuen und dokumentieren, könnten sie wichtige Richtwerte wie Ertragserwartung, Pflegemassnahmen und dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Agroforst generieren. Weitere Forschung muss im Bereich der Eignung von Unterkulturen für die Integration in Agroforstsysteme betrieben werden. In der Sortenzüchtung für Kulturpflanzen, welche in einem Agroforstsystem angebaut werden sollen, braucht es künftig neue Kriterien, wie Schattentoleranz als Selektionsmerkmal, um das Potential von Agroforstsystemen noch besser auszunutzen.

7 Literaturverzeichnis

- Arp, B., Hänsel, M., Karalus, W., Kolbe, H., & Schuster, M. (2010). *Ölfrüchte im Ökologischen Landbau Informationen für die Praxis*. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. <https://orgprints.org/id/e-print/15102/7/Oelfruechte.pdf>
- Baur, P., & Flückiger, S. (2018). *Nahrungsmittel aus ökologischer und tiergerechter Produktion – Potential des Standortes Schweiz* [86,application/pdf]. <https://doi.org/10.21256/ZHAW-1411>
- Bender, B., Chalmin, A., Reeg, T., Konold, W., Mastel, K., & Spiecker, H. (2009). *Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern*. <https://www.agroforst.uni-freiburg.de/download/agroforstsysteme.pdf>
- Berry, P. M., Stockdale, E. A., Sylvester-Bradley, R., Philipps, L., Smith, K. A., Lord, E. I., Watson, C. A., & Fortune, S. (2003). N, P and K budgets for crop rotations on nine organic farms in the UK. *Soil Use and Management*, 19(2), 112–118. <https://doi.org/10.1079/SUM2003176>
- Bio Suisse. (2021). *Preisempfehlungen für den Verkauf ab Hof: 2021/22*. https://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/Markt/Direktvermarktung/DEF_Preisempfehlungen_Direktvermarktung_2021_Hofprodukte_n.pdf
- Breckle, S.-W., & Küppers, M. (2011). (S. 517–527). https://www.gerics.de/imperia/md/content/csc/warnsignalklima/warnsignal_klima_kap4_4.10_breckle-kuipers.pdf
- Bundesamt für Statistik. (2021, November 25). *Die Landwirtschaftsflächen der Schweiz—1985-2018 | Diagramm*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/grafiken.assetdetail.19964705.html>

- Buse, J. (2017). *Leguminosenmüdigkeit—Phytosanitäre Wechselwirkungen in körnerleguminosenbetonten Fruchtfolgen im Hinblick auf die Stickstoffversorgung im viehlosen ökologischen Ackerbau* (Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, S. 45). Humboldt-Universität. <https://www.researchgate.net/project/Studienprojekt-Leguminosenmuedigkeit-Phytosanitaere-Wechselwirkungen-in-koernerleguminosenbetonten-Fruchtfolgen-im-Hinblick-auf-die-Stickstoffversorgung-im-viehlosen-Oekoackerbau>
- Carlen, C., René Flisch, Céline Gilli, & Olivier Huguenin-Elie. (2017). *Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD)*. Agroscope. https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_mimes_bbl/8C/8CDCD4590EE41EE7959C89817E82B69B.pdf
- Cormack, W. F. (2006). Crop Performance in a Stockless Arable Organic Rotation in Eastern England. *Biological Agriculture & Horticulture*, 24(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/01448765.2006.9755005>
- Dalbert, L. (2021). *Hazelburger – A burger gone nuts*. <https://hazelburger.ch/>
- Dierauer, H. (2018). *Biogetreide*. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1011-biogetreide.pdf>. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1011-biogetreide.pdf>
- Dierauer, H., & Böhler, D. (2009). *Biokörnerleguminosen auf einen Blick*. FiBL. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1520-biokoernerleguminosen.pdf>
- Englert, H., & Siebert, S. (2020). *Vegane Ernährung* (aktual u erw A. 2, Hrsg.). Haupt Verlag. <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838552170>
- Fachgruppe Obst Bio Suisse. (2021). *Anbau- und Vermarktungskonzept Bio-Nüsse 2021 / 2022*.

- https://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/Markt/Obst/Vermarktungskonzept_Bio-Baumnuesse_Okt_2021_D.pdf
- Farmy.ch. (2022). *Schweizer Bio Haselnüsse, 100g*. <https://www.farmy.ch/schweizer-bio-haselnuesse-biofarm>
- Frei, J. (2019). *Die Walnuss—Alle in Mitteleuropa kultivierten Arten Botanik, Geschichte, Kultur*. AT Verlag, Aarau und München.
- Frommelt, M. (2021). *Wo Haselnüsse auf Bäumen wachsen—Bio Suisse*. <https://www.bio-suisse.ch/de/biosuisse-erleben/blog/posts/2021/01/wo-haselnuesse-auf-baeumen-wachsen.html>
- Gatti, G. (2020). *Die Haselnuss – aktueller Stand, Anbau und Aussichten*. <https://www.obstbauweinbau.info/obstbauweinbau/pdf/stepone/data/pdf/ab/40/00/5-9.pdf>
- Gazzarin, C. (2020). *Maschinenkosten 2020*. Agroscope. https://www.agrartechnik.ch/fileadmin/user_upload/maschinenkosten/2020_Maschinenkosten_d.pdf
- Glodé, M., & Tagmann, H.-U. (2021). *Agrarbericht 2021—Flächennutzung*. <https://www.agrarbericht.ch/de/produktion/pflanzliche-produktion/flaechennutzung>
- Hall, J., & Tolhurst, I. (2006). *Growing Green: Animal-Free Organic Techniques*. Chelsea Green Publishing.
- Hänni, B. (2021). *Der Hof*. <https://www.pestizidfrei.ch/der-hof>
- Heijden, M. G. A. van der. (2016). ECOLOGY. Underground networking. *VOI. 352, NO. 6283, Science*, 290–291.
- Herrmann, C., & Bolliger, C. (2021). *Der Schweizer Fleischersatz-Report*. Bundesamt für Landwirtschaft BLW. <http://www.marktbeobachtung.admin.ch/>

- Hug, R., Plantahof, L., Heinrich, U., Produktion, F., Bucher, J. S., & Nicca, C. (2010). *Machbarkeitsstudie Ist ein rentabler Walnussanbau in Graubünden mit Verarbeitungszentrum möglich?* 69.
- Jäger, M. (2017). *Agroforstsysteme. Hochstamm-, Wildobstund Laubbäume mit Kulturpflanzen kombinieren*. <https://docplayer.org/26530992-Agroforstsysteme-hochstamm-wildobstund-laubbaeume-mit-kulturpflanzen-kombinieren.html>
- Jäger, M. (2019). *Agroforst Netzwerk Schweiz 2014—2018*. AGRIDEA. https://www.agroforst.ch/wp-content/uploads/Schlussbericht-Agroforst-Netzwerk-Schweiz_2014-2018.pdf
- Jürkenbeck, K., & Spiller, A. (2020). Consumers' Evaluation of Stockfree-Organic Agriculture—A Segmentation Approach. *Sustainability*, 12(10), 4230. <https://doi.org/10.3390/su12104230>
- Kaesler, A., Sereke, F., Dux, D., & Herzog, F. (2010). *Moderne Agroforstsysteme in der Schweiz*. Agroscope. https://www.agroforst.ch/wp-content/uploads/ART_Bericht_725D.pdf
- Kirchmeier, H. (2014). *Prinzipien und Verfahren der Haselnussernte – Ein Überblick über Maschinen und Hersteller* (S. 36). https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/ilt_1_haselnusstag_2014.pdf
- Kleinschmidt, N. (2021). Der Marktanteil der Bioprodukte hat erneut zugelegt. *Bioaktuell*. <https://www.bioaktuell.ch/markt.html>
- Koller, M., & Lichtenhahn, M. (2007). *Biologischer Anbau von Zwiebeln*. FiBL. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1436-zwiebeln.pdf>
- Laber, H., & Lattauschke, G. (2020). *Gemüsebau* (3.). Eugen Ulmer.
- Leitzmann, C. (2018). *Veganismus Grundlagen, Vorteile, Risiken*. C.H. Beck.
- Lichtenhahn, M., & Dierauer, H. (2000). *Merkblatt Buchweizen*. FiBL. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1163-buchweizen.pdf>

- Manufactum.ch. (2022). *Piemonteser Haselnüsse in Schale*. <https://www.manufactum.ch/piemonteser-haselnuesse-schale-a204176/>
- Maurer, J. (2015). *Haselnuss als Dauerkultur*. <https://www.inforama.ch/images/global/beratung/PflanzenbauTierhaltung/Beeren-und-Obst/Erwerbsobstbau/Haselnuss-als-Dauerkultur.pdf>
- Meier, S. (2018, Januar 11). Haselnuss sorgt für Verdruss. *Schweizer Bauer*. <https://www.schweizerbauer.ch/pflanzen/spezialkulturen/haselnuss-sorgt-fuer-verdruss/>
- Müller, A. (2018). *Klimawandel und das Ernährungssystem* (Kurzes Skript zur Doppel-
lektion vom 12.3.2018, S. 31). <https://orgprints.org/34466/>
- Oppikofer, H., Häseli, A., Weibel, F., Schöneberg, A., Gubler, H., & Gubler, A. (2015). *Sorten für den biologischen Obstbau auf Hochstämmen*. FiBL. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1039-hochstamm.pdf>
- Pommer, G. (2016). *Fruchtfolgebedingte Krankheiten von Leguminosen im ökologischen Landbau*. Druckhaus Kastner. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/merkblaetter/p_20063.pdf
- Rahmann, G. (2010). «Feed less Food» als eine Möglichkeit, die zunehmende Weltbevölkerung zu ernähren. https://literatur.thuenen.de/digbib_external/dn047261.pdf
- Ray, D. K., Ramankutty, N., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2012). Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature Communications*, 3(1), 1293. <https://doi.org/10.1038/ncomms2296>
- Reineke, W., & Schlömann, M. (2020). *Umweltmikrobiologie* (3. Auflage). Springer Spektrum. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-59655-5>

- Reutimann, A., Kay, S., Schwizer, T., Herzog, F., & Naef, A. (2020). *Können Mandelbäume eine valable Alternative zu Hochstamm-Feldobstkirschen darstellen?*
<https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/44368>
- Ruess, F. (2016). *Taschenatlas—Resistente und robuste Obstsorten*. Ulmer.
- Schägger, M., Reisenweber, J., & Frank, J. (2022). *LfL-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten—Haselnüsse*. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft.
<https://www.stmelf.bayern.de/idb/haselnuss.html>
- Schatzler, M. (2011). *Tierproduktion und Klimawandel: Ein wissenschaftlicher Diskurs zum Einfluss der Ernährung auf Umwelt und Klima*. LIT Verlag.
- Schmidt, H. (1997). *Viehlose Fruchtfolge im Ökologischen Landbau—Auswirkungen systemeigener und systemfremder Stickstoffquellen auf Prozesse im Boden und die Entwicklung der Feldfrüchte* [PhD, Fachbereich Landwirtschaft, internationale Agrarentwicklung und ökologische Umweltsicherung]. <https://orgprints.org/3716/>
- Schultz, E. (2021). *Schweiz—Vegetarier 2020*. Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/388189/umfrage/umfrage-in-der-schweiz-zu-vegetarischer-ernaehrung/>
- Schweizer Bauer. (2021, November 10). *Fällt es schwer, eigene Tiere zu schlachten?*
<https://www.schweizerbauer.ch/tiere/ubrige-tiere/umfrage-faellt-es-schwer-tiere-zu-schlachten/>
- Speiser, B., Tamm, L., Leschenne, V., Kretzschmar, U., Brändle, I., Maurer, V., Schneider, C., Dittmann, M., & Berger, T. (2021). *Betriebsmittelliste 2022 für den biologischen Landbau in der Schweiz*. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1032-hilfsstoffliste.pdf>
- Stadler-Kräulich, N. (2021). *Dynamischer agroforst: Fruchtbarer boden, gesunde umwelt, reiche ernte*. ProQuest Ebook Central. <https://ebookcentral.proquest.com>

