



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

Alternativen im Schweizer Pflanzenbau

Potenziale ausgewählter Ackerkulturen zur Lebensmittelmittelproduktion

Aktenzeichen: BLW-331.24-1358/2/15

Bern, Mai 2022



BLW-D-D9883401/607

Inhalt

Zusammenfassung	3
1 Ziel der Arbeit	6
2 Ausgangslage	6
2.1 Trends zur Nachfrage nach schweizerischen pflanzlichen Lebensmitteln	6
2.2 Schweizer Ackerbau.....	8
3 Potenzialanalyse und Interviewergebnisse	11
3.1 Produktion ausgewählter Schweizer Ackerkulturen.....	11
3.2 Umweltwirkung.....	23
3.3 Ausgewählte Rohstoffe pflanzlicher Lebensmittel	23
4 Handlungsfelder und mögliche Handlungsoptionen	29
4.1 Sortenprüfung und Pflanzenzüchtung.....	29
4.2 Forschung, Beratung, Wissenstransfer.....	30
4.3 Rahmenbedingungen.....	30
4.4 Landwirtschaftliche Produktion	31
4.5 Erstübernehmer.....	31
4.6 Verarbeitung.....	31
4.7 Vermarktung.....	32
5 Schlussfolgerungen	33
6 Anhang: Zollansätze	34
7 Quellen	37
7.1 Interviewergebnisse: Liste der Interviewpartner*innen	37
7.2 Literaturverzeichnis	38
7.3 Abbildungsverzeichnis.....	41
7.4 Tabellenverzeichnis.....	41

Zusammenfassung

Zur Ermittlung der Chancen und Herausforderungen ausgewählter Ackerkulturen entlang der ganzen Wertschöpfungskette beschloss das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) im Dezember 2020 die Vertiefung des Projekts Alternativen im Schweizer Pflanzenbau. Dazu wurden Recherchen und insgesamt 19 Interviews mit Forschenden und Vertretenden der Wertschöpfungskette durchgeführt.

Ausgangslage:

Die Nachfrage nach pflanzlichen Lebensmitteln Schweizer Herkunft wird vom allgemeinen Trend zum Konsum von pflanzlichen Alternativen zu tierischen Erzeugnissen und dem Wunsch von Endkonsument*innen nach in der Nähe produzierten Lebensmitteln getrieben. In der Schweiz werden rund 60% der Ackerfläche für die Produktion von Futtermitteln verwendet. Für die menschliche Ernährung beansprucht Brotgetreide vor Ölsaaten, Zuckerrüben und Kartoffeln die grösste Fläche. Grenzabgaben werden spezifisch nach Agrarprodukt und Verwendungszweck erhoben. Der Bund gilt die Versorgungssicherheitsleistung der landwirtschaftlichen Produktion mit Beiträgen ab, welche für alle berechtigten Ackerkulturen gleich hoch ausfallen. Marktstützungen, Produktionssystembeiträge und Ressourceneffizienzbeiträge werden kulturspezifisch entrichtet. Durch die Mitfinanzierung von Bottom-up-Projekten wird die Innovation, Nachhaltigkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Wertschöpfung von pflanzlichen Produkten gefördert. Zudem sichert der Bund die sogenannte langfristige Ressortforschung, Teile der Beratung und der Pflanzenzüchtung. Weiter kann der Bund die Absatzförderung für Landwirtschaftsprodukte unterstützen.

Potenzialanalyse und Interviewergebnisse:

Die steigende Nachfrage nach pflanzlichen Nahrungsmitteln bietet der Schweizer Landwirtschaft Chancen im Ackerbau. Der vorliegende Bericht lotet die Potenziale für Hülsenfrüchte (Eiweisserbsen, Kichererbsen, Linsen, Ackerbohnen, Lupinen), glutenfreie Getreide (Hafer und Hirse) und Hanfnüsse aus. Diese Kulturen wurden aufgrund ihrer Anbaueignung, ihres wirtschaftlichen Potenzials und den Empfehlungen von Expert*innen ausgewählt. Eiweisserbsen, Ackerbohnen und Lupinen werden in der Schweiz bislang hauptsächlich zu Futterzwecken verwendet, während Kichererbsen, Linsen, Hirse und Hanfnüsse in noch eher kleinen Mengen (Nischenprodukte) für den Lebensmittelkanal angebaut werden. Speisehafer wird aufgrund der steigenden Nachfrage für die Herstellung von Haferdrink häufiger angebaut. Im Anbau von Körnerleguminosen stellen stabile Erträge und homogene Qualitäten eine Herausforderung dar. Ursachen für die Variabilität sind die Wetterempfindlichkeit, die Lageranfälligkeit, die inhomogene Abreife und eine teilweise schwache Unkrautunterdrückung im juvenilen Stadium. Die ausgewählten Agrarerzeugnisse weisen zu Speisezwecken einen vergleichsweise niedrigen Grenzschutz auf, weshalb etwa über die Herkunftsauslobung weitere Mehrwerte am Markt zu erzielen sind. Die Preisdifferenz zwischen importierter und Schweizer Produktion beträgt oft mehr als 20 Prozent. Dieser Preisunterschied übersteigt die Zahlungsbereitschaft eines Konsument*innen-Segments. In der Schweiz angewendete Reinigungs- und Prozessanlagen können grundsätzlich alle Kulturen zu Speisezwecken reinigen. Die eher geringen Produktionsmengen verursachen in der dezentralen Reinigung und Verarbeitung jedoch hohe Kosten. Ausserdem werden für die Herstellung von Milch- und Fleischersatzprodukten oft pflanzliche Rohstoffe oder Halbfabrikate (Mehle, Proteine, Fasern, Öle) aus dem Ausland bezogen. Die erforderlichen Halbfabrikate werden in der Schweiz bislang nicht in den entsprechenden Qualitäten und Mengen produziert. Besonders für die steigende Nachfrage nach Fleischersatzprodukten werden oft Proteinisolate (>80% Proteingehalt, farb- und geschmacklos) verwendet. Diese Qualitätseigenschaften sind für die Texturierung mittels Nassextrusion und die Verwendung von möglichst wenig Zusatzstoffen entscheidend. Proteinisolate werden in der Schweiz bisher nicht hergestellt.

Sowohl die hier vorgestellten Hülsenfrüchte als auch Hafer, Hirse und Hanfnüsse verfügen über ernährungsphysiologisch wertvolle nährstoffliche Zusammensetzungen. Die Inhaltsstoffe von Körnerleguminosen können jedoch zwischen Sorten der gleichen Art stark variieren. Zudem enthalten Hülsenfrüchte Antinutritive-Nährstoffe, welche durch geeignete Zubereitung oder Verarbeitung minimiert werden können. Einzig die in hohen Dosen toxisch wirkenden Alkaloide, welche teilweise in Lupinen enthalten sind, können in der Schweiz noch nicht eliminiert werden.

Nur aus einer Zutat bestehende Monoprodukte wie Haferflocken, Hirse, Linsen und Hanfnüsse sind prädestiniert für die Vermarktung von Nischenkulturen. Die Auslobung ist einfacher als für zusammengesetzte Produkte, die Anforderungen an eine homogene Qualität und an jährliche Mindestliefermengen sind geringer und die Preissensitivität ist weniger ausgeprägt. Monoprodukte eignen sich daher besonders für die Direkt- und Lokalvermarktung. Grenzen setzen dem Vermarktungspotenzial von Hülsenfrüchten fehlende Vertrautheit mit vielfältigen Zubereitungsmöglichkeiten, längere Zubereitungszeiten und befürchtete Blähungen.

Für Milchersatzprodukte bestehen Potenziale in der Erzeugung von Protein- und Fettkomponenten. Derzeit wird vor allem Schweizer Haferdrink im Detailhandel und in der Direkt- und Lokalvermarktung vertrieben. Für die Herstellung von Fleischersatzprodukten werden Protein- (Erbsen-, Ackerbohnen-, Haferprotein), Faser- und Fettkomponenten nachgefragt. Weil die Halbfabrikate für die Herstellung konsumfertiger Produkte importiert werden, fehlt in der Schweiz das spezifische Wissen über Arten/Sorten und erforderliche Prozessschritte bis hin zum homogenen Halbfabrikat mit optimalen Qualitätseigenschaften für die weitere Verarbeitung weitgehend. An Alternativen zur gross dimensionierten Herstellung von pflanzlichem Proteinisolat im Ausland wird in der Schweiz gearbeitet.