- Stolz, H., Blattert, S., Rebholz, T., & Stolze, M. (2017). *Biobarometer Schweiz: Wovon die Kauf- entscheidung für Biolebensmittel abhängt* (S. 8). https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2017_02_2248.pdf
- Topografische Karte Meisterschwanden. (2021). *Topografische Karte Meisterschwanden, Höhe, Relief*. topographic-map.com. <https://de-ch.topographic-map.com/maps/zbko/Meisterschwanden/>
- Verordnung über die biologische Landwirtschaft und die Kennzeichnung biologisch produzierter Erzeugnisse und Lebensmittel, (1997). <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19970385/index.html>
- Veste, M., Böhm, C., Quinkenstein, A., & Freese, D. (2013). *Biologische Stickstoff-Fixierung der Robinie: Ein wichtiger N-Eintragsweg in Kurzumtriebsplantagen?* (S. 40–42). https://www.researchgate.net/profile/Maik-Veste/publication/235709200_Biologische_Stickstoff-Fixierung_der_Robinie_Ein_wichtiger_N-Eintragsweg_in_Kurzumtriebsplantagen/links/02bfe512d0df16f48f000000/Biologische-Stickstoff-Fixierung-der-Robinie-Ein-wichtiger-N-Eintragsweg-in-Kurzumtriebsplantagen.pdf
- Waldschweiz.ch. (2021). *Richtpreise für Hackschnitzel*. <https://www.waldschweiz.ch/schweizer-wald.html>
- Weidmann, G. (2010). *Biokartoffeln, Qualität mit jedem Anbauschritt*. Bioland Beratung GmbH. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1404-biokartoffel.pdf>
- Weiss, A., Bonner, S., & Hildebrandt, A. (2020). Nachhaltigkeit ist die Jutetasche des 21. Jahrhunderts. In A. Hildebrandt (Hrsg.), *Klimawandel in der Wirtschaft: Warum wir ein Bewusstsein für Dringlichkeit brauchen* (S. 63–69). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-60395-6_6

Wieland, S. (2019). *Haselnussbaum statt Haselnussstrauch?* INFORAMA Beratung.

<https://www.inforama.ch/images/global/beratung/PflanzenbauTierhaltung/Bee-ren-und-Obst/Erwerbsobstbau/Haselnussbaum-statt-Haselnussstrauch.pdf>

Zumwald, J. M. (2017). *What are the Challenges of a Sustainable Agriculture and a Healthy Nutrition without Livestock? - Paving the way for Modelling a Vegan World* [M.Sc.]. Department of Environmental Systems Science ETH Zürich.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Hofgemeinschaft für den neuen Betrieb v.l.n.r Stefan, Sarah, Alexander und Irinja	25
Abbildung 2: links Sarah und rechts Sylvia beim Kartoffeln Pflanzen.....	25
Abbildung 3: Übersicht der Parzellen Grundhof, ohne Pachtland (Quelle: GIS Aargau)	26
Abbildung 4: Spatenprobe Standort 1a.....	29
Abbildung 5: Spatenprobe Standort 1b.....	29
Abbildung 6: Spatenprobe Standort 1c.....	29
Abbildung 7: Spatenprobe Standort 2a.....	29
Abbildung 8: Spatenprobe Standort 2b.....	29
Abbildung 9: Spatenprobe Standort 2c.....	29
Abbildung 10: Edelmanbohrung Standort 1, 26.11.2021	30
Abbildung 11: Edelmanbohrung Standort 2, 26.11.2021	30
Abbildung 12: Ladurner Hackgerät für Bodenbearbeitung in den Baumreihen.....	31
Abbildung 13: Standort 1, Variante 1 – Baumstreifen für Haselbäume, Reihenabstand 26m, Abstand in der Reihe 3-5m	34
Abbildung 14: Standort 1, Variante 2 – Baumstreifen für Haselbäume, Reihenabstand 26m, Abstand in der Reihe 3-5m, Baumstreifen in Blöcken von 3-4 Reihen.....	35
Abbildung 15: Standort 2, Variante 1 – Baumstreifen für Walnussbäume, Reihenabstand 26m, Abstand in der Reihe 10m	36
Tabelle 1: Übersicht zu spät austreibenden Walnussorten für Agroforst (Oppikofer et al., 2015).....	16
Tabelle 2: Haselnussorten für den biologischen Anbau auf Hochstämmen (Oppikofer et al., 2015)	17
Tabelle 3: Übersicht mit den Eigenschaften und Ansprüchen der ausgewählten Nussbäumen (Jäger, 2017), (Maurer, 2015), (Frommelt, 2021), (Reutimann et al., 2020), (Oppikofer et al., 2015), (Gatti, 2020), (Hug et al., 2010)	18
Tabelle 4: Übersicht zu möglichen Gemüseunterkulturen und deren Eignung für den Anbau im Agroforst (Koller & Lichtenhahn, 2007), (Carlen et al., 2017), (Laber & Lattauschke, 2020)	20
Tabelle 5: Übersicht zu möglichen Ackerunterkulturen und deren Eignung für den Anbau im Agroforst (Carlen et al., 2017), (Ray et al., 2012), (Dierauer, 2018), (Arp et al., 2010), (Lichtenhahn & Dierauer, 2000), (Dierauer & Böhler, 2009), (Weidmann, 2010).....	21
Tabelle 6: Mögliche Wildobstarten für die Unterbepflanzung der Baumstreifen (Oppikofer et al., 2015).....	22
Tabelle 7: Richtpreise für Direktvermarktung von Hasel- und Walnüssen aus Schweizer Bio-Produktion (Fachgruppe Obst Bio Suisse, 2021), (Manufactum.ch, 2022), (Farmy.ch, 2022), (Bio Suisse, 2021).....	24
Tabelle 8: Neues Team mit Auflistung von Arbeitserfahrungen und geplanter Verantwortungsbereichen	26
Tabelle 9: Beurteilung aller Parzellen Gemäss den gewählten Kriterien mit Bewertung in grün= geeignet, gelb= eher ungeeignet und rot= ungeeignet (Quelle: gis.ch).....	27
Tabelle 10: Ergebnisse von Spatenproben auf der Parzelle 1523 (Standort 1).....	29
Tabelle 11: Ergebnisse von Spatenproben auf den Parzellen 502-204, 1269 (Standort 2).....	29
Tabelle 12: Auflistung der wichtigsten Maschinen für den Ackerbau auf dem Grundhof	32
Tabelle 13: Aufschlüsselung des Ertragserwartung nach Baumart und Standzeit (Maurer, 2015), (Schägger et al., 2022), (Kaeser et al., 2010), (Gatti, 2020)	33
Tabelle 14: Annahmen aufgrund von Literatur aus Kapitel 4 Resultate	37
Tabelle 15: Berechnung der Kosten und Erträge der beiden Systeme mit Haselnüssen am Standort 1	38
Tabelle 16: Berechnung der Kosten und Erträge für S2V1 mit Walnüssen	38

Anhang

Verzeichnis des Anhangs:

- A Interviews**
- B Anleitung Bodenprobe (Beste, 2008)**
- C Laborins Resultate Bodenproben**
- D Übersicht Mechanisierung auf Grundhof**
- E Ökonomische Berechnungen**

A Interviews

Interview 1: Gubler Christof (GC) – Nussproduzent

Name	Gubler Christof (GC)
Gelernte / Ausübende Berufe	Agronom (ETH) und Präsident Nuss Thurgau AG
Datum	12.11.2021
Zeit	11.30 Uhr
Ort	Per Telefon
Dauer des Interviews	30 Minuten
Interviewer	Stefan Bösch

F1: Was ist dein Werdegang? Welche Ausbildungen hast du absolviert und wie bist du zu deiner heutigen Tätigkeit gekommen?

GC: Ich habe Agronomie an der ETH studiert und die landwirtschaftliche Ausbildung abgeschlossen. Beim Studienende habe ich angefangen mich mit den Nussbäumen zu beschäftigen. Mein Vater hatte eine Nussbaumschule mit verschiedenen Sorten. Ich habe auch Erfahrungen im Ausland gesammelt. Im Jahr 2016 habe ich meine erste eigene Nussbaumplantage gepflanzt, im Jahr 2020 die zweite. Mit meinen 8,5, knapp 9 ha Anbaufläche bin ich hier im Thurgau einer der grössten Produzenten. Wir Produzenten haben uns hier im Thurgau zusammengeschlossen zur Nuss Thurgau AG. Wir beliefern Coop und Migros. Mit sechs weiteren Aktionären und noch einigen nicht angeschlossenen Aktionären bewirtschaften und verarbeiten wir 34 ha Nussbaumplantagen. Auf dieser Fläche wird nach einem modernen und intensiven System produziert.

F2: Was ist unter intensiver Bewirtschaftung zu verstehen?

GC: Wie überall in der Landwirtschaft, um die Anforderungen des Handels zu erfüllen, muss ein gewisser Pflanzenschutz vorhanden sein. Damit die Bäume gut wachsen muss nach Bedarf gedüngt werden. Gewisse intensive Produktionssysteme mit Dichte und vorgegebenen Ertrag sind vorausgesetzt, dass ein solches System rentabel funktionieren kann. Was man auch noch sagen muss, das System ist nicht so intensiv wie beim Obstbau, aber ohne Pflanzenschutz geht es eben doch nicht.

F3: Wie wird sich die Nachfrage nach biologisch, nachhaltig und fair produzierten Lebensmittel in den nächsten fünf Jahren entwickeln?

GC: Das Problem im Nussanbau ist, dass viele Konsument:innen denken: "das ist sowieso Bio". Und dass darum, im Gegensatz zu Obst und Gemüse, die biologische Produktion einen relativ geringen Stellenwert hat. Die Nachfrage nach Nüssen ist tendenziell steigend. Insbesondere auch mit den veganen Strömungen. Die Frage nach dem Preis bleibt. Die Nüsse sind nicht durch einen Grenzschutz geschützt, genauso wie Peperoni, Spargel oder Süsskartoffel. Das heisst wir können nur das Produzieren, wofür die Konsument:innen bereit sind einen höheren Preis für Schweizer Nüsse zu bezahlen. Bei Spargel haben wir einen Anteil von 7% aus der Schweiz, bei Peperoni unter 10%. Mit den hohen Produktionskosten schätze ich, dass bei den Nusskernen höchstens 7% absetzen können, bei den ganzen Nüssen im besten Fall 20% des Bedarfs mit der Inlandproduktion abdecken können. Die Nüsse aus Moldawien kosten 15 CHF/ kg Kernen, dies entspricht den französischen Nüssen, wenn sie gratis geknackt würden. Das Kernen knacken kostet in der Schweiz 10 CHF pro Kilogramm ganze Nüsse. Da muss man sehen, dass der Markt Kerne viel grösser ist als der Markt für ganze Nüsse.

Was ich noch ergänzen möchte, in der Schweiz sind mittlerweile so viele Bäume gepflanzt, dass wir bis 2030 500 Tonnen produzieren werden. Dies deckt gerade so etwa die 20% der ganzen Nüsse und 7% der Kerne ab. Dementsprechend nehmen wir bei uns im Thurgau keine neuen Mitglieder mehr auf. Und der Trend ist auch in den anderen Anbauregionen so, weil die begründete Angst von einer Überproduktion vorhanden ist.

F4: Solange kein Grenzschutz für Nüsse vorhanden ist, wird die Nachfrage nach Schweizer Nüssen mit den bestehenden Plantagen bis 20230 gedeckt?

GC: Ja, im Moment sagen alle Abnehmer, dass sie nie die Menge Nüsse bekommen, welche sie brauchen. Das ist eine Realität. Die meisten Anlagen, von welchen bis im Jahr 2030 werden 500 Tonnen liefern, sind zum Teil im Moment noch nicht mal in Produktion. Das heisst, für eine Beurteilung des Marktes muss man auf das Jahr 2030 schauen und nicht, was im Moment auf dem Markt ist. Als Beispiel, wir im Thurgau haben in diesem Jahr 2 Tonnen in den Handel gebracht und bis 2030 werden das 80 - 100 Tonnen von den gleichen Anlagen sein.