Handlungsfelder und mögliche Handlungsoptionen

- Hülsenfrüchte und Hafer wurden in der Schweiz bislang kaum züchterisch bearbeitet und nur in geringem Umfang für die Humanernährung angebaut. Global dürfte eine Vielzahl an Sorten vorhanden sein, die sich für den Anbau unter Schweizer Klimabedingungen eignen könnten. Da sich die Herausforderungen verschiedener Länder überlagern, könnten internationale Forschungsinstitutionen und Sortenprüfungen besser vernetzt werden, um eine kosteneffizientere Selektion für die Bedürfnisse im Anbau, in der Verarbeitung und im Konsum zu fördern.
- Zur Verminderung des Anbaurisikos fehlt es an niederschwellig erreichbaren, verlässlichen Informationen zur optimalen Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Saatzeitpunkte, Saatedichten, Saattiefen, Pflanzenschutz, Düngung bis hin zu den Einstellungen an den Erntemaschinen. Um Doppelspurigkeiten zu vermeiden und raschere Fortschritte zu begünstigen wäre es hilfreich, wenn trotz bestehenden Wettbewerbssituationen und anhaltendem Zeitdruck Erkenntnisgewinne über Anbau und Sortenversuche kontinuierlich dokumentiert und aktiv kommuniziert würden. Agridea könnte in diesem Bereich eine Schlüsselrolle einnehmen.
- Erstübernehmer kennen die Qualitätsansprüche ihrer Kunden, weshalb ihnen zur Zielerreichung bezüglich Sortenwahl und Anbauvarianten durch die Lieferanten eine zentrale Rolle zukommt. Zur Erreichung schlagkräftiger und kostengünstiger Wertschöpfungsketten rücken arbeitsteilige Warenanahmen und Zusammenarbeitsformen in den Vordergrund. Swiss granum ist die geeignete Plattform, um Produzenten, Erstübernehmer und Verarbeiter zusammenzubringen.
- Zur Verbesserung der Rahmenbedingungen hat das Eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) im Rahmen der Vernehmlassung zum Verordnungspaket 2022 vorgeschlagen, Einzelkulturbeiträge für Körnerleguminosen ab 2023 ungeachtet des Verwendungszwecks auszurichten. Diese Marktstützung soll die Wirtschaftlichkeit des Körnerleguminosenanbaus zu Speisezwecken verbessern.
- Prozesstechnik und Märkte entwickeln sich weiter, wie die Absatzentwicklung von Fleisch- und Milchersatzprodukten zeigt. Es obliegt privater Initiativen, Entwicklungen der Angebots- und Abnehmermärkte vorausschauend einzuschätzen, nachhaltige Potenziale zu eruieren und gegebenenfalls Investitionen an die Hand zu nehmen. Das Agrarrecht verfügt über mehrere Instrumente, mit denen gemeinschaftliche Privatinitiativen unterstützt werden können.
- Der Trend hin zu einer pflanzenbasierteren Ernährung dürfte vor dem Hintergrund einer ausgewogeneren Ernährung, den drohenden Auswirkungen des Klimawandels, der Überschreitung der ökologischen Belastungsgrenzen und der steigenden Bedeutung ethischer Aspekte in der Nutztierhaltung anhalten. Die erforderliche Wissensvermittlung und Sensibilisierung der Konsument*innen zur Schaf-

fung eines nachhaltigeren Ernährungssystems dürften sich sowohl für die Schweizer Bevölkerung als auch für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft langfristig lohnen. Diese Entwicklung wird den Anbau der hier vorgestellten alternativen Kulturen begünstigen.

1 Ziel der Arbeit

Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) startete im Jahr 2019 das Projekt «Alternativen im Pflanzenbau». Die Potenziale für alternative Ackerkulturen wurden im Rahmen zweier Experten-Workshops, im November 2019 und im August 2020, diskutiert. Die Experten waren sich einig, dass grosse Potenziale im Anbau, der Verarbeitung und der Vermarktung von pflanzlichen Erzeugnissen für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft bestehen. Zur Auslotung der Chancen und der Herausforderungen für ausgewählte Ackerkulturen entlang der ganzen Wertschöpfungskette beschloss das BLW im Dezember 2020 die Vertiefung der Thematik. Der vorliegende Bericht lotet diese Potenziale für die Land- und Ernährungswirtschaft aus. Dazu wurden insgesamt 19 Interviews mit Forscher*innen und Vertreter*innen der Wertschöpfungskette und Literaturrecherchen durchgeführt. Der Fokus liegt auf den Ackerkulturen **Eiweisserbsen, Kichererbsen, Linsen, Ackerbohnen, Lupinen, Hanfnüsse, Hafer, und Hirse zur menschlichen Ernährung**. Diese Kulturen wurden aufgrund ihres wirtschaftlichen Potenzials, ihrer Anbaueignung und den Empfehlungen verschiedenster Expert*innen ausgewählt.

Der Bundesrat beauftragte mit seiner Stellungnahme auf die Motion 21.3401 *Einzelkulturbeiträge auch für Kulturen zur menschlichen Ernährung* vom 19. Mai 2021 das BLW, die aktuelle Ausrichtung von Einzelkulturbeiträgen wie auch andere agrarpolitische Instrumente im Hinblick auf kommende Verordnungsanpassungen zu überprüfen.

Der Bericht gliedert sich wie folgt:

- Die Ausgangslage beschreibt die Trends in der Nachfrage nach pflanzlichen Lebensmitteln und das aktuelle Angebot an Schweizer Ackerkulturen. Zudem wird die Förderung pflanzlicher Landwirtschaftsprodukte durch den Bund dargestellt.
- Im ersten Teil der Potenzialanalyse und der Interviewergebnisse werden die Wirtschaftlichkeit, die Verarbeitung, die nährstoffliche Zusammensetzung und die Umweltwirkung vorgestellt. Im zweiten Teil wird die Eignung für pflanzliche Monoprodukte und zusammengesetzte Produkte sowie Milch- und Fleischersatzprodukte diskutiert.
- Im letzten Kapitel werden Handlungsfelder und Handlungsoptionen aufgezeigt, um die vorgestellten Herausforderungen zu bewältigen und Chancen effektiver zu nutzen.

2 Ausgangslage

2.1 Trends zur Nachfrage nach schweizerischen pflanzlichen Lebensmitteln

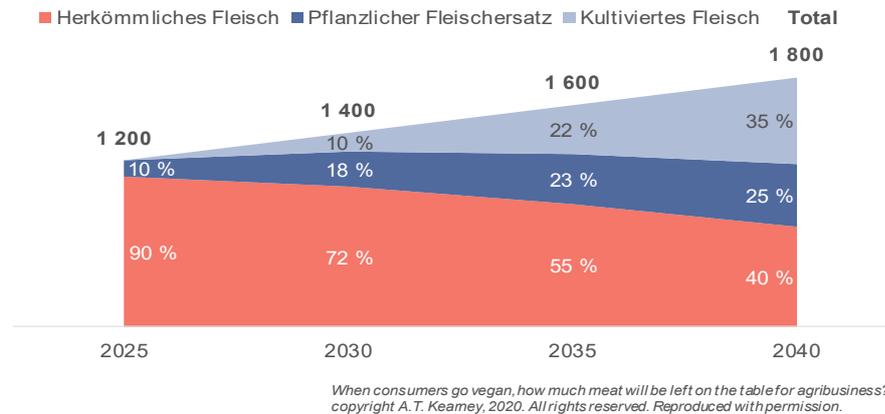
Die Nachfrage nach pflanzlichen Lebensmitteln mit Schweizer Herkunft wird von Trends getrieben wie dem allgemeinen Trend von pflanzlichen Alternativen zu tierischen Erzeugnissen, aus tierethischen, ökologischen und/oder gesundheitlichen Gründen und dem Wunsch von Endkonsument*innen nach in der Nähe produzierten Lebensmitteln.

Pflanzliche Alternativen zu tierischen Erzeugnissen: Global aktive Unternehmensberater wie A.T. Kearney und Boston Consulting Group Partners betonen die steigende wirtschaftliche Bedeutung von Alternativen zu tierischen Produkten: neben pflanzenbasierten Fleisch- und Milchersatzprodukten zeigen die Analysten auch einen wachsenden Zukunftsmarkt für kultiviertes Fleisch (Laborfleisch) und weitere pflanzliche Ersatzprodukte für Meeresfrüchte, Leder, Seide, Eiweiss, Gelatine und Horn auf (Gerhardt et al. 2020) (Witte et al. 2021). Für den gesamten Proteinmarkt des Jahres 2035 prognostizieren die Boston Consulting Group Partners einen mengenmässigen Anteil von 11%-22% für alternative Proteine (pflanzenbasierte Ersatzprodukte, Insekten und künstlichem Fleisch). Für den Fleisch- und Fleischersatzmarkt schätzt A.T. Kearney den Umsatzanteil von pflanzlicher Fleischersatz auf 23% (Abbildung 1). Gleichzeitig vollzieht sich die Veränderung des Nachfrageverhaltens langsam und wird über Generationen hinweg erfolgen.

FLEISCHERSATZ IM WELTWEITEN KONTEXT

Ausblick: Weltweiter Fleisch- und Fleischersatzmarkt gemäss Case Study von Kearney

Umsatz Total in Mrd. CHF, Anteile in %
2025..2040 (Jahresdaten)



Quellen: Daten: United Nations, World Bank; Experteninterviews; Analyse: Kearney (2020);
Grafik: BLW, Fachbereich Marktanalysen

Abbildung 1: Prognostizierte weltweite Umsatzentwicklung von Fleisch und Fleischersatzprodukten

Auch in der Schweiz steigt die Nachfrage nach pflanzlichen Fleischersatzprodukten von einem tiefen Niveau ausgehend rasant: der Marktanteil des gesamten Fleischersatzabsatzes am Fleischmarkt stieg von 1,3% im Jahr 2016 auf 2,3% im Jahr 2020 (BLW 2021b). Fleischersatzprodukte werden im Schweizer Fleischersatz-Report des BLW in drei Kategorien unterteilt. In die Kategorie Tofu / Tempeh / Seitan, Vegi Convenience und Meat-Analog (BLW 2021b).

– Tofu / Tempeh / Seitan

Tofu, ein klassischer Fleischersatz, wird vorwiegend aus entwässerter Sojamilch gewonnen. Tempeh wird ebenfalls aus Soja hergestellt, allerdings werden die ganzen Sojabohnen mit Schimmelpilzen fermentiert und zu einer festen Masse verarbeitet. Seitan ist ein Erzeugnis aus Weizeneiweiss (Gluten) und wird als Eiweiss-Wasser-Gemisch gekocht (BLW 2021b).

– Vegetarische Convenience-Produkte (Vegi Convenience)

Vegetarische und vegane Convenience sind verarbeitete Produkte, welche sich grundsätzlich durch die Gemüsekomponekte und nicht primär durch pflanzliche Proteine definieren. Sie ersetzen oftmals Fleisch auf dem Menu, haben aber einen eigenen geschmacklichen Charakter. Falafel fallen beispielsweise in diese Kategorie. Diese Produkte enthalten teilweise ebenfalls Bestandteile von Tofu, sind aber deutlich stärker verarbeitet (BLW 2021b).

– Meat-Analog

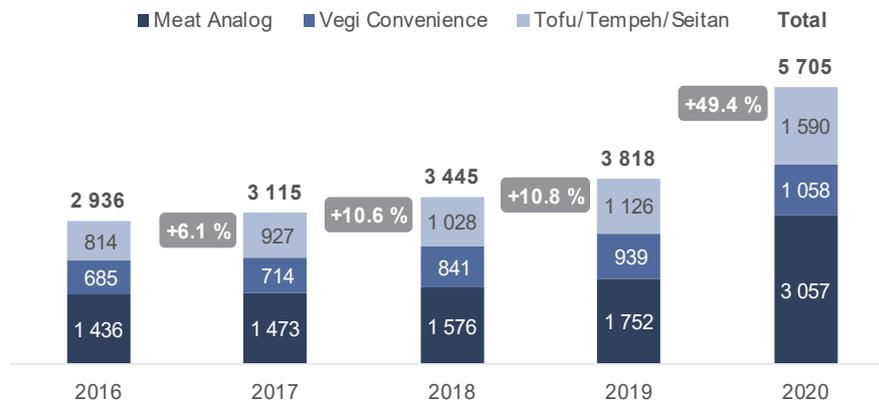
Meat-Analog Produkte definieren sich in erster Linie durch Geschmack, Textur, Aussehen und Proteingehalt. Diese Produkte möchten Fleisch imitieren und richten sich deshalb primär an Konsument*innen, welche grundsätzlich gerne Fleisch essen, aber offen für Alternativen sind. Die verwendeten Produktnamen orientieren sich hier deshalb stark an jenen der Fleischoriginale («Burger», «Nuggets», «Aufschnitt», «Chicken / Pork», «Meat» etc. (BLW 2021b).

Meat-Analog verzeichnet die höchste Wachstumsrate (Abbildung 2) und macht neben Tofu / Tempeh / Seitan und Vegi Convenience mittlerweile über 60% des Gesamtumsatzes von Fleischersatzprodukten aus.

FLEISCHERSATZ IM SCHWEIZER DETAILHANDEL

Absatz mit Fleischersatzprodukten nach Subkategorie

Absatz in Tonnen, Entwicklung Total zum Vorjahr in %
2016..2020



Quellen: BLW, Fachbereich Marktanalysen; Nielsen Schweiz

Abbildung 2: Absatz der Fleischersatzkategorien Meat-Analog, Vegi Convenience und Tofu/Tempeh/Seitan

Die Coop Genossenschaft vermerkt in ihrer Studie über Essgewohnheiten ein wachsendes Einkaufsvolumen für pflanzenbasierte Produkte (auch Milchersatzprodukte), besonders während des Lock-downs infolge der Corona-Pandemie im Mai 2020 (Coop 2021). Gesamthaft basierte im Jahr 2020 jedes sechste über die Ladentheke abgesetzte Burger Paddy auf pflanzlichen Rohstoffen (BLW 2021b) und pflanzenbasierte Burger machen bei Coop bereits mehr als 20% des gesamten Burger-Umsatzes aus (Coop 2021). Es gilt also, den Absatz und Umsatz von pflanzenbasierten Ersatzprodukten zukünftig in spezifischen Produktgruppen zu analysieren.

Herkunft der Lebensmittel: Im Jahr 2021 stimmten 93% der Befragten in einer Online-Befragung der Aussage zu «Wenn immer möglich, kaufe ich Schweizer Landwirtschaftsprodukte». Begründet wird diese Vorliebe unter anderem mit den Herstellungsbedingungen, den kurzen Transportwegen und dem Willen, die Schweizer Landwirtschaft zu unterstützen. Zudem gaben 78% der Befragten an, inländischen Landwirtschaftsprodukten eher zu vertrauen als ausländischen (BLW 2021a). Während das Interesse an schweizerischen Rohstoffen bei den Konsument*innen pflanzenbasierter Verarbeitungsprodukte noch kaum etabliert ist, besteht es für Lebensmittel wie Früchte, Gemüse, Fleisch, Milch und Eier bereits heute in hohem Mass. Auch regionale Produkte erfreuen sich einer steigenden Bedeutung, wie die regionalen Produkteinführungen im Detailhandel zeigen. Migros hat bis im Jahr 2020 beispielsweise knapp 10'000 Produkte unter dem Motto «Aus der Region. Für die Region» aufgenommen (Schweizer Bauer 2020). Die Akteure der Wertschöpfungsketten gehen davon aus, dass sich Endkonsument*innen längerfristig vermehrt für Produkte aus Schweizer Rohstoffen, als auch aus regionalen Rohstoffen interessieren werden (Götze und Brunner 2020).

2.2 Schweizer Ackerbau

2.2.1 Angebot an Futter- und Lebensmitteln

Von der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche von rund 1 Mio. Hektaren entfallen 40% auf Ackerland. Pro-Kopf stehen der Schweizer Bevölkerung lediglich etwa 0.05 ha Ackerfläche zur Verfügung. Im internationalen Vergleich ist das ein niedriger Wert und er erklärt zusammen mit den klimatischen Bedingungen die relativ hohe Abhängigkeit der Schweiz von Nahrungsmittelimporten. Die Markterlöse bestimmen zusammen mit den gewährten Direktzahlungen die Wirtschaftlichkeit von Kulturen. Unter Mitberücksichtigung weiterer Faktoren wie Bodeneigenschaften, Schaderregerdruck oder Stickstoffeintrag durch Leguminosen legen Betriebsleiter*innen ihre individuellen Fruchtfolgen fest.

In Abbildung 3 ist ersichtlich, welche Hauptkulturen in den letzten 20 Jahren angebaut wurden. Zwei wichtige Erkenntnisse lassen sich der Graphik entnehmen:

- Rund 60% der Ackerfläche werden für die Produktion von Futtermitteln verwendet. Teils ist dies auf geregelte Fruchtfolgen zu Gunsten eines nachhaltigeren Ackerbaus zurückzuführen.
- Auf mehr als einem Drittel der Ackerfläche werden Futter- und Brotgetreide angebaut.