F5: Wie schätzt du das Potential von Agroforstsystemen in Kombination mit Nussbäumen ein? In Bezug auf die Produktion, Verarbeitung und Vermarktung.

GC: Ich denke die Frage stellt sich immer wieder. Vor allem da oft weite Reihendistanzen gewählt werden, auch in den intensiven Systemen von 9 m. In extensiven Systemen 10-12 m. Wir haben viele Produzent:innen, welche eine Unternutzung mit Wiese oder Weizen machen (in den ersten 2-3 Jahren), aber das Problem ist, dass wenn die Bäume älter sind und die Marktqualität erreicht werden muss brauchen die Bäume Pflanzenschutz. Zwei Nussfruchtfliegensspritzungen und eine Anwendung gegen den Apfelwickler, welche auch gut in bio-qualität verwendet werden können. Gegen gewisse Bakterien und Pilze braucht es ebenfalls Spritzungen, dabei stellt sich die Frage wie viele Rückstände gelangen auf die Zwischenkulturen. Nehmen wir beispielsweise Weizen als Zwischenkultur, die Nussfruchtfliegensspritzungen werden im Juli (oder August) durchgeführt, Weizen wird im Juli geerntet. Dann kann es dazu führen, dass von der Pflanzenschutzmassnahme bei den Nussbäumen Rückstände auf den Weizen kommen. Ich sehe beim Mostapfel das grössere Potential für ein Agroforstsystem. Wenn dort ein Schädling auftritt kann man die Äpfel trotzdem noch vermarkten. Bei einem Schädlingsbefall bei den Nüssen sind diese nicht mehr vermarktungsfähig, wenn sie schwarze Flecken aufweisen.

F6: Wie würde es bei einer Direktvermarktung der Nüsse aussehen. Wird dort eine geringere Qualität der Nüsse akzeptiert?

GC: Das ist schwierig abzuschätzen. Es kommt darauf an welche Qualität die Kunden verlangen. Einzelne schwarze Punkte von Bakteriosen etc. könnten schon akzeptiert werden. Dann müssten die Baumabstände jedoch weiter gewählt werden, um den Druck von Bakterien und Pilzen (durch besseres Abtrocknen durch den Wind) zu verringern. Dann kann das schon funktionieren. Für eine Direktvermarktung kann es bereits schwierig werden 500 kg Nüsse zu vermarkten. Ich kenne Produzenten, welche regelmässig auf den Markt gehen und einen Hofladen haben, die ca. 500 kg vermarkten. 500 kg Nüsse entspricht einer Produktionsfläche von 0.5 ha extensiv, oder 0.25 ha intensiver Bewirtschaftung. Wenn man mehr produziert muss man in den Handel absetzen können und dann muss die Qualität stimmen. Kurz gesagt, wenn die Konsument:innen die ökologischen Kriterien höher gewichten, als die optische Qualität der Nüsse, dann kann das durchaus funktionieren.

F7: Wie gross ist das Risiko in einem extensiven (Agroforst-)System für Totalausfälle?

GC: Das kann schon passieren. Insbesondere die Nussfruchtfliege kann bei einem starken Befall zu hohen Ertragsausfällen führen, bis zu 80% Ausfall. Pilze und Bakterien können durch die Gabe von Stickstoff etwas beeinflusst werden. Aber die Schädlinge können nur mit

Pflanzenschutzmittel (PSM) reduziert werden. Es gibt auch biologische PSM, bspw. Kaolin, wobei nach der Anwendung alles weiss ist, auch die potenziellen Zwischenkulturen. Dies führt dann vermutlich dazu, dass die Unterkulturen nicht mehr vermarktungsfähig wären. Ein weiteres PSM, welches in der bio-Produktion zugelassen ist, wäre Spinosat. Wobei auch hier die Rückstandsproblematik besteht. Dies ist das Spannungsfeld zwischen Qualitätsansprüchen und dem Risiko von Ernteverlusten.

F8: Können Mehrwerte von bio-veganer Produktion und Agroforstsysteme einen möglichen Aufpreis der Produkte rechtfertigen und wird von den Konsument:innen verstanden und akzeptiert?

GC: Im Moment ist IP-Suisse an der Ausarbeitung von Richtlinien für den Anbau von Baumüssen. Der Fokus liegt dabei auf der Sicherung von Biodiversität auf den Betrieben, kein Einsatz von Herbiziden und eine Reduktion von Fungiziden, was bereits in die Richtung von Ökologisierung geht. Die grossen Abnehmer wie Coop haben kein Interesse 300 Segmente an Wallnüssen zu haben, denn sie haben ihre Stellplätze in den Regalen, dort sind die französischen Nüsse, Bio und nicht Bio, zwei verschiedene Sorten und dann vielleicht noch Schweizer Nüsse. Des Weiteren gibt es Hochstammnüsse und IP-Suisse. Coop hat im Moment kein Interesse die Schweizer Nüsse noch mehr in einzelne Segmente wie Bio oder nicht Bio einzuteilen, da so wenig Schweizer Nüsse abgesetzt werden. Vielleicht kommt in Zukunft die Segmentierung in Bio, Hochstamm oder IP dazu. Die Schweizer Nüsse haben bereits jetzt einen deutlich höheren Preis als die aus dem Ausland. Ich glaube nicht, dass die Produktion in einem Agroforstsystem einen noch höheren Preis rechtfertigen könnte. In einer sehr kleinen Nische, wie der Direktvermarktung oder Unverpacktläden könnte ein höherer Preis evtl. angenommen werden.

F9: Was sind die grössten Herausforderungen in der Produktion von Nüssen in der Schweiz?

GC: Der Pflanzenschutz ist ein zentrales Thema. In diesem Jahr (2021) hatten wir je nach Erntedurchgang bis zu 60% Ernteausschlag. Wir haben sehr wenige PSM, welche für die Nussproduktion zugelassen sind. Insbesondere in diesem regenreichen Jahr war der Druck durch Bakterien und Pilze besonders stark, was zu einem grossen Ausschuss führte. Je weniger PSM die Produzent:innen verwendeten, desto grösser war der Ausschuss. Eine weitere Herausforderung ist der lange Zeitraum zwischen der Pflanzung der Bäume und dem Vollertrag. Das heisst, dass vor dem 6. oder 7. Jahr sicher kein Gewinn verzeichnet werden kann. Wenn man die Abschreibungen, bspw. für die Verarbeitung noch miteinrechnet nicht vor dem 10. Jahr. Der Vorteil vom Agroforstsystem sehe ich darin, dass wenn die Nussbäume nichts werden, kann immer noch mit den Unterkulturen einen Gewinn erwirtschaftet werden. Aber gerade mit dem Nusslaub frage ich mich schon wie sich dies auf die Unterbepflanzung auswirkt. Nusslaub hat halt auch eine hemmende Wirkung auf das Wachstum von anderen Pflanzen.

F10: Gemäss Mareike Jäger gibt es je nach Sorte Unterschiede wie stark diese Wachstumshemmende Wirkung ist.

GC: Dies kann ich nicht bestätigen. Wir haben vermutlich die grösste Sortenvielfalt von Europa in unserer Baumschule. Es ist einfach so, dass wenn der Baum gross ist wächst darunter nichts mehr, egal welche Sorte dies ist. Aus meiner Erfahrung wächst bei Obstbäumen noch viel mehr darunter, auch bei grossen Bäumen. Ich schliesse dies auf die Metaboliten der Nussbäume zurück.

Ich bin sehr kritisch bei der Systemkombination und wenn, dann nur in sehr kleinem Stil. Weil man dann eben vermutlich die hohen Qualitätsansprüche in der Schweiz nicht erreichen kann. Für die grossflächige Produktion sehe ich dieses System als nicht geeignet.

Vielleicht kann ich noch ergänzen. Es gibt auch Jahre wo die Produktion ohne PSM unproblematisch ist. Wenn man die Nussfruchtfliege noch nicht hat und wenn das Wetter trocken ist wie im Jahr 2018. Aber in einem Jahr wie dieses (2021) können die Ausfälle extrem hoch sein. Wenn Produzent:innen sagen eine Produktion ohne PSM funktioniert gut, dann haben die vermutlich noch keinen Befall durch die Nussfruchtfliege. Des Weiteren kommt es darauf an, ob die Bäume bereits geschlossen sind oder windoffen stehen. Es kommt extrem auf das jeweilige Jahr an.

Interview 2: Schiller Martin (SM) – Terra Verde

Name	Schiller Martin (SM)
Gelernte / Ausübende Berufe	Master in Volkswirtschaft und Bachelor in Umweltingenieurwesen angefangen/ Geschäftsleitung, Einkauf und Personal bei Terra Verde
Datum	24.11.2021
Zeit	10.00 Uhr
Ort	Per Telefon
Dauer des Interviews	30 Minuten
Interviewer	Stefan Bösch

F1: Was ist dein Werdegang? Welche Ausbildungen hast du absolviert und wie bist du zu deiner heutigen Tätigkeit gekommen?

SM: Ich habe einen Master an der Uni für Volkswirtschaft abgeschlossen. Danach habe ich ein paar Jahre gearbeitet. Anschliessend habe ich an der ZHAW den Bachelor für Umweltingenieurwesen mit der Vertiefung Biologische Landwirtschaft und Hortikultur angefangen, die Bachelorarbeit muss ich noch fertig stellen. Bei Terra Verde sind wir 14 Menschen. Wir importieren biologische Lebensmittel direkt aus Italien und verkaufen diese in der ganzen Schweiz. Vor allem in Bioläden, bei Claro oder Bio-Partner und auch für Restaurants, wo wir bspw. ganze Paletten Reis oder Pasta verkaufen.

F2: Wie schätzt du den Trend der Veganen Ernährung ein? Wie wird sich der Anteil der veganen Produkte innerhalb der nächsten fünf Jahren entwickeln?

SM: Der Trend schätze ich als sehr positiv ein. Ich persönlich ernähre mich nicht ausschliesslich vegan, aber hauptsächlich schon. Ich sehe die vegane Ernährung als Zukunftsmodell. Oder ich hoffe zumindest, dass es das Zukunftsmodell sein wird. Wie sinnvoll so stark verarbeitete vegane Lebensmittel sind, welche man aktuell in den Grossverteilern neu findet, ist für mich fragwürdig. Wir als Terra Verde machen da auf jeden Fall nicht mit, das ist nicht unser Weg. Wir haben öfters Anfragen, ob wir veganen Parmesan oder Mozzarella importieren möchten. Wir wollen dies eigentlich nicht, weil diese zu hoch verarbeitet sind und oft aus Cashewkernen bestehen, wo die Produktion auch fraglich ist.

F3: Wie wird sich die Nachfrage nach biologisch, nachhaltig und fair produzierten Lebensmittel in den nächsten fünf Jahren entwickeln?

SM: In den letzten zwei Jahren hat sich der Umsatz von unserem Unternehmen verdoppelt. Es ist noch schwierig zu beurteilen, was auf Corona zurückzuführen ist und was auch in Zukunft noch nachgefragt werden wird. Im Frühling mit den zwei Abstimmungen mit den Trinkwasserinitiativen hatten wir sehr viele Anfragen mit riesigen Mengen von grossen Institution, die umstellen möchten. Dies beurteile ich als sehr positiv. Jetzt wo die Restaurants wieder offen sind, haben wir sehr viele Anfragen nach grossen Mengen bspw. Reis. In dieser Branche

war zuvor noch 0% Nachfrage nach Bio, dort sehe ich ein grosses Potential und auch ein Anfang von Veränderung.

F4: Wie schätzt du das Potential von Agroforstsystemen in Kombination mit Nussbäumen ein? In Bezug auf die Produktion, Verarbeitung und Vermarktung.