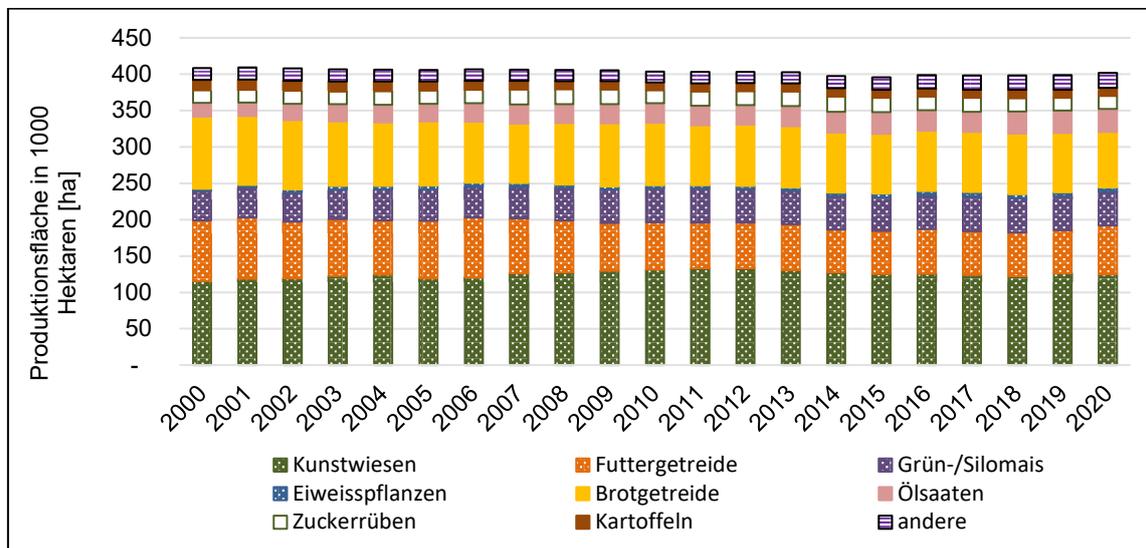


Abbildung 3 Nutzung der Schweizer Ackerfläche in den letzten 20 Jahren, (schraffierte Anteile der Säulen: für Futtermittelproduktion: Kunstwiesen, Eiweisspflanzen, Futtergetreide, Grün-/Silomais). (SBV Agristat 2021)

Futtermittel

Als Rohstoffe für Mischfutter werden Eiweisspflanzen und Futtergetreide angebaut. Kunstwiesen und Grün-/ Silomais liefern Raufutter, das von Wiederkäuern verwertet werden kann.

Im Jahr 2021 wurden in der Schweiz 5'501 ha Eiweisspflanzen angebaut, die nahezu ausschliesslich für die Tierfütterung verwendet wurden. Eiweisserbsen machten mit 3'442 ha, gefolgt von Ackerbohnen 716 ha und Mischungen mit Getreide 856 ha die grössten Anteile der Eiweisspflanzen aus. Die Sojabohnen, als ebenfalls eiweissreiche Kultur, werden unter den Ölsaaten erfasst und erreichten eine Fläche von 2'242 ha (swiss granum 2021a). Rund 70% des Proteins im Krafftutter stammen aus Importen (Baur und Krayer 2021).

Im Jahr 2021 wurden in der Schweiz 59'700 ha Futtergetreide angebaut (swiss granum 2021a). Auch Futtergetreide muss für die tierische Produktion importiert werden, sodass im Jahr 2021 ergänzend zu 450'000 t inländischem Futtergetreide 513'000 t importiert wurden.

Nahrungsmittel

Den grössten Anteil der Anbaufläche für Nahrungsmittel nimmt mit 80'607 ha im Jahr 2021 Brotgetreide ein. Weizen führt die Rangfolge mit 71'897 ha vor Dinkel 6'651 ha und Roggen 1'821 ha an. Die vermahlene Menge an Brotgetreide stagnierte in den letzten Jahren.

Die Ölsaaten (Raps, Sonnenblumen, Soja und Ölkürbisse) umfassten im Jahr 2021 eine Fläche von 32'481 ha. Raps ist mit 25'021 ha vor Sonnenblumen 4'835 ha und Soja 2'242 ha die flächenmässig bedeutendste Ölsaat. Die kontrahierten Mengen für Schweizer Rapsöl werden noch nicht erreicht, weshalb eine Produktionsausdehnung angestrebt wird. Inländische Sojabohnen werden gemäss Rahmenvereinbarung zwischen dem Schweizerischen Getreideproduzentenverband und dem Verband Schweizerischer Hersteller von Speiseölen, Speisefetten und Margarinen seit 2018 nicht mehr der Speiseölgewinnung zugeführt.

Zuckerrüben wurden im Jahr 2021 auf einer Fläche von 16'433 ha angebaut (SZU 2021). Ein Flächenzuwachs wird zur besseren Auslastung der beiden Zuckerfabriken angestrebt.

Kartoffeln wurden im Jahr 2020 auf einer Fläche von 10'956 ha angebaut. Die Nachfrage nach Kartoffeln stagnierte in den letzten zehn Jahren, sodass im Kartoffelanbau keine substanzielle Flächenausdehnung angestrebt wird (SBV 2021b). Vorübergehende Erhöhungen der Teilzollkontingente gehen mit witterungsbedingt schlechten Inlandernten einher.

2.2.2 Rahmenbedingungen

Der Bund fördert die nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete Produktion mit Versorgungssicherheitsbeiträgen, welche für alle berechtigten Ackerkulturen gleich hoch ausfallen, dem Grenzschutz (Zölle und zollähnliche Abgaben), Marktstützungen, Produktionssystembeiträgen und Ressourceneffizienzbeiträgen. Tabelle 1: Stützungen für Ackerkulturen (KZA: Kontingentszollansatz, GFB: Garantiefondsbeitrag). fasst diese Beiträge für Ackerkulturen zusammen:

Tabelle 1: Stützungen für Ackerkulturen (KZA: Kontingentszollansatz, GFB: Garantiefondsbeitrag).

	Brotgetreide	Futtergetreide	Ölsaaten	Zuckerrüben	Kartoffeln	Körnerleguminosen, Futterzwecke	Körnerleguminosen, Speisezwecke
Grenzschutz	Zollkontingent 70'000 t KZA variabel max. Fr. 23/100 kg (inkl. GFB) Mehl Zollzuschlag Fr. 20/100 kg	Schwellenpreissystem (variabel)	Speiseöl fix Rückstände Ölgewinnung Schwellenpreissystem	Mindestgrenzschutz Fr. 7/100 kg Zucker, Zielpreissystem mit EU-Marktpreis als Referenz	Teilzollkontingente für Saat (4000 t), Veredelungs (9250 t) und Speisekartoffeln (6500 t) sowie Kartoffelprodukte (4000 t)	Schwellenpreissystem	kein substanzieller Grenzschutz
Marktstützung an Produzent*innen	Getreidezulage ca. Fr. 128/ha	Getreidezulage ca. Fr. 128/ha (ausgenommen Körnermais)	Einzelkulturbeitrag Soja Fr. 1000/ha Raps, Sonnenblumen usw. Fr. 700/ha	Einzelkulturbeitrag Fr. 2100/ha, Zusatz-Einzelkulturbeitrag für biologischen Anbau und Fungi-/Insektizidverzicht Fr. 200/ha	Einzelkulturbeiträge für Saatkartoffeln Fr. 700/ha	Einzelkulturbeitrag Fr. 1000/ha	Keine (im agrarpolitischen Verordnungspaket 2022 in Vernehmlassung gegeben; Einzelkulturbeitrag Fr. 1000/ha ab 2023)
Marktstützung: Absatzförderung	Mitfinanzierung von Marketing-Kommunikationsmassnahmen für den Absatz von Schweizer Ackerkulturen jährlich ca. Fr. 400'000 je für Ölsaaten und Getreide und Fr. 600'000 für Kartoffeln						
Produktionssystembeitrag	Extenso Fr. 400/ha, Bio für offene Ackerfläche Fr. 1200/ha						
Ressourceneffizienzbeiträge	schonende Bodenbearbeitung Fr. 150 bis 250/ha präzise Applikationstechnik Unterblatt max. Fr. 170/Spritzinheit Spülsysteme max. Fr. 2000 Herbizidreduktion Fr. 250/ha						

Finanzielle Unterstützung von Bottom-up-Projekten

Finanzhilfen zu innovativen Projekten können über Projekte zur regionalen Entwicklung (PRE) sowie in Berggebieten über Investitionskredite innerhalb der strukturverbessernden Hochbau- und Betriebsfinanzierung beantragt werden. Ausserdem können Projekte zur Förderung von Qualität und Nachhaltigkeit (QuNaV) mitfinanziert werden. Die Projekte müssen gemeinschaftlich von mehreren Wertschöpfungsakteuren getragen werden, wobei in der Trägerschaft Landwirtschaftsbetriebe vertreten sein müssen. Innerhalb der Projekte zur Förderung von Qualität und Nachhaltigkeit (QuNaV) können agriQnet-Projekte eingereicht werden. Hier reicht es, wenn zwei Landwirt*innen das Projekt einreichen. Zudem werden auch Infrastrukturkosten für Prototypen bis zu Fr. 80'000 übernommen. Weitergehende Informationen finden sich auf der Webseite des BLW.

Förderung Forschung, Beratung, Pflanzenzüchtung

Der Bund sichert die sogenannte langfristige Ressortforschung, Teile der Beratung und Zucht. Nachfolgend einige Beispiele:

- Die Schweiz beteiligt sich beispielsweise am EU-Forschungsprojekt Climate Resilient Orphan crops for increased Diversity in Agriculture (CROPDIVA 2021) welche die Förderung der sechs Kulturen Hafer, Spelzgerste, Triticale, Buchweizen, Ackerbohne und Lupine entlang der ganzen Wertschöpfungskette umfasst und im September 2021 startete.
- Die durch den Bund gestützte Beratungszentrale AGRIDEA unterstützt als Verein, der von allen Kantonen und ca. 50 landwirtschaftlichen Organisationen und Institutionen getragen wird, die Beratungsdienste der Kantone und von Organisationen.
- Die Annahme der Mo. 18.3144 Stärkung der Schweizer Pflanzenzüchtung jetzt! ermöglicht die gezielte Förderung von Züchtungsprojekten. Von 50 eingereichten Züchtungsprojekten konnten bisher 27 Projekte unterstützt werden. Von diesen 27 Projekten betreffen zwei die Eiweisserbsen und eines die Lupinen, wobei sich nur zwei Projekte mit der nährstofflichen Zusammensetzung der Sorten beschäftigen.

Forschungs- und Technologiekompetenz

Die Schweiz ist bezüglich Forschungskompetenz und Vernetzung in der Lebensmittelverarbeitung sehr gut positioniert, u.a. weil innovative und international erfolgreiche Unternehmen in der Schweiz ansässig sind. Bildung und Forschung bringen Fachkräfte hervor und eine gut vernetzte, hohe Forschungskompetenz ermöglicht, Innovationen im Lebensmittelbereich schnell vorwärts zu treiben.

- Im Jahr 2021 wurden zur Bereitstellung von Technologie-Einrichtungen und Wissen in den Bereichen kultiviertem Fleisch und Fermentation der Cultured Food Innovation Hub in Kemptthal (ZH) und zur Förderung proteinreicher Produkte, die nicht herkömmlichen tierischen Quellen entstammen, der Schweizerische Verband für alternative Proteinquellen mit Sitz in Bern gegründet.
- Der 2020 gegründete Verein Swiss Food & Nutrition Valley hat den Zweck, die internationale Ausstrahlung und Vernetzung des schweizerischen Lebensmittelsektors zu stärken.
- Der Verein Swiss Food Research mit Sitz in Zürich verfolgt das Ziel, Innovationen von der Idee bis zur Umsetzung zu unterstützen. Im Rahmen der Fördermittelvergabe der Schweizerische Agentur für Innovationsförderung Innosuisse erhält auch das Swiss Food Research finanzielle Ressourcen, welche es an die Ernährungswirtschaft vergeben kann. So wurde im Jahr 2020 die Entwicklung eines industriell skalierbaren Prozesses zur Proteingewinnung aus frischen Moringa-Blättern gefördert.

3 Potenzialanalyse und Interviewergebnisse

3.1 Produktion ausgewählter Schweizer Ackerkulturen

Die steigende Bedeutung von pflanzlichen Nahrungsmitteln (vgl. Kapitel 2.1 Trends zur Nachfrage nach schweizerischen pflanzlichen Lebensmitteln) bietet der Schweizer Landwirtschaft Alternativen im Ackerbau. Im Fokus dieses Berichts stehen die **Eiweisserbsen, Kichererbsen, Linsen, Ackerbohnen, Lupinen, Hanfnüsse, Hafer und Hirse**. Diese Kulturen wurden aufgrund ihres wirtschaftlichen Potenzials, ihrer Anbaueignung und den Empfehlungen verschiedenster Expert*innen ausgewählt.

Im Bericht Potenzial ausgewählter Ackerkulturen in der Schweiz beschreibt der Schweizer Bauernverband die Potenziale einer breiten Auswahl von Ackerkulturen sowohl für die tierische als auch für die menschliche Ernährung. Nischenkulturen wie Linsen, Reis, Buchweizen, Hanf, Lupinen, Süsskartoffeln usw. misst er ein grosses wirtschaftliches Potenzial bei. Zudem wird der Anbau von Kulturen wie Eiweisserbsen, Soja, Hafer oder Braugerste für die direkte menschliche Ernährung empfohlen, um an wertschöpfungsstärkeren Märkten zu partizipieren (SBV 2021b).

Agroscope überprüfte im Rahmen einer Masterarbeit die Klimaeignung von Ackerkulturen mithilfe eines Vorhersagemodells an fünf verschiedenen Schweizer Standorten. Bekannte Ackerkulturen wie Weisse/Breitblättrige Lupinen, Linsen oder Leinsamen schnitten gut ab. Aber auch unbekanntere Kulturen wie schwarzer Senf eignen sich in Zukunft für den Schweizer Anbau (Heinz 2021).

Die Eignung von Ackerbohnen, Stangenbohnen, Feuerbohnen, Weisser/Breitblättrige und Blauer/Schmalblättriger Lupinen zur landwirtschaftlichen Produktion (Rein- und Mischanbau), Proteingewinnung und schliesslich zur Herstellung von Fleischersatzprodukten wurde durch die Berner Fachhochschule (BFH-HAFL) und Agroscope untersucht. Ein ressourcenschonender und nachhaltiger Anbau könnte dazu dienen, höhere Preise in der Schweiz produzierten Proteins zu rechtfertigen. Die Autor*innen wählten daher Kulturen aus, welche sich für den Mischanbau eignen. Für alle ausgewählten Hülsenfrüchte gilt es eine Verarbeitung zu wählen, welche die enthaltenen antinutritiven Verbindungen unschädlich machen. Als Verarbeitungsmöglichkeit soll besonders die Fermentation näher betrachtet werden (Heine et al. 2018).

In einer Studie stellte Agroscope 20 verschiedene vegane Weichkäse-Varianten her, welche sich bezüglich Rezeptur (Anteil Hafer- und Lupinenmehl), Starterkultur (Kommerzielle Bakterienkultur, spezifische Milchsäurebakterien), Herstellungsart (offen, vakuumgereift, mit Edelschimmelpilz umhüllt) und Reifezeit (0,5,10 Tage) unterschieden. Mit einer einfachen technologischen Ausstattung konnte ein ansprechendes veganes Produkt aus Schweizer Walnüssen, Lupinen- und Hafermehl hergestellt werden (Stoffers et al. 2021).

Die Potenziale weiterer Ackerkulturen werden nachstehend kurz skizziert:

Ölsaaten: Sonnenblumenkerne, Leinsamen, Raps- und Sonnenblumenprotein

Proteine, die aus Quellen stammen, die der schweizerischen Bevölkerung schon bekannt sind, könnten grosses Potenzial haben. Beispielsweise haben Sonnenblumen und Raps ein positives Image, weil sie im Inland angebaut werden und mit ihren Blüten die Kulturlandschaft bereichern. Die Nutzung oder Gewinnung des Proteins aus Raps- oder Sonnenblumenpresskuchens birgt eine Herausforderung, weil Raps und Sonnenblumen meist mit der Schale gepresst werden. Die Schalen bleiben im Presskuchen enthalten und deren Farbe, Ballast- und Bitterstoffe erschweren die Weiterverarbeitung. Die Ölsaaten könnten grundsätzlich ohne Schale gepresst werden. Aktuell sind die grössten Ölgewinnungsanlagen der Schweiz darauf ausgerichtet, die Saaten mit Stützschaale zu pressen. Aufgrund des hohen Fettanteils bei Proteinen aus Ölsaaten kann es Schwierigkeiten mit Ranzigkeit geben.