SM: Bei dem Label Bio ist die Gefahr da, dass das Label verwässert, wenn Grossbetriebe in die Produktion einsteigen. Im Moment sehe ich das Potential für Agroforst vor allem in der Direktvermarktung oder in Solawi-Projekten. Da dort der Mehraufwand und die Vorteile des Agroforst gut kommuniziert werden können.

F5: Wie hoch sind die Ansprüche der Konsument:innen an die Produkte?

SM: Die Vermarktung ist sehr herausfordernd. Die Konsument:innen sind extrem verwöhnt. In einem Solawi-projekt kann man optische Qualitätsmängel erklären. Aber sobald man gewisse Mengen produziert, wird man auf grössere Vermarktungsoptionen angewiesen sein.

F6: Würde für Terra Verde ein Label "bio-vegan" Sinn machen?

SM: Wir haben bereits ein eigenes Label für bio-vegane Produkte. Dies bezieht sich jedoch einfach auf die Produkte und nicht auf die ganze Produktionskette (inkl. Dünger, etc.). Ich denke viele sich vegan ernährende Menschen sind sich gar nicht bewusst, dass ihre Lebensmittel oft in einem Kreislaufsystem mit der Tierhaltung produziert werden. Da bräuchte es natürlich viel Aufklärungsarbeit und ich sehe nicht, dass das ein einzelner Betrieb wie ein Hof oder ein Vermarktungsunternehmen wie wir machen könnte.

F7: Was möchtest du noch sagen?

SM: Ich denke der Markt entwickelt sich in eine spannende Richtung, wo Nachhaltigkeit einen wichtigen Einfluss hat. Doch die Kunden sind heute sehr anspruchsvoll. Dies war früher noch weniger, als der Markt noch kleiner war. Beispielsweise haben wir einen hellen Essig in unserem Sortiment, welcher natürlicherweise mit der Zeit in der Flasche etwas nachdunkelt. Ich bekomme so viele Reklamationen, weil der Essig nach einiger Zeit nicht mehr genau die gleiche Farbe aufweist. Diese Anfragen nehmen in letzter Zeit extrem zu. Der "Bio-Groove" vor von 25 Jahren gibt es halt nicht mehr, also die Menschen haben nicht mehr dieses Verständnis für die Lebensmittelproduktion wie in den Anfängen von Bio. Heute muss man viel investieren, dass man den Kund:innen erklärt, dass die Produkte naturbelassen sind und welche unschädlichen Auswirkungen das haben kann. Diese Aufklärungsaufgabe halte ich für sehr wichtig, wenn man einen gesellschaftlichen Wandel hervorbringen möchte.

Interview 3: Heiligtag Sarah (HS) – Betriebsleiterin von Lebenshof Hof Narr

Name	Heiligtag Sarah (HS)
Gelernte / Ausübende Berufe	Master in Philosophie, Berufsprüfung Bäuerin FA / Präsidentin Verein Hof Narr, Betriebsleiterin Hof Narr
Datum	12.11.2021
Zeit	15.00 Uhr
Ort	Hof Narr, 8132 Hinteregg b. Egg
Dauer des Interviews	60 Minuten
Interviewer	Stefan Bösch

F1: Was ist dein Werdegang? Welche Ausbildungen hast du absolviert und wie bist du zu deiner heutigen Tätigkeit gekommen?

HS: Ich habe eigentlich Philosophie studiert. In verschiedenen Ländern und habe mich auf den Bereich Tier- und Umweltethik spezialisiert. Ich habe dann anschliessend direkt angefangen für Tierschutzorganisationen zu arbeiten, im Bereich Schlachthaus- und Transportüberwachung. Die Idee war auch, dass ich im Bereich Ethik Vorstösse machen würde, aber es kam nie dazu, da es immer zu viel zu tun gab im anderen Bereich. Ich habe dort unendlich viel Leid gesehen und habe gemerkt, dass wenn ich dies länger machen würde, würde ich daran zerbrechen. Dies war in verschiedenen Ländern und Schlachthäuser. Ich hatte immer mehr die Idee, dass ich mich für etwas anstatt gegen etwas einsetzen möchte. Dann habe ich mich wieder mehr dem Unterricht gewidmet, aus der Idee, dass wenn möglichst viele Menschen davon wissen, werden mehr Menschen einen ethischeren Lebensstil einschlagen. Dort habe ich aber bemerkt, dass nur sprechen und logisches Denken bei den Menschen keine Wirkung hat, da viele Menschen dies einfach erleben müssen. Deshalb hatte ich die Idee, dass ich ein Ort erschaffen möchte, wo man nicht nur denkt, sondern auch erleben kann. Ich war dann an einer Ethikschule in Basel, welcher auch ein Hof integriert hatte. Dort hatte ich zum ersten Mal gesehen, dass diese Form des Lehrens bei den Kindern wirklich funktioniert. Wenn diese Kinder die Tiere sehen, kann man kurz einen Input geben was mit den Tieren passiert und wie es auch anders sein könnte. Die Verbindung durch das Herz mit den Tieren entsteht bei den Kindern sehr schnell. Das was man erlebt ist erlebt real, was man denkt kann in alle Richtungen gehen, aber ist meistens nicht sehr handlungsanleitend. Mein Mann Georg, welcher aus den Umweltnaturwissenschaften kam, hatte das gleiche Erlebnis, dass so viele Probleme bestehen, aber auch dass so viele Lösungen in der Forschung und der Theorie bestehen. Davon wird aber nur sehr wenig praktisch umgesetzt. So haben wir das zumindest erlebt. Wir wollten dann einen eigenen Ort erschaffen, wo wir dies umsetzen konnten und auch überprüfen, ob dies im Kleinen funktionieren kann. Was heisst dies für die Landwirtschaft, in welcher die Tiere ja so zentral sind, wenn man diese Landwirtschaft umgestalten würde. Würde dies überhaupt funktionieren? Gleichzeitig sollte die Ethik miteinbezogen werden, indem durch die Tiere vielen Kindern und Erwachsenen einen Zugang geschaffen werden sollte. Plötzlich lief alles sehr schnell. Ich habe dann parallel zum Unterrichten in der Ethik, eine landwirtschaftliche Ausbildung absolviert, weil ich wusste, dass man so ein Papier braucht, um einen Hof zu übernehmen. Ich fand es aber auch motivierend einen Einblick zu erhalten in den Lehrplan von einer landwirtschaftlichen Ausbildung in der Schweiz. Um da auch mitsprechen zu können. Wenn man kritisiert, muss man ja auch verstehen, um was es geht und was die Denkmuster sind. Während ich diese Ausbildung gemacht habe sind wir in Hinteregg, neben unserem zukünftigen Pachtbetrieb, in ein Haus gezogen. Es hat sich hier die Möglichkeit geöffnet, einen Hof zu pachten und wir haben gesagt wir versuchen es einfach mal. Ich hätte nie gedacht, dass wir so einen Hof mit den Gegebenheiten übernehmen würden. Das ist wie in der Permakultur, "The problem is the solution". Ich dachte: "Was ist das für ein Hof?" Aber die Lösung für die Bildungsarbeit ist perfekt, dass wir so nah an der Stadt sind und gut mit dem öffentlichen Verkehr gut erreichbar sind. Deshalb haben wir auch gesagt, dass wir jetzt nicht voll in die Produktion gehen. Einerseits weil wir dazu nicht so das Wissen hatte, aber auch weil wir hier das Potential für die Bildungsarbeit gesehen haben. Wir schauen dann ob andere mit uns zusammen diesen Hof bebauen. In dem Sinn war von Anfang an klar, dass es cool wäre, wenn jemand anders hier bspw. Gemüse anbaut. Aber es war klar, dass dies jemand anders machen musste. Denn wir waren ausgelastet mit Bildungsarbeit, eigenen Kindern und der Anstellung von Georg. Wir wollten aber ein ganzheitliches Konzept, in welchem produziert aber auch geforscht wird. So entstand das Konstrukt, in welchem viele Änderungen vorhanden waren. Es hat sich immer entwickelt. Dadurch dass es so ein kleiner Hof ist die Möglichkeit vorhanden auszuprobieren. Es ist ja sowieso nicht ein Hof auf welchem man grosse Mengen produzieren kann. Aber man kann ausprobieren, im eimem Jahr hatten wir Getreide, im einem anderen

mehr Gemüse und so soll es auch sein. Auf eine Art ist es eine Werkstatt und nicht nur ein Hof im herkömmlichen Sinne. Aktuell bin ich neben den Tätigkeiten der Tierpflege und dem Schulklassenunterricht sehr viel im Büro. Weil wir so viele verschiedene Sachen machen, habe wir so viele unterschiedliche Büroarbeiten. Im Moment ist die Bauernberatung einer meiner Hauptarbeiten. Das sind aktuell in der Schweiz 71 Höfe, die ich als umgestellt oder transformiert (Wortneuschöpfung aus Transformation und Farm, beschreibt Wandel von tierhaltenden zu veganen landwirtschaftsbetrieben) bezeichnen würde, mit welchen wir wirklich längerfristig zusammengearbeitet hatten. Deshalb bin ich auch so oft am Telefon. Einige dieser Bäuer:innen brauchen sehr viel Zuwendung, damit sie jemanden haben, der sie versteht. Grundsätzlich ist so eine Beratung zeitlich befristet. Wir versuchen die Landwirt:innen mit den richtigen Menschen zu vernetzen und geben allgemein Inputs und helfen bspw. bei der ökonomischen Planung, bei Entscheidungen bezüglich den Tieren und vieles mehr.

F2: Wie schätzt du den Trend der Veganen Ernährung ein? Wie wird sich der Anteil der veganen Produkte innerhalb der nächsten fünf Jahren entwickeln?

HS: Ich schwanke immer etwas mit meinen Prognosen. Zuerst würde ich es nicht als Trend bezeichnen, sondern als extreme Notwendigkeit. Weil es aus ökologischen Gründen und natürlich auch aus ethischen Gründen eine zwangsläufige Entwicklung sein muss. Ob dies bedeutet, dass sich 80% vegan ernähren werden und der Rest noch selten Fleisch essen wird, oder ob 90% vegan leben werden und der Rest noch oft tierische Produkte konsumieren wird. Die Entwicklung geht aus so vielen Gründen in diese Richtung, dass ich sagen würde, dass in den nächsten zehn Jahren noch viele Aspekte hinzukommen, welche wir uns heute noch gar nicht vorstellen können. Beispielsweise wird heute noch extrem wenig mit Nüssen gearbeitet, obwohl viele Produkte aus Nüssen bestehen. Ich sehe dort noch ein grosses Potential. Es braucht Produzenten, Verarbeiter und Vermarktungsunternehmen, um dieses grosse Potential zu nutzen. Wenn die Dringlichkeit unserer Problematiken wahrgenommen werden, sehe ich ein grosses Potential und Wege, wie wir auch mit einer veganen Ernährung diese Probleme angehen können. Wenn wir aber so träge damit umgehen, wie mit anderen Themen, dann weiss ich uns auch nicht mehr zu helfen. Ich denke jeweils, alles ist vorhanden, das Potential ist vorhanden, man muss es nur machen. Das ist oftmals haarsträubend. Ich glaube nicht, dass das es ein Trend ist, ein Trend kann ja wieder zurückgehen. Es gibt heute so viele Möglichkeiten sich vegan zu ernähren, es kommt immer mehr und mehr. Und es ist auch immer mehr akzeptiert. Früher wurde ich nur schockiert angeschaut, wenn ich sagte, ich lebe vegan. Heute sagen sie nur so: "Ahh du bist auch eine Veganerin". Die gesundheitlichen Vorteile einer veganen Ernährung werden auch vielen Menschen immer mehr bewusst.

F3: Wie wird sich die Nachfrage nach biologisch, nachhaltig und fair produzierten Lebensmittel in den nächsten fünf Jahren entwickeln?