Soja

Das Projekt Bio Speisesoja Schweiz ermöglicht durch den Zusammenschluss von Produzenten, Verarbeitern, dem Einzelhandel und der Forschung den Vertrieb von Schweizer Bio-Tofu im Einzelhandel. Dank 30-jähriger Züchtungsarbeit der Forschungsanstalt Agroscope liegen frühreife Sojasorten vor, welche sich für die Weiterverarbeitung zu Tofu eignen. Landwirt*innen, welche die Unkrautbekämpfung im Griff haben, können mit Soja Deckungsbeiträge in der Höhe von Brotweizen erreichen d.h. die Wirtschaftlichkeit von Soja ist für den Landwirt gut. Der Richtpreis von Schweizer Bio Soja zu Speisezwecken liegt bei Fr. 220 pro 100 kg und für Futtersoja bei Fr. 140 pro 100 kg. Die Preise für Schweizer Bio Soja liegen doppelt so hoch wie für italienische Bio Soja.

Die angebaute Bio-Soja wird sowohl für die menschliche als auch die tierische Ernährung verwendet. Bei der Eingangstriage der 1. Verarbeitungsstufe werden die Sojabohnen kontrolliert und es wird bestimmt, ob sich der Posten zur Herstellung von Tofu eignet. Für die Herstellung von Tofu eignen sich die Sorten Proteix, Avelin, Aurelina und Galek. Weiter müssen die Sojabohnen möglichst weiss sein, damit der Tofu nicht grau wird und einen möglichst hohen homogenen Proteingehalt aufweisen, damit die Protein Ausbeute bei der Tofu Herstellung stimmt. Es ist wenig Bruch erwünscht, damit die Maschinen nicht verkleben. Anhand des Getreide- und Fremdkörperbesatzes wird entschieden, ob sich die Soja für die Futtermittelproduktion oder die Tofu Produktion eignet. Danach wird die Soja getrocknet und ein erstes Mal gereinigt. Für die Produktion von Tofu findet eine zweite Reinigung mit den gleichen Reinigungsanlagen wie in der Sammelstelle statt. Ein Steinausleser ermöglicht die Entfernung von

Steinen. Trotzdem können die so gereinigten Posten teils noch Verunreinigungen wie Holzstückchen oder Steinchen enthalten. Diese Komponenten stören bei der Herstellung von Tofu jedoch nicht, weil sie mit dem Nebenprodukt entfernt werden. Da Soja so für die menschliche Ernährung schon auf der Stufe Sammelstelle gereinigt werden kann, können Kosten für die Weiterverarbeitung vermindert werden.

Tofu wird aus Sojamilch hergestellt. Eingeweichte Sojabohnen werden gekocht und anschliessend zerkleinert oder es werden schon gemahlene Sojabohnen aufgekocht. Dieses Sojabohnen-Püree wird filtriert, sodass der feste Teil, die Sojapulpe/Filterkuchen, oder in der Tofu Herstellung auch Okara genannt, und der flüssige Teil (Filtrat), die Sojamilch, voneinander getrennt werden. Der Filterkuchen wird heute grösstenteils in die Biogasanlage geführt. Jedoch bestehen Bemühungen, Okara auch für die menschliche Ernährung zu verwenden, wobei die Luya Foods AG in Zollikofen (BE) schon heute aus Okara ein Fleischersatzprodukt produziert (Luya Foods AG 2021). Für die Weiterverarbeitung von Sojamilch zu Tofu wird die Sojamilch mit einem Gerinnungsmittel wie Nigari (Magnesiumchlorid), Zitronensäure oder Calciumsulfat versetzt, worauf sich die Sojamilch in zwei Phasen trennt: die festen Eiweissbestandteile flocken aus/koagulieren/gerinnen in einer wässrigen Lösung. Die ausgeflockten Eiweissbestandteile werden gepresst, geformt und als Tofu vermarktet.

Die Nachfrage nach Schweizer Bio-Soja für die Produktion von Tofu steigt. Besonders während der Corona Pandemie stieg die Nachfrage nach Tofu an, weshalb Bio-Soja importiert wurde. In der Schweiz soll die Anbaufläche von Bio-Soja ausgedehnt werden, auch weil Soja als Proteinkomponente für die Bio-Futtermittel gefragt ist.

Die verarbeitende Industrie erhält wiederholt Anfragen, ob Meat-Analog auf Basis von Schweizer Bio-Soja hergestellt werden kann. Auch für die Herstellung von Meat-Analog aus Soja fehlt in der Schweiz die entsprechende Industrie, welche aus der Sojabohne Proteinkonzentrate oder Proteinisolate gewinnen kann. Für Sojaproteinkonzentrate und Isolate ist die internationale Wertschöpfungskette schon länger etabliert, was kostengünstige Importe ermöglicht. Für Verarbeiter, welche ein gemischtes Sortiment an Fleischersatzprodukten anbieten, kann die Verwendung von Soja eine Herausforderung darstellen. Soja enthält Allergene, welche in den Verarbeitungsanlagen zu Kreuzkontamination führen können. Tofu wird deshalb in separaten Produktionsbereichen hergestellt.

Das Image der Sojabohnen leidet aufgrund von GVO-Produkten, Regenwaldrodungen, den in Sojabohnen enthaltenen Allergenen und den Pflanzenhormonen (Isoflavone), denen fälschlicherweise eine östrogenähnliche Wirkung zugeschrieben wird (Messina et al. 2021). Im Milchersatzmarkt stagniert die Nachfrage nach Produkten aus Soja. Soja kann sich aber als Rohstoff in bei Milchersatzimitaten eignen.

Bohnen

Der Anbau von Auskernbohnen ist in der Schweiz möglich, aber es muss noch mehr Erfahrung gesammelt werden. Je nach Wuchsform können Busch- und Stangenbohne unterschieden werden, wobei beide Wuchsformen möglicherweise mit einem Mähdrescher geerntet werden können. Die Nachfrage nach biologisch angebauten Sorten ist hoch. Von der Biofarm Genossenschaft können beispielsweise Schwarze und Borlotti Bohnen bezogen werden. Die Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften hat im Jahr 2017 Sortenversuche mit Red Kidney, Borlotti, Adzuki, Mung und Weisse Navy Bohnen durchgeführt. Davon erzielten vor allem Red Kidney und Borlotti Bohnen gute Erträge. Auch das landwirtschaftliche Zentrum SG führt Versuche mit Bohnen durch und die Firma Rhytop GmbH ist daran, die aus dem St. Galler Rheintal stammende Schwefelbohne (*Phaseolus vulgaris*) wieder bekannt zu machen (Rutz 2019).

Buchweizen

Buchweizen kann in der Schweiz angebaut und vermarktet werden. Die Wirtschaftlichkeit fällt für den Landwirtschaftsbetrieb aufgrund tiefer Produzentenpreise und fehlender Einzelkulturbeiträge tief aus. Herausfordernd im Anbau ist zudem die Bestimmung des Erntezeitpunkts, aufgrund der gestaffelten Abreife an derselben Pflanze. Generell ist es schwierig, Buchweizen zu schälen, weil er eckig ist

und dadurch die Ausbeute sehr niedrig ausfällt. Beim Schälen erhält man ca. 15% Körner. Der Rest ist Bruch und Schale. Buchweizen kann auch ungeschält gemahlen werden und danach werden die Schalen durch Sieben aus dem Mehl entfernt. Das Mehl enthält dann teilweise noch schwarze Punkte.

Quinoa

Zwischen 2018 und 2020 wurde durchschnittlich 1203 t qualitativ hochwertiges Quinoa für Fr. 3.40 pro kg importiert. Französische Sorten ermöglichen seit einigen Jahren auch den Anbau in der Schweiz, wodurch beispielsweise IP Suisse und die Biofarm Genossenschaft Schweizer Quinoa vermarkten. Verschiedene Herausforderungen im Anbau und in der Reinigung von Quinoa hemmen die Flächenausdehnung, wobei die Verarbeitung auf der ersten Stufe etabliert ist. Die Preise von inländischem Quinoa sind doppelt so hoch wie die von importiertem Quinoa.

Körnersorghum

Bei Sorghumhirse zur Körnernutzung wird die endständige Rispe genutzt. Hier werden, im Gegensatz zu Sorghum zur Silonutzung, kurze Sortentypen (mit Verzweigungen) verwendet. Sorghum ist eine trockenheitstolerante Kultur, welche Erträge zwischen 10-12 t/ha liefert. Körner der Sorghumhirse werden in der Schweiz kaum konsumiert, weil dafür noch eine geringe Essenskultur besteht. Die Einführung von Produkten aus Sorghum wären mit grossen Marketingaufwänden verbunden.

3.1.1 Landwirtschaftliche Produktion

Eiweisserbsen, Kichererbsen, Ackerbohnen, Linsen, Lupinen, Hirse, Hafer und Hanf können grundsätzlich in den vielfältigen Schweizer Ackerbaugebieten angebaut werden. Allerdings unterscheiden sich die Standort- und Pflegeansprüche als auch die Erntbarkeit der acht Kulturen. Dank der biologischen Stickstofffixierung der Knöllchenbakterien, welche in Symbiose mit Körnerleguminosen leben, kann das Stickstoffmanagement von Agrarökosystemen verbessert werden: Zum einen müssen Körnerleguminosen kaum mit Stickstoff gedüngt werden, zum anderen profitiert die Folgekultur von einem erhöhten Stickstoffangebot. Die Kulturen Hirse, Speisahafer und Nutzhanf sind anspruchslose Kulturen und eignen sich gut für den Schweizer Anbau. Als C4-Pflanze weist Hirse eine höhere Wassernutzungseffizienz auf, was deren Anbau in trockneren Regionen begünstigt. Hafer unterdrückt das Unkraut gut und wird als Gesundheitsfrucht in getreidelastigen Fruchtfolgen eingesetzt. Nutzhanf ist nicht mit den gängigen Ackerkulturen verwandt und überträgt so keine Schädlinge/Krankheiten.

Herausforderungen für Körnerleguminosen

Die grösste Herausforderung im Anbau von Körnerleguminosen liegt in der Variabilität der Erträge und der Qualitäten. Ursachen für die Variabilität sind die Wetterempfindlichkeit, die Lageranfälligkeit, die inhomogene Ausreife und eine teilweise schwache Unkrautunterdrückung im juvenilen Stadium. Die Tabelle 2 fasst diese wichtigsten Herausforderungen des Anbaus zusammen.

Tabelle 2: Wichtigste Herausforderungen in der landwirtschaftlichen Produktion von Körnerleguminosen

	Wetterempfindlichkeit	Lageranfälligkeit	Unkrautunterdrückung	Ausreifegrad	Anti-Nutritive Stoffe
Eiweisserbsen	Trockenheit bei Blüte führt zu Blütenfall	Hoch	Schwach	Blüten und reife Hülsen an der gleichen Pflanze, zudem unterschiedliche Korngrösse schränkt Verarbeitung ein	Vorhanden, werden durch Zubereitung meist zerstört
Kichererbsen	Pfahlwurzel: trockenheitstolerant, dafür frost- und feuchteempfindlich	Mittel	Schwach	Inhomogene Abreife	Vorhanden, werden durch Zubereitung zerstört
Ackerbohnen	Pfahlwurzel: Trockenheit bei Blüte führt zu Blütenfall	Tief	Schwach	Gleichmässige Abreife	Vorhanden, unklar welche heutige Ackerbohnsorten sich zur menschlichen Ernährung eignen

Linsen	Trockenheitstolerant, dafür feuchteempfindlich	Hoch	Schwach	Blüten und reife Hülsen an der gleichen Pflanze, Abreife von unten nach oben	Vorhanden, werden durch Zubereitung grösstenteils zerstört
Lupinen	Pfahlwurzel: trockenheitstolerant, frosttolerant	Tief	Schwach	Nicht vollständige Ausreife, Ernte bei 90-95% der braunen Hülsen	Bitterstoffe (Alkaloide) können in CH nicht eliminiert werden

- Wetterempfindlichkeit: Starke Trockenheit führt bei Eiweisserbsen und Ackerbohnen zu Blütenwurf, sodass keine Hülsen ausgebildet werden. Kichererbsen sind als wärmeliebende Pflanzen trockenheitstoleranter, dafür frostempfindlich und bei zu hoher Feuchtigkeit besonders anfällig auf Pilzkrankheiten, wie die Blattflecken- und Bleichkrankheit (*Aschoryta*). Extreme Wetterbedingungen beeinflussen bei Lupinen den Gehalt an toxischen Alkaloiden, was die Verwendung zur menschlichen Ernährung einschränkt. Zudem ist die ertragsstärkere Weisse/Breitblättrige Lupine anfälliger auf die feuchtigkeitsliebende Anthraknose/Brennfleckenkrankheit (*Colletotrichum lupini*).
- Inhomogene Ausreife: Das gleichzeitige Auftreten von Blüten und totreifer Körner bei Eiweisserbsen erschwert die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes. Zudem beeinträchtigen die unterschiedlich grossen Samen das Schälens bei der Verarbeitung. Auch Kichererbsen und Linsen reifen inhomogen ab.
- Lageranfälligkeit: Eiweisserbsen, Kichererbsen und Linsen weisen häufig eine schlechte Standfestigkeit auf. Die dadurch resultierende Lagerung (Abliegen der Pflanze) kann zu einer Spätverunkrautung sowie einer schlechten Erntbarkeit führen.
- Schwache Unkrautunterdrückung im juvenilen Stadium: Linsen und Erbsen unterdrücken das Unkraut besonders schwach im juvenilen Stadium. Ein Voraufbauherbizid oder eine Unkrautkur können den Unkrautdruck reduzieren.
- Leguminosenmüdigkeit durch bodenbürtige Pilze: Leguminosenmüdigkeit ist eine Krankheit, welche aus einem Komplex von Fusskrankheiten/bodenbürtigen Pilzen (*Fusarium*, *Phoma*, *Rhizoctonia* und *Phytium*) besteht (Gelencsér und Hohmann 2020). Diese Pilze befallen Leguminosen und führen schleichend zu einem reduzierten Wachstum und zu Mindererträgen bis hin zum Totalausfall (Jacob et al. 2019). Zurzeit sind nur wenige Böden in der Schweiz von Leguminosenmüdigkeit betroffen. Die wichtigste Massnahme gegen die Ausbreitung des Pilzkomplexes in den Ackerböden ist eine gute Fruchtfolgeplanung, um Anbaupausen von sechs bis acht Jahren zu erreichen. Die Sammelbezeichnung Leguminosenmüdigkeit ist weit gefasst und genauere Beobachtungen könnten aufzeigen, welche pathogenen Pilzstämme mit welchen Arten oder sogar Sorten interagieren. So wurde in einem Anbauversuch der Agroscope beobachtet, dass verschiedene Erbsensorten auf der gleichen, von Leguminosenmüdigkeit betroffenen Parzelle unterschiedlich gediehen. Weiter können Leguminosen in Gründüngungen, im Zwischenfutterbau oder in leguminosenreichen Kunstwiesen Symptome der Leguminosenmüdigkeit aufweisen. Es ist offen, inwiefern sich das Wirtsspektrum der pathogenen Pilzstämme zwischen Leguminosen und Körnerleguminosen überschneidet, also inwiefern ein Risiko besteht mit einer leguminosenreichen Kunstwiese die Anbaupause zu unterlaufen. Ferner ist offen, ob die Anbaupausen im Mischbau von Getreide und Körnerleguminosen verkürzt werden können.

Im Mischbau von Körnerleguminosen mit Getreide verteilt sich das Anbaurisiko auf zwei Kulturen. Getreide wirkt als Stützfrucht, was die Standfestigkeit der Körnerleguminosen verbessert. Engere Reihenabstände und intensivere Bodenbedeckung durch das Getreide verbessern die Unkrautunterdrückung. Um Nährstoffe, Licht und Wasser konkurrieren zwei Kulturen, wodurch tendenziell eine bessere Ressourcennutzung und höhere Gesamterträge erreicht werden. Vom Mischbau profitieren ebenfalls die Biodiversität und die Landschaftsqualität. Der Anbau von Mischkulturen ist jedoch anspruchsvoller als der Anbau von Reinkulturen. Die Mischungspartner müssen für eine gemeinsame Ernte gleichzeitig abreifen, was die Sortenwahl einschränkt. Über die Stickstoffdüngung kann die Wüchsigkeit des Getreides und damit seine Konkurrenzkraft beeinflusst werden. Die Fruchtfolgeplanung für Mischkulturen ist anspruchsvoller, da auf bodenbürtige Krankheiten zweier Kulturen geachtet werden muss. (Dierauer et al. 2017; Clerc et al. 2015). Einzelne Mischungen, wie beispielsweise Eiweisserbsen und Gerste,

haben sich im Bio-Landbau für die Produktion von Futtermittel etabliert. Der Anbau ist aufgrund von wetterbedingten Anbauschwierigkeiten in den letzten drei Jahren jedoch rückläufig. Meist kann nur die Körnerleguminose im Speisekanal abgesetzt werden, weil die Qualität des Getreides durch die Bestandesführung (Erntezeitpunkt, verfügbarer Stickstoff) der Mischkultur leidet.