HS: Das finde ich eine sehr schwierige Frage zu beurteilen. Ich bin schon mit biologisch produzierten Lebensmitteln aufgewachsen. Ich weiss gar nicht, wieso man nicht biologisch produzierte Lebensmittel konsumieren möchte. Ich habe irgendwann durch Statistiken festgestellt, wie klein der Anteil an konsumierten bio-Lebensmittel noch immer ist. Ich denke das kommt vor allem auf Bio Suisse an, wie sie das weiterhin verfolgen. Wenn sie weiterhin die Aussage machen, dass sicher nicht alle Betriebe auf Bio umstellen sollen, da sonst die Preise fallen würden, dann ist das für mich ein Skandal. Dann müsste man ein neues Label entwickeln. Dort ist vieles mit Anreizen möglich. Oft ist Anreiz wirkungsvoller als Überzeugung. Durch bessere Direktzahlungen, bessere Marktpreise, etc. entschieden sich die Landwirt:innen auf Bio-Produktion umzusteigen. In deren Kühlschränken hat es dann aber konventionell produzierte Lebensmittel. Dies finde ich krass! Hier sind solche Organisationen wie Bio Suisse gefragt, um aufzuklären. Um das Bewusstsein zu schaffen, wieso Ernährung wertvoll ist, wieso es wichtig ist biologisch produzierte Lebensmittel nachzufragen und zu konsumieren. Obwohl

da auch das ganze System gefragt ist. Meiner Meinung nach bräuchte es das einen ganzen Systemwandel. Beispielsweise im Spital bekommt man das hinterletzte Essen, dort sollte man doch das allerbeste bekommen, um wieder gesund zu werden. Von dem her kann ich mir vorstellen, dass diese Bewegungen von vegan, lokal, Bio und fair trade miteinander einhergehen. Aber ich bin gespannt und frage mich was es eigentlich noch braucht für ein Land, das alles hat, bis diese Entwicklungen stattfinden können. Politisch könnte man vieles ändern, aber das passiert ja nicht. Vielleicht braucht es halt doch eine Ökodiktatur (und lacht laut). Ich denke die Corona Pandemie hat sicher auch dazu geführt, dass sich Menschen gesünder ernähren, ob dies dann anhält weiss ich aber nicht. Ich kann mir vorstellen, dass sich die vegane Ernährung vor der biologischen Produktion flächendeckend durchsetzt.

F4: Wie schätzt du das Potential von Agroforstsystemen in Kombination mit Nussbäumen ein? In Bezug auf die Produktion, Verarbeitung und Vermarktung.

HS: Idealerweise gäbe es irgendwelche Förderbeiträge für solche nachhaltige Produktionssysteme. Dies müsste nicht unbedingt aus den Direktzahlungen kommen, aber solange es diese gibt könnte dies ein Tool sein. Dass nicht nur die Konsument:innen alle diese Mehrkosten tragen müssen. Es bräuchte Förderbeiträge, dass beispielsweise die Initialkosten, in welchen die Bäume noch nicht Ertrag abwerfen, übernommen werden würden. Danach müsste es dann selbsttragend sein. Da sehe ich in der Politik noch ein Potential, dass man solche Förderungen durchbringen und somit den Agroforst weiterbringen könnte. Und ansonsten bräuchte es Stiftungen für Nachhaltigkeit, welche gezielt solche Projekte fördern möchten. Auch das FiBL könnte einen positiven Impact haben, indem sie Forschung betreiben und einige Betriebe im Aufbau von Agroforstsystemen begleiten und somit eine Wissensgrundlage erarbeiten. Das Hauptziel sollte sein, dass das Risiko und die finanzielle Belastung nicht alleine bei der Landwirt:in liegt. Man kann sicherlich mit der Nachhaltigkeit und Ethik werben, aber auch andere Stellen sollen einen Beitrag leisten und die gesellschaftliche Verantwortung übernehmen.

F5: Welche Produkte könnten mit einem Agroforstsystem produziert werden?

HS: In effizienten Permakultur-Systemen, bspw. dem Market Garden, kann viel Nahrungsmittel auf kleiner Fläche produziert werden. In Frankreich gibt es gute Beispiele, wo auf kleinen Flächen sehr divers viel Nahrungsmittel produziert wird. Wobei die Diversität sehr wichtig ist mit dem sich verändernden Klima und den Wetterextremen. Im Allgemeinen sehe ich ein grosses Potential in der Nutzung von Synergien und Symbiosen zwischen Pflanzen oder Organismen allgemein. Klar kann jetzt nicht jede Landwirt:in nur noch Permakultur machen, aber der Anteil kann sicher enorm erhöht werden. Gerade in der Schweiz sehe ich da ein grosses Potential dafür. Ich finde, dass die Permakultur nun auch durch Direktzahlungen explizit gefördert wird, ist ein Zeichen für eine positive Entwicklung.

F6: Was sind Beweggründe für Landwirt:innen auf bio-vegane Landwirtschaft umzustellen und wo liegen die Herausforderungen für bei einer Umstellung?

HS: Pauschal gesagt sind die meisten Höfe durch die Ethik motiviert für einen Wandel. In den meisten Fällen ist es ein lebenslanges Leiden mit dem ganzen Thema der Schlachtung oder der Trennung vom Kalb von der Kuh. Oder es ist ein Moment, in welchem sie sich fragen, was sie hier überhaupt machen, in Kombination mit dem neuen Wissen durch andere bio-vegane Höfe, dass man es auch anders machen kann und trotzdem noch ein Betrieb/ Hof sein kann. Bei uns kommen allermeisten Landwirt:innen, welche sich mit den Tieren verbunden fühlen und nicht mehr mit diesem System weitermachen möchten. Durch das, dass wir als Hof Narr im Bereich Tierethik aktiv sind, ziehen wir vermutlich auch Personen an, welche sich mit der Ethik beschäftigen. Es gibt sicherlich auch noch viele andere Beweggründe, wo sie sich mit anderen Menschen in Verbindung setzen. Aus meiner Sicht gibt es für jeden Betrieb eine

Lösung für die Umstellung, egal ob Flachland oder Berggebiet. Im Moment berate ich zwei grosse Betriebe mit Schweinehaltung. Der eine Betrieb möchte jedes einzelne seiner 1000 Tiere retten. Dies ist schlicht nicht möglich. Wenn man in so einem kaputten System ist, muss man akzeptieren, dass für eine Veränderung weiterhin Schaden entsteht, welcher aber auf lange Sicht abnehmen wird. Die grösste Herausforderung ist das soziale Outing. Viele fragen sich, kann ich dies jetzt jemandem erzählen? Wenn sie in irgendwelchen Kommissionen oder Verbänden sind und dann aber keine Tiere mehr schlachten möchten, entstehen Konflikte. Es findet dann oft auch ein Wandel im Leben dieser Landwirt:innen statt. Deshalb habe ich auch so viele Anrufe. Die Menschen brauchen jemanden den sie versteht. Die sozialen Strukturen stellen eine sehr grosse Herausforderung dar. Oft entstehen auch Konflikte zwischen Vater und Sohn oder Tochter und Mutter. Für die betrieblichen Probleme gibt es immer Lösungen, ausser, dass natürlich nicht alle Tiere gerettet werden können, aber dass das Land für die pflanzliche Nahrungsmittelproduktion verwendet werden kann. Dass ein Einkommen generiert werden kann. Dass die Landwirt:innen herausfinden, was ihnen Freude bereiten würde. Die eine Frau würde sehr gerne eine Spielgruppe auf dem Hof integrieren. Natürlich ist dies ein langer Prozess, das muss man aufbauen und die richtigen Menschen dazu finden.

F7: Welche Produkte und Dienstleistungen werden nach der Umstellung auf den Höfen produziert oder angeboten? Wie sieht es um die finanzielle Machbarkeit aus?

HS: Knapp die Hälfte der Betriebe, welche ich beraten habe, haben ihre Tiere behalten und machen dann mit diesen Tieren zusammen Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit. Einige machen dies im sehr grossen Stil mit Fernsehauftritten und Sozial Media und viele machen dies einfach im Dorf oder der Region. Mein Ziel während der Beratung ist, dass die Höfe weiterhin Nahrungsmittel produzieren und dies machen auch die allermeisten von denen, welche ich beraten habe. Auch wenn der Anteil des Aufwands für die pflanzliche Nahrungsmittelproduktion nur ein kleiner Teil ist, finde ich es wichtig, dass sie weiterhin diese Aufgabe wahrnehmen. Das Konzept muss aus meiner Sicht ganzheitlich sein. Der Wandel passiert für mich erst wirklich, wenn trotzdem noch Lebensmittel produziert werden, aber kein Tier mehr dafür getötet werden muss. Ich schlage dann jeweils vor, sie sollen doch etwas Hafer oder Gelberbse anbauen. Ich bin dann gleichzeitig auch mit Abnehmer im Gespräch und versuche dort denn Absatz zu fördern. Vor kurzem hatte ich zu einem Produzenten Kontakt, welcher mehrere Hektaren Gelberbsen anbauen würde. Die Idee war, dass Planted das kaufen könnte, die haben jedoch viel günstigere Erbsen aus dem Ausland und hatten noch kein Interesse. Das System ist sehr träge. Manchmal gibt es Produzent:innen, welche etwas Neues anbauen möchten, haben dann aber keine Abnehmer dafür. Dies sehe ich als Herausforderung, dass es zwar Produzent:innen gibt, die solche Rohstoffe produzieren möchten, aber es dann keine Abnehmer dafür gibt. Gewisse Schweizer Unternehmen sind einfach zu bequem, um ihre Rohstoffe für ihre Produkte aus der Schweiz zu beziehen, doch das wird sich hoffentlich in Zukunft verändern. Dies wäre auch für deren Marketing positiv. Einige der Betriebe bauen auch Gemüse an, was aber deutlich anspruchsvoller und zeitintensiver ist als die Ackerkulturen wie Erbsen, Kartoffeln, Mais oder Getreide. Was noch fehlt sind Nüsse! Das Problem bei den Nüssen sehe ich dort, dass man nicht einfach eine Pflanze platziert und am Ende des Jahres hat man Nüsse. Es fehlt Erfahrung und es bräuchte wie einen Leitfaden, an welchem man sich orientieren könnte. Sonnenblumenkernen hätte aus meiner Sicht auch noch ein grosses Potential für vegane Ersatzprodukte. Kernen sind aktuell noch zu einem Grossteil aus dem Ausland importiert. Im Allgemeinen sehe ich das Problem in Bezug auf die Nussproduktion in der Kurzlebigkeit unserer Gesellschaft. Man hat eine Idee und will dieses umsetzen, wenn es nicht direkt funktioniert gibt man auf.

F8: Sind die Betriebe, welche du für eine Umstellung beraten hast, finanziell selbsttragend und funktionieren?

HS: Ja, die meisten Betriebe sind auch kein grosses Risiko eingegangen, sondern haben verschiedene Standbeine aufgebaut.

Interview 4: Hunziker Freddy (HF) – Co-Founder und CEO von New Roots

Name	Hunziker Freddy (HF)
Gelernte / Ausübende Berufe	Polymechniker, Co-Founder und CEO von New Roots
Datum	06.12.2021
Zeit	15.00 Uhr
Ort	Per Telefon
Dauer des Interviews	20 Minuten
Interviewer	Stefan Bösch

F1: Kannst du dich kurz vorstellen (Ausbildung, Werdegänge, etc.) und wie New Roots entstanden ist?

HF: Ich habe eine Ausbildung als Polymechniker gemacht. Dies war recht praktisch, da ich nur Sport im Kopf hatte. Ich hatte professionell Sport betrieben, ich fuhr Downhill Fahrrad und reiste viel in der Welt herum. Ich hatte dann mal einen grösseren Unfall, was eine sehr intensive Geschichte war. Mir wurde da der Oberschenkel verlängert. Ich habe dann angefangen mich mit der Ernährung auseinanderzusetzen und habe gelesen, dass man sich mit einer veganen Ernährung viel schneller regenerieren kann und einen höheren Stoffwechsel hat. Dann kam ich anschliessend schnell auf das Thema Käse und Milch. Damals hatte es für mich zu wenig vegane Alternativen, was mich dazu brachte eine Firma zu gründen, um diesem Problem entgegenwirken zu können. Ich habe mich dann in dieser Zeit auch mit der ganzen Tierlandwirtschaft und mit den ethischen und umwelttechnischen Problemen befasst. Ich sah dann, dass es so nicht weitergehen kann. Es kann doch nicht sein, dass wir so ein schönes Handwerk wie das Käsen haben, bei dem viel Zeit und Energie investiert wird, das dann aber so viele negative Auswirkungen mit sich zieht. Dieser Rohstoff Milch hat so viele negative Impacts in Bezug auf Ökobilanz, aber auch in der Ethik. So haben wir uns dazu entschieden New Roots zu gründen, mit der Idee eine gesunde, nachhaltig vertretbare Alternative zu Kuhmilchkäse auf den Markt zu bringen. Diese sollte traditionell hergestellt werden, wie Kuhmilchkäse, durch Fermentation, durch höhere Fett- und Proteingehalte, jedoch ohne die Milch von Tieren.

F2: Wie schätzt du den Trend der Veganen Ernährung ein? Wie wird sich der Anteil der veganen Produkte innerhalb der nächsten Jahre entwickeln?

HF: Ich denke es wird sich so entwickeln, dass wir in 50 Jahren nicht mehr wirklich darüber sprechen werden, ob ein Stück Fleisch von einem Tier oder von einer Pflanze stammt. Der Mensch wird sich ganz klar rationell für eine pflanzenbasierte Version entscheiden. Es wird günstiger, es wird nachhaltiger, es wird ethisch vertretbarer sein. Deshalb werden wir ganz natürlich wegkommen von dem. Vor 100 Jahren hatten wir Reitkutschen und da dachte auch niemand wir werden auf ein Auto umsteigen, welches man von Hand ankurbeln muss und nicht zuverlässig ist. Mit der Ernährung wird es gleich sein. Wir müssen diesen Weg machen. Ansonsten sind wir auch nicht überlebensfähig in Anbetracht des Bevölkerungswachstum

worauf wir hinsteuern. Und ich denke auch, dass politisch und durch Unternehmen grosse Fortschritte erzielt werden, dass in 10 – 20 Jahren kein Unterschied mehr festzustellen ist zwischen einem Käse aus Kuhmilch oder Pflanzen. Es wird bestimmt alles über den Geschmack und die Facts hinter den Produkten gehen.

F3: Welchen Stellenwert werden Label, wie Bio, fair und nachhaltig produziert haben?

HF: Bio wird bestimmt längerfristig einen höheren Stellenwert haben. Nachhaltig ist aus meiner Sicht immer etwas schwierig, weil damit oft brainwashing betrieben wird. Dies ist bei Bio etwas anders, da die Bio-Richtlinien streng sind und durch Analysen kann man überprüfen, ob die Richtlinien auch eingehalten wurden. Der ganze Fair-Trade-Bereich kann einfach umgangen werden und schlecht kommuniziert und somit missbraucht werden. Dies ist halt eine Vertrauensfrage.

F3: Wie schätzt du das Potential von Agroforstsystemen in Kombination mit Nussbäumen in Bezug auf die Produktion, Verarbeitung und Vermarktung ein?

HF: Es ist wirklich traurig. Die meistens Konsument:innen leben nicht in der Realität, dies hat man auch bei den vergangenen Agrarinitiativen gesehen. Die kaufen Bananen oder einen Salat und sehen nicht, was dahintersteckt. Die Verfahren, welche in der konventionellen Landwirtschaft angewendet werden sind heftig, die Überdüngung und Übersäuerung des Bodens, die hohen Nitratwerte, usw. Den Konsument:innen ist nur wichtig, dass das Produkt schmeckt. Wobei die konventionell und industriell angebauten Gemüse im Vergleich zu einem zu Hause angebauten Gemüse ja auch nicht schmecken. Zum Teil kennen die Menschen auch nicht mehr die Definition eines frischen Lebensmittels. Dies ist schon krass. Wir kamen extrem weg von der Lebensweise unserer Vorfahren. Vieles geht heute nur noch über den Preis. Dort sehe ich Konfliktpotential. Lebensmittel sind so wichtig für den Menschen, doch gleichzeitig haben wir den Bezug dazu verloren. Im Moment wird dieser Bezug durch Pioniere auch wieder etwas ins Leben gerufen. Sie versuchen, durch eine transparente Produktionskette, Bewusstsein zu schaffen. Ich sehe dies als grosse Herausforderung. Man muss den Konsument:innen erklären, wieso sie für dieses Produkt ca. 20-30% mehr bezahlen müssen, um sich und den Planeten nicht zu schaden. Im Vergleich kaufen viele gerne einen teureren Treibstoff für ihr Auto, weil sie da wissen, dass die Maschine Schäden nimmt, wenn sie dies nicht tun.

F4: Ihr als Unternehmen setzt diese Preispolitik erfolgreich um, oder?

HF: Genau, wir sagen bspw. nicht, dass dieses Jogurt 2 CHF kosten muss und passen dann alle shortcuts an, machen schlechtere Arbeitsbedingungen, schlechtere Wertschöpfungskette, etc. Im Gegenteil, wir versuchen eine möglichst transparente und gute Wertschöpfungskette zu gestalten und daraus ergibt sich dann der Preis für das Produkt. Dies funktioniert bei uns, aber man muss auch sehen, dass wir damit keine breite Masse ansprechen. Wir versuchen im Moment durch eine effizientere Gestaltung unserer Arbeitsvorgänge den Preis etwas zu senken. Durch eine Pflanzliche Landwirtschaft werden wir in Zukunft viel flächeneffizienter sein. Als Beispiel macht es ja keinen Sinn Lupinen anzubauen, um diesen dann Kühen zu verfüttern, damit diese Milch produzieren, wenn wir direkt die Proteine aus den Lupinen gewinnen können. Deshalb bin ich auch überzeugt, dass pflanzliche Produkte ohne Subventionen günstiger werden.

F5: Wie viele Schweizer Rohstoffe verwendet ihr? Wo siehst du Potential? Was braucht es, um den Absatz von Schweizer Nüssen (Hasel/ Walnuss) zu fördern?

HF: Im Moment arbeiten wir bei uns in der Forschung und Entwicklung nur an Produkten mit Rohstoffen aus der Schweizer Landwirtschaft. Da arbeiten momentan 4-5 Leute. Wir forschen an den Grundlagen dieser Rohstoffe. Wir versuchen wirklich die Kuhmilchproteine 1:1 nachzubauen. Dies können Raps, Hafer, Hanf, Lupinen oder verschiedene Bohnen sein. Dies ist

auch äusserts wichtig für die Firma New Roots, damit wir die Wertschöpfungskette hier in die Schweiz holen und schliessen können, zusammen mit den Schweizer Bauern. Und auch damit wir nicht ausländische Rohstoffe konkurrenzieren. Nüsse aus der Schweiz sind einerseits sehr teuer und haben andererseits viele Faserstoffe, welche für unser Kuhmilchprodukte nicht geeignet sind. Wir müssten diese entfernen und dann wird das ganze viel zu teuer. Die Effizienz bei Ackerkulturen ist halt auch deutlich besser als bei Nüssen an Bäumen.

F6: Welches sind die grössten Herausforderungen bei der Entwicklung von veganen Käsealternativen ohne Cashews?

HF: Die grosse Herausforderung ist diese, dass Kuhmilch sehr viel Potential hat für verschiedene Produkte. Das Protein aus Kuhmilch kann man beliebig umgestalten und in Produkte, wie Jogurt, Mozzarella, etc. verarbeiten. Diese haben verschiedene Eigenschaften von hart, zu weich, elastisch oder schmelzend. Es ist sehr schwierig ein pflanzliches Protein zu finden, welches die gleichen Eigenschaften aufweist wie das Kuhmilchprotein. Pflanzliche Rohstoffe aus der Schweiz haben noch viele andere Bestandteile, wie Kohlenhydrate oder Faserstoffe. Wir müssen dann versuchen diese umzumodifizieren durch Fermentationstechnik oder andere Prozesse, damit wir dann an das gewünschte Protein kommen. Dies ist sehr herausfordernd.

F7: Was braucht ihr als Firma, damit ihr euch weiterentwickeln könnt?

HF: Einerseits braucht es Funding. Es braucht Ressourcen, damit wir unsere Forschung vorantreiben können. Es braucht eine Interessensgemeinschaft von verschiedenen Landwirt:innen, welche sich auch die Produktion von neuen Kulturen einlassen möchte, denn deren Anbau ist nicht immer nur einfach. Und dann braucht es jemand wie New Roots, welche Interesse hat diese Bereiche zu verknüpfen, Anbauverträge zu machen so dass die Zusammenarbeit auch wirklich zustandekommen kann. Ich denke da sind wir auf einem sehr guten Weg, denn wir haben bereits Zusammenarbeiten mit verschiedenen Landwirt:innen.

F8: Wie wichtig ist das Label bio-vegan, auch in Bezug auf Produktion ohne tierische Dünger, etc., für euch?

HF: Unser Ziel ist es grundsätzlich, dass wir ausschliesslich pflanzliche Rohstoffe auf Bio-Qualität verwenden. Für mich ist es logisch, dass wenn man eine vegane Vision hat, den Boden schützen und die Welt retten will, dann muss das auch biologisch produziert werden. Es gibt natürlich auch Probleme. Das Kuhmilchfett ist gehärtet, wenn wir als Ersatz dafür pflanzliches Fett aus der Schweiz verwenden möchten, gibt es aktuell keinen natürlichen Ersatz dafür. Es gibt die Möglichkeit die Fette umzumodifizieren, dies wird jedoch durch die Bio-Richtlinien nicht zugelassen. Wir wollen unsere Innovativität nicht durch eine Bio-Verordnung einschränken. Deshalb werden wir dies in Zukunft trotzdem künstlich härten und transparent kommunizieren, dann halt nicht als Bio-Produkt verkaufen, aber weiterhin mit Rohstoffen aus biologischer Produktion arbeiten. Im Moment setzen wir keinen Fokus auf eine biovegane Produktionsweise unserer Rohstoffe, da wir dafür keine Kapazitäten haben. Doch längerfristig muss dies sicher angestrebt werden. Wir wissen jedoch, dass es möglich ist, vegane Landwirtschaft ohne tierische Dünger zu betreiben.

B Anleitung Bodenprobe (Beste, 2008)

BONITURBÖGEN

GEFÜGEBEURTEILUNG

Gefügebögen für lehmige Böden

Horizont	Erscheinungsbild	Gefügenote
	Oberfläche rau, Einzelaggregate erkennbar, nicht plattig, Wurm Kot, keine Verschlammung, keine Krusten	5
	- Übergangsbereich -	4
Oberfläche 0-1 cm	Aggregate verschlämmt, plattig, kaum Wurm Kot, beginnende Krustenbildung (Risse)	3
	- Übergangsbereich -	2
	Plattige Aggregate, Krusten, Risse, Verschlammung, Versiegelung	1
	Über 80% Krümelgefüge, bei hohem Tongehalt auch <u>kleine</u> Polyeder, locker, wenig Bröckel	5
	- Übergangsbereich -	4
Oberkrume 0-15 cm	Mischgefüge aus oder nach leichtem Druck Zerfall in Krümel (kl. Polyeder) und Bröckel	3
	- Übergangsbereich -	2
	Bröckel und scharfkantige Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche oder ungegliedertes Gefüge, kaum Krümel	1
	Mischgefüge aus oder nach leichtem Druck Zerfall in Krümel (kl. Polyeder) und Bröckel	5
	- Übergangsbereich -	4
Unterkrume 15-30 cm	Bröckel und dichte, größere Fragmente/Klumpen mit teilw. glatten Oberflächen, unter leichtem Druck noch Zerfall	3
	- Übergangsbereich -	2
	Über 80% scharfkantige Fragmente/Klumpen, größere deutl. glatte Oberflächen, Kohärentgefüge	1
	Gut durchportetes Gefüge (auch Kohärent- bzw. ungestörtes Lößgefüge) mit rauhen Oberflächen, mittelgr. Fragmente, Zerfall in Subpolyeder	5
	- Übergangsbereich -	4
Unterboden 30-40 cm	Wenig durchportetes Gefüge, Fragmente mit größeren, deutl. glatten Flächen oder scharfkantige große Klumpen, erst bei starkem Druck Zerfall	3
	- Übergangsbereich -	2
	Große, dichte Klumpen, Plattengefüge oder kaum durchportetes Kohärentgefüge	1

©BESTE

Einordnung der Gefügenoten

< 3	= Bodenfunktionen gestört, Handlungsbedarf
≥ 3 < 4	= kein akuter Handlungsbedarf, befriedigend
≥ 4	= Bodenfunktionen gesichert, gut

WURZELBONITUR

Horizont	Erscheinungsbild	Wurzel -note
	Sehr viele Wurzeln und Feinwurzeln, stark verzweigt, sehr gleichmäßig verteilt und mit kleinen Bodenaggregaten verklebt (große Kontaktfläche der Wurzeln mit dem Boden)	5
	- Übergangsbereich -	4
Oberkrume 0-15 cm	Mäßig viele Wurzeln und Feinwurzeln, gering verzweigt, teilw. ungleichmäßig in „Büscheln“, in Grobporen durch größere Fragmente und Bröckel wachsend	3
	- Übergangsbereich -	2
	Sehr ungleichmäßige Durchwurzelung („Büschel“ und teilw. horizontaler Wurzelfilz), vor allem in Grobporen durch (oder an der Oberfläche von) größere, kantige Fragmente und Bröckel wachsend	1
	Viele Wurzeln und Feinwurzeln, stark verzweigt, sehr gleichmäßig verteilt und mit kleinen und größeren Bodenaggregaten verklebt (große Kontaktfläche der Wurzeln mit dem Boden)	5
	- Übergangsbereich -	4
Unterkrume 15-30 cm	Mäßig viele Wurzeln und wenig Feinwurzeln, gering verzweigt, teilw. mehrere Wurzeln parallel in Grobporen durch größere, kantige Fragmente und Bröckel oder an deren Oberfläche wachsend	3
	- Übergangsbereich -	2
	Sehr ungleichmäßige Durchwurzelung („Büschel“), mehrere Wurzeln parallel in Grobporen durch größere, kantige Fragmente und Bröckel oder an deren Oberfläche wachsend, zum Teil horizontal abgeknickte und platt gequetschte Wurzeln	1
	Wurzeln stark verzweigt, einige Feinwurzeln, sehr gleichmäßig verteilt und zum Teil mit kleinen und größeren Bodenaggregaten verklebt (große Kontaktfläche der Wurzeln mit dem Boden)	5
	- Übergangsbereich -	4
Unterboden 30-40 cm	Wurzeln gering verzweigt, kaum Feinwurzeln, teilw. mehrere Wurzeln parallel in Grobporen durch größere, kantige Fragmente und Bröckel oder an deren Oberfläche wachsend	3
	- Übergangsbereich -	2
	Sehr geringe und ungleichmäßige Durchwurzelung, Wurzeln parallel in Grobporen durch größere, kantige Fragmente und Bröckel oder an deren Oberfläche wachsend, häufig horizontal abgeknickt und platt gequetscht	1

©BESTE

PROTOKOLLVORLAGEN

GEFÜGEBEURTEILUNG FELDPROTOKOLL

Probe-Nr.:					
Datum:			Frucht/Vorfrucht:		
Parzelle:			Notizen: (Organisches Material, Wurmkot o. ä.)		
Bodenart:					
Horizont	Gefügebönotur Note	Behälter- Nr. <small>Aggregatstabilitäts probe</small>	Wurzelbönotur Note	Bodenfeuchte	ankreuzen
Oberfläche				feucht mittel-feucht trocken	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Oberkrume 0 ~15 cm				feucht mittel-feucht trocken	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Unterkrume 15 - ~30 cm				feucht mittel-feucht trocken	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Unterboden ~ > 30 cm				feucht mittel-feucht trocken	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

C Laborins Resultate Bodenproben



Betrieb	Bösch Stefan, Güellistrasse 11, 8132 Hinteregg					
Parzelle	1523	Probenummer	321252			
Kulturgruppe	Gemüsebau	Auftragsnummer	56284			
Fläche in a	180	Auftragsdatum	10.12.2021			
öLN mit Düngeberatung		Berichtsdatum	16.12.2021			
Bodenkenngrössen	Methode	Dimension	Resultat	Interpretation		
pH-Wert	pH-H2O	pH	7,7	alkalisch		
Kalkvorprobe	FP		+	keine Kalkung		
CaCO ₃	nicht analysiert					
Humus	Org analytisch	%	3,30	schwach humos		
Ton	FP geschätzt	%	20 bis 30	Lehm		
Schluff	FP geschätzt	%	<50			
E	angereichert					
D	Vorrat					
C	genügend = D ü n g u n g s n o r m					
B	mässig					
A	arm					
Parameter	Methode (Reserven)	Dimension	Messwert	Methode (sofort verfügbar)	Dimension	Messwert
P	AAE10-P	mg/kg	30.6	H2O10-P	mg/kg	2.6
K	AAE10-K	mg/kg	134.6	H2O10-K	mg/kg	12.0
Mg	AAE10-Mg	mg/kg	197.3	H2O10-Mg	mg/kg	6.2
Ca	AAE10-Ca	mg/kg	46250	H2O10-Ca	mg/kg	249
Salt	H2O5-Salt	mg KCl/100g				
Humus	Org	%	3.30			
Korrekturfaktor Boden		1.00	1.00	1.00		
Korrekturfaktoren: Seite 2 und Seite "Bericht Bodenproben Zusammenfassung" beachten.						
Beurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens AAE10-Methode (Reserven) "unabhängig von der Kultur"						
pH, Ca	pH-Wert und Ca-Gehalt sehr hoch. Verzicht auf kalkhaltige Dünger und Wahl von sauer wirkenden Düngern empfohlen.					
P, K, Mg	Genügende Reserven. Düngungsnorm für optimale Versorgung der Kulturen ausreichend.					
Beurteilung der gegenseitigen Beeinflussung der Hauptnährstoffe "Antagonismus"						
pH, Ca hoch	Verschlechtern Verfügbarkeit von P, K, Mg, Mn und B.					
Beurteilung Verhältnis AAE10-Methode (Reserve) und H2O10-Methode (sofort verfügbare) Nährstoffe						
P	Reserven normal, Verfügbarkeit gering. Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.					
K	Reserven normal, Verfügbarkeit gering. Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.					
Mg	Reserven normal, Verfügbarkeit gering. Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.					
Kulturspezifische Empfehlung Mittelwert Freilandgemüse						
pH-Wert	Optimaler pH-Bereich der Kultur 5.5 bis 7.5 (grosse Unterschiede zwischen den Arten).					
N	Nmin- oder Pflanzensaft-Analysen als Hilfsmittel zur gezielten N-Düngung empfohlen.					
P, K, Mg	Ausgewogene Nährstoffversorgung für gute Qualität und Lagerfähigkeit anstreben.					
Mg, Mn	Bei Gefahr von Mangelerscheinungen Blattspritzung mit Mg-/Mn-Präparat und Bor.					
S	Schwefelentzug beachten					



Betrieb		Bösch Stefan, Güetlistrasse 11, 8132 Hinteregg				
Parzelle	1269, 504-502	Probenummer		321253		
Kulturgruppe	Futterbau	Auftragsnummer	56284			
Fläche in a	135	Auftragsdatum	10.12.2021			
öLN mit Düngeberatung		Berichtsdatum	16.12.2021			
Bodenkenngrossen	Methode	Dimension	Resultat	Interpretation		
pH-Wert	pH-H2O	pH	6.8	neutral		
Kalkvorprobe	FP		+/-	Erhaltungskalkung		
CaCO3	nicht analysiert					
Humus	Corg analytisch	%	5.43	humos		
Ton	FP geschätzt	%	20 bis 30	Lehm		
Schluff	FP geschätzt	%	<50			
E	angereichert					
D	Vorrat					
C	genügend = D ü n g u n g s n o r m					
B	mässig					
A	arm					
Parameter	P	K	Mg	Ca	Salz	Humus
Methode (Reserven)	AAE10-P	AAE10-K	AAE10-Mg	AAE10-Ca	H2O6-Salz	Corg
Dimension	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg KCV100g	%
Messwert	5.2	113.8	83.5	3168		5.43
Methode (sofort verfügbar)	CO2-P	CO2-K	CC-Mg			
Dimension	Testzahl	Testzahl	Testzahl			
Messwert	1.4	0.9	6.4			
(Testzahl in mg/kg Boden)	(0.217)	(7.47)	(64)			
Korrekturfaktor Boden	1.50	1.00	1.20			
Korrekturfaktoren: Seite 2 und Seite "Bericht Bodenproben Zusammenfassung" beachten.						
Beurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens AAE10-Methode (Reserven) "unabhängig von der Kultur"						
pH, Ca	pH-Wert und Ca-Gehalt normal. Regelmässige Anwendung von Kalkdüngern zur Erhaltungskalkung empfohlen.					
P	Sehr niedrige Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse deutlich erhöhen.					
K	Genügende Reserven. Düngungsnorm für optimale Versorgung der Kulturen ausreichend.					
Mg	Mässige Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse leicht erhöhen.					
Beurteilung der gegenseitigen Beeinflussung der Hauptnährstoffe "Antagonismus"						
Beurteilung Verhältnis AAE10-Methode (Reserve) und CO2/CC-Methode (sofort verfügbare) Nährstoffe						
P	Reserven gering, Verfügbarkeit gering, Düngungsnorm erhöhen, ev. auf zwei Gaben aufteilen.					
K	Reserven normal, Verfügbarkeit gering, Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.					
Mg	Reserven gering, Verfügbarkeit gering, Düngungsnorm erhöhen, ev. auf zwei Gaben aufteilen.					
Kulturspezifische Empfehlung Wiese mittel intensiv 98						
pH-Wert	Optimaler pH-Bereich in Wiesen 5.5 bis 7					
P, K, Mg	Ausgewogene Nährstoffversorgung begünstigt Zusammensetzung des Bestandes und verbessert Mineralstoffversorgung der Tiere (weniger Stoffwechselstörungen).					
Mg	Mg-Mangel erhöht im Frühjahr und Herbst das Risiko von Weidetetanie bei Rindvieh.					

D Übersicht Mechanisierung auf Grundhof

Auflistung der Mechanisierung auf dem Grundhof

Anbaugerät	Arbeitsbreite (cm)
Bodenbearbeitung	
2-Scharpflug (2x)	
1-Scharpflug	
Kreiseleggen (2x)	
a) Kreiselegge	250
b) Kreiselegge	250
Grubber (2x)	
a) Tiefengrubber	300
b) Grubber	verstellbar
Federzahnegge breit	
Federzahnegge schmal (Beet)	120
Striegel (Acker-)	500
Striegel (Wiese-)	300
Walzen:	
a) Glattwalze	150
b) Glattwalze	130
c) Cambridge	200
Bodenfräse	220
Getreidebau	
Sägerät (Drill-)	220
Gemüsebau	
Setzmaschine (Perdu), 3-4 Reihen	150-180
Setzmaschine (Accord), 2-3 Reihen	150
Sämaschine, 4 Säkörper (Sembdner)	150
Abflammgerät	140
Vielfachgerät (Hackgerät)	160
3 Reihig, bis 4-5 Reihig einrichtbar	150
(1/2 Miteigentum) Feldspritze, 500l	750
Mulchgerät	250
Kartoffelbau	
Setzgerät	220
Kartoffelhäufel	220
Schüttelgraber	100
Futterbau	

Seitenmäher	200
Scheibenmäher	
Motormäher 3x	
Kreiselheuer	
Kreiselschwader	
a) Schwader	275
b) Schwader	250
Ladewagen 2x	
a) Ladewagen	
b) Ladewagen	

E Ökonomische Berechnungen

S1V1 - Haselnuss

Erstellungskosten		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Pflanzgut		270.00	40.00	10800.00
Baumgerüst	Stützpfehl je Baum	270.00	8.00	2160.00
	Bindematerial	270.00	2.00	540.00
	Stammschutz	270.00	10.00	2700.00
Maschinenkosten (in Stunden)	Pflug	0.47	22.00	10.31
	Tiefenlockerer	0.27	39.00	10.64
	Bodenfräse	0.16	73.00	11.90
	Sämaschine	0.11	65.00	6.96
	Traktor	1.01	28.00	28.33
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	1.01	27.00	27.31
	Ausmessen	10	27.00	270.00
	Pflanzung (10 min/Baum)	45	27.00	1215.00
Total Erstellungskosten				17780.46
Aufbauphase 1.-2. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Ladurner Hackgerät	0.75	29.00	21.75
	Balkenmäher (3 x/h)	1.36	29.00	39.55
	Schnittholz hacken	1.00	41.00	41.00
	Kompost ausbringen	3.00	6.55	19.65
	Traktor	6.11	28.00	171.18
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	6.11	27.00	165.07
	Baumpflege (0.5 h/Baum/Jahr)	135.00	27.00	3645.00
	Mausen	10.00	27.00	270.00
Bodenmiete	0.15 ha Baumstreifen	0.15	600.00	90.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				5463.20
Total 2 Jahre Aufbauphase				10926.39
Anfang Ertragsphase 3.-6. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Auflesegerät (0.1h/Baum)	27.00	20.00	540.00
	Balkenmäher (3 x/h)	1.36	29.00	39.55
	Schnittholz hacken	1.00	41.00	41.00
	Kompost ausbringen	3.00	6.55	19.65
	Traktor	32.36	28.00	906.18
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	32.36	27.00	873.82
	Baumpflege (0.5h/Baum/Jahr)	135.00	27.00	3645.00

	Ernten, waschen & trocknen	10.00	20.00	200.00
	Mausen	10.00	27.00	270.00
Bodenmiete	0.15 ha Baumstreifen	0.15	600.00	90.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				7625.20
Total 4 Jahre Anfang Ertragsphase				30500.78
Ertragsphase 7. - 40. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Auflesegerät (0.1h/Baum)	27.00	20.00	540.00
	Balkenmäher (3 x/h)	1.36	29.00	39.55
	Schnittholz hacken	1.00	41.00	41.00
	Kompost ausbringen	3.00	6.55	19.65
	Traktor	32.36	28.00	906.18
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	32.36	27.00	873.82
	Baumpflege (0.5h/Baum/Jahr)	135.00	27.00	3645.00
	Ernten, waschen & trocknen	20.00	20.00	400.00
	Mausen	10.00	27.00	270.00
Bodenmiete	0.15 ha Baumstreifen	0.15	600.00	90.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				7825.20
Total 34 Jahre Ertragsphase				266056.65
Rodung		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Fällen der Wertholzbäume	20 min pro Baum	89.1	27.00	2405.7
Abtransport & Lagerung Holz	5 min pro Baum	22.50	27.00	607.5
Total Rodung				3013.2
Kosten (40 Jahre)				328277.48
Erlöse		Menge	Preis (CHF)	Erlös (CHF)
Haselnuss (mit Schale)	Anfang Ertragsphase 1 kg/Baum (7 Jahre)	1080.00	15.00	16200.00
	Ertragsphase 3 kg/Baum (45 Jahre)	27540.00	15.00	413100.00
Total Ertrag (38 Jahre)				429300.00
Direktzahlungen	VS	0.15	900	135.00
	Dauerkultur	0.15	400	60.00
Total DZ (pro Jahr)				195.00
Total DZ 60 Jahre bis zur Rodung				7800.00
Hackschnitzel (frisch)	0.45 m3/Baum	121.50	40.00	4860.00
Ertrag (40 Jahre)				441960.00
Differenz (gesamt)				+113'682.52

S1V2 - Haselnuss

Erstellungskosten		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Pflanzgut		500.00	40.00	20000.00
Baumgerüst	Stützpfehl je Baum	500.00	8.00	4000.00
	Bindematerial	500.00	2.00	1000.00
	Stammschutz	500.00	10.00	5000.00
Maschinenkosten (in Stunden)	Pflug	2.03	22.00	44.69
	Tiefenlockerer	1.18	39.00	46.09
	Bodenfräse	0.71	73.00	51.58
	Sämaschine	0.46	65.00	30.18
	Traktor	4.38	28.00	122.75
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	4.38	27.00	118.36
	Ausmessen	10	27.00	270.00
	Pflanzung (10 min/Baum)	45	27.00	1215.00
Total				31898.65
Aufbauphase 1.-2. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Ladurner Hackgerät	3.25	29.00	94.25
	Balkenmäher (3 x/h)	5.91	29.00	171.36
	Schnittholz hacken	2.00	41.00	82.00
	Kompost ausbringen	3.00	6.55	19.65
	Traktor	14.16	28.00	396.45
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	14.16	27.00	382.30
	Baumpflege (0.5 h/Baum/Jahr)	250.00	27.00	6750.00
	Mausen	20.00	27.00	540.00
Bodenmiete	0.65 ha Baumstreifen	0.65	600.00	390.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				9826.01
Total 2 Jahre Aufbauphase				19652.03
Anfang Ertragsphase 3.-6. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Auflesegerät (0.1h/Baum)	50.00	20.00	1000.00
	Balkenmäher (3 x/h)	5.91	29.00	171.36
	Schnittholz hacken	2.00	41.00	82.00
	Kompost ausbringen	3.00	6.55	19.65
	Traktor	60.91	28.00	1705.45
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	60.91	27.00	1644.55
	Baumpflege (0.5h/Baum/Jahr)	250.00	27.00	6750.00
	Ernten, waschen & trocknen	10.00	20.00	200.00

	Mausen	20.00	27.00	540.00
Bodenmiete	0.65 ha Baumstreifen	0.65	600.00	390.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				13503.01
Total 4 Jahre Anfang Ertragsphase				54012.05
Ertragsphase 7. - 40. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Auflesegerät (0.1h/Baum)	50.00	20.00	1000.00
	Balkenmäher (3 x/h)	5.91	29.00	171.36
	Schnittholz hacken	2.00	41.00	82.00
	Kompost ausbringen	3.00	6.55	19.65
	Traktor	60.91	28.00	1705.45
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	60.91	27.00	1644.55
	Baumpflege (0.5h/Baum/Jahr)	250.00	27.00	6750.00
	Ernten, waschen & trocknen	40.00	20.00	800.00
	Mausen	20.00	27.00	540.00
Bodenmiete	0.65 ha Baumstreifen	0.65	600.00	390.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				14103.01
Total 34 Jahre Ertragsphase				479502.46
Rodung		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Fällen der Wertholzbäume	20 min pro Baum	165	27.00	4455
Abtransport & Lagerung Holz	5 min pro Baum	41.67	27.00	1125
Total Rodung				5580
Kosten (40 Jahre)				590645.19
Erlöse		Menge	Preis (CHF)	Erlös (CHF)
Haselnuss (mit Schale)	Anfang Ertragsphase 1 kg/Baum (7 Jahre)	2000.00	15.00	30000.00
	Ertragsphase 3 kg/Baum (45 Jahre)	51000.00	15.00	765000.00
Total Ertrag (38 Jahre)				795000.00
Direktzahlungen	VSB	0.65	900	585.00
	Dauerkultur	0.65	400	260.00
Total DZ (pro Jahr)				845.00
Total 40 Jahre bis zur Rodung				33800.00
Hackschnitzel (frisch)	0.45 m3/Baum	225.00	40.00	9000.00
Ertrag (40 Jahre)				837800.00
Differenz (gesamt)				+247'154.81

S2V1 - Walnuss

Erstellungskosten		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Pflanzgut		68.00	100.00	6800.00
Baumgerüst	Stützpfehl je Baum	68.00	8.00	544.00
	Bindematerial	68.00	2.00	136.00
	Stammschutz	68.00	10.00	680.00
Maschinenkosten (in Stunden)	Pflug	0.44	22.00	9.63
	Tiefenlockerer	0.25	39.00	9.93
	Bodenfräse	0.15	73.00	11.11
	Sämaschine	0.10	65.00	6.50
	Traktor	0.94	28.00	26.44
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	0.94	27.00	25.49
	Ausmessen	5	27.00	135.00
	Pflanzung (0.5h/ Baum)	32	27.00	864.00
Total				9248.09
Aufbauphase 1.-5. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Ladurner Hackgerät	0.70	29.00	20.30
	Balkenmäher (3 x/h)	1.27	29.00	36.91
	Schnittholz hacken	1.00	41.00	41.00
	Kompost ausbringen	3.00	6.55	19.65
	Traktor	5.97	28.00	167.24
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	5.97	27.00	161.26
	Baumpflege (1h/Baum/Jahr)	68.00	27.00	1836.00
	Mausen	10.00	27.00	270.00
Bodenmiete	0.14 ha Baumstreifen	0.14	600.00	84.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				3636.36
Total 5 Jahre Aufbauphase				18181.80
Anfang Ertragsphase 6.-14. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Auflesegerät (0.25h/Baum)	17.00	20.00	340.00
	Balkenmäher (3 x/h)	1.27	29.00	36.91
	Schnittholz hacken	1.00	41.00	41.00
	Kompost ausbringen	3.00	6.55	19.65
	Traktor	22.27	28.00	623.64
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	22.27	27.00	601.36
	Baumpflege (1h/Baum/Jahr)	68.00	27.00	1836.00
	Ernten, waschen & trocknen	10.00	27.00	270.00

	Mausen	10.00	27.00	270.00
Bodenmiete	0.14 ha Baumstreifen	0.14	600.00	84.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				5122.56
Total 9 Jahre Anfang Ertragsphase				46103.03
Ertragsphase 15. - 60. Jahr		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Maschinenkosten (in Stunden)	Auflesegerät (0.25h/Baum)	17.00	20.00	340.00
	Balkenmäher (3 x/h)	1.27	29.00	36.91
	Schnittholz hacken	1.00	41.00	41.00
	Kompost ausbringen	1.00	6.55	6.55
	Traktor	20.27	28.00	567.64
Arbeitskosten	Maschinenarbeiten	20.27	27.00	547.36
	Ernten, waschen & trocknen	30.00	27.00	810.00
	Mausen	5.00	27.00	135.00
Bodenmiete	0.14 ha Baumstreifen	0.14	600.00	84.00
Düngung & evtl. Pflanzenschutz				1000.00
Total (pro Jahr)				3568.46
Total 46 Jahre Ertragsphase				164149.12
Rodung		Menge	Preis (CHF)	Kosten (CHF)
Fällen der Wertholzbäume	20 min pro Baum	22.44	27.00	605.88
Abtransport & Lagerung Holz	10 min pro Baum	11.33	27.00	306
Total Rodung				911.88
Kosten (60 Jahre)				238593.92
Erlöse		Menge	Preis (CHF)	Erlös (CHF)
Walnuss (mit Schale)	Anfang Ertragsphase 4 kg/Baum (10 Jahre)	3672.00	5.00	18360.00
	Ertragsphase 12 kg/Baum (45 Jahre)	37536.00	5.00	187680.00
Total Ertrag (60 Jahre)				206040.00
Direktzahlungen	VSB	0.14	900	126.00
	Dauerkultur	0.14	400	56.00
	Bio Spezialkulturen	0.14	1600	224.00
	Hochstamm Nussbaum (QII)	68	16.5	1122.00
Total DZ (pro Jahr)				1528.00
Total 60 Jahre bis zur Rodung				91680.00
Holz	Preis 1000 CHF/m3	80.00	1000.00	80000.00
Ertrag (60 Jahre)				377720.00
Differenz (gesamt)				+139'126.08