Zur Steigerung der Ertragssicherheit dient auch die Staffelpflanzung (Relay Intercropping). Die beiden Kulturen können zu unterschiedlichen Terminen in Streifen angesät und separat geerntet werden. Die mechanische Ernte erfordert, dass die erntereife Kultur die zweite durchwegs überragt. Diese Anbauform ist in der Praxis noch wenig erprobt. GPS-gesteuerte Traktoren erleichtern die Aussaat der Zweitkultur und die mechanische Unkrautbekämpfung.

Herausforderungen für Rispenhirse, Speisehafer, Samenhanf

Glutenfreie Hirse wird importiert, weil mit der kleinen Inlandproduktion die Reinhaltung vom Feld bis zur Abpackung nicht gewährleistet werden kann. Die Kontaminierung mit glutenhaltigem Getreide ist praktisch unvermeidbar (Mähdrescher, Sammelstellen, Mühlen). Diese Einschränkung führt dazu, dass durch das niedrigere Absatzpotenzial der Hirseanbau in der Schweiz nur geringfügig ausgedehnt werden kann. Aus denselben Gründen kann inländischer Speisehafer nicht glutenfrei angeboten werden. In der Speisehaferproduktion ist das Hektolitergewicht/Schüttgewicht kritisch. Neben der Standortwahl (Klima, Bodenverhältnisse) und der Bestandesführung (Saatzeitpunkt und -dichte, Düngung) lässt es sich durch die Hafersorte beeinflussen. In der Produktion von Hanfnüssen wiederum spielt der Ernteindex (Anteil nutzbarer Samen im Verhältnis zur gesamten Biomasseproduktion) eine entscheidende Rolle. Für die erfolgreiche Körnerernte sind die Einstellungen am Mähdrescher entscheidend. Zudem kann es sehr selten zur THC-Kontamination der Körner durch Blütenstaub kommen.

Produktionsfläche und Produktionsmengen

In Abbildung 4 ist ersichtlich, dass der grösste Anteil der Produktionsmengen dieser Kulturen für die Produktion von Futtermitteln verwendet wird. Die Produktionsfläche für Hafer, Lupinen, Linsen und Hanf nehmen zu. Für Hirse konnte bis ins Jahr 2019 eine Zunahme beobachtet werden, doch blieb die Anbaufläche in den letzten zwei Jahren auf etwas tieferem Niveau nahezu konstant. Der Anbau von Futtererbsen und Ackerbohnen für die Produktion von Futtermitteln nimmt ab. Daten zu den Kichererbsen liegen nicht vor.

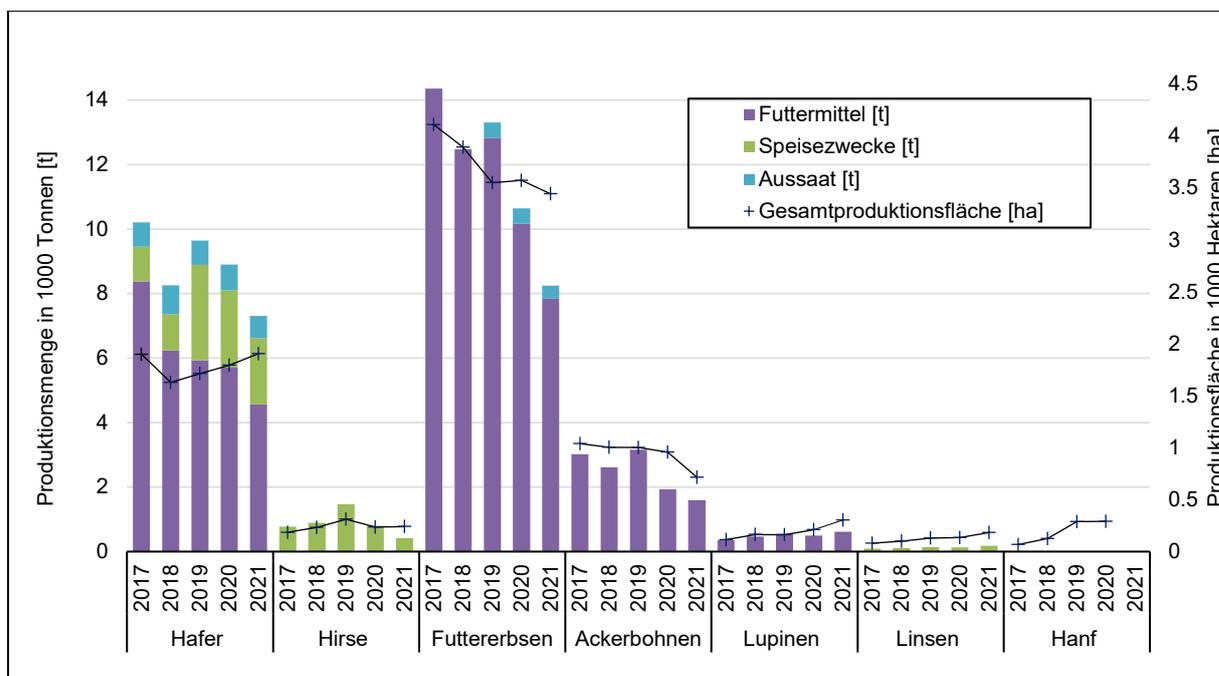


Abbildung 4: Inländische Produktionsmengen nach Verwendungszweck und Produktionsfläche von Hafer, Hirse, Futtererbsen, Lupinen, Linsen und Hanf für die letzten fünf Jahre. Für Kichererbsen liegen noch keine Daten vor (SBV Agristat 2021; swiss granum 2021a, 2021b).

Konventionell produzierte Eiweisserbsen und Ackerbohnen werden marktseitig weiterhin nachgefragt und vorwiegend für die eigene Futtermittelproduktion angebaut (SBV 2021b). Die seit 2022 angewendete Bio Suisse Anforderung, wonach Raufutterverzehrer ausschliesslich mit inländischem Futter zu versorgen sind, dürfte die Nachfrage nach Körnerleguminosen in den nächsten Jahren erhöhen. Insgesamt ist im Biolandbau eine intensivere Flächenkonkurrenz zwischen eiweissreichen Futter- und Lebensmitteln zu erwarten.

3.1.2 Grenzschutz

Erbsen, Kichererbsen, Linsen, Ackerbohnen, Lupinen, Hanf, Hafer und Hirse diverser Verarbeitungsgrade werden von Schweizer Verarbeitungsfirmen und vom Einzelhandel vermehrt nachgefragt. Der Grossteil der Rohstoffe stammt aus dem Ausland, weil die Schweizer Landwirtschaft diese nicht in vergleichbaren Mengen und Qualitäten und zu höheren Preisen produziert.

Die Preise von inländischen Agrarprodukten und Lebensmitteln werden meist über den Grenzschutz gestützt. Bei der Festsetzung des Grenzschutzes wurden die Versorgungslage im Inland und die Absatzmöglichkeiten für gleichartige inländische Erzeugnisse berücksichtigt. Für die hier behandelten Kulturen sind fünf Verordnungen von Relevanz, welche die im Rahmen der WTO vereinbarten und im Zolltarifgesetz (SR 632.10) verankerten, höchst möglichen Einfuhrzollansätze herabsetzen: die Agrareinfuhrverordnung (SR 916.01), die Freihandelsverordnung 1 (SR 632.421.0), die Freihandelsverordnung 2 (SR 632.319), die Zollerleichterungsverordnung (SR 631.012) und die Zollpräferenzenverordnung (SR 632.911). Erbsen, Kichererbsen, Linsen, Ackerbohnen, Lupinen, Hanf, Hafer, Hirse werden je nach Herkunft, Verarbeitungsgrad und Verwendungszweck zu unterschiedlichen Grenzabgaben importiert. Im Anhang 6 wird auf den spezifischen Grenzschutz von verarbeiteten Rohstoffen bis zur 1. Verarbeitungsstufe eingegangen. Die Zolltarifnummern für die Halbfabrikate wie Protein- und Faserfraktionen sind recht unspezifisch und umfassen ein heterogenes Warenspektrum. Die hier vorgestellten Kulturen verfügen über einen tiefen Grenzschutz. Um höhere Schweizer Produktpreise zu rechtfertigen, sind Alleinstellungsmerkmale wie nachhaltiger Anbau und Herkunft auszuloben.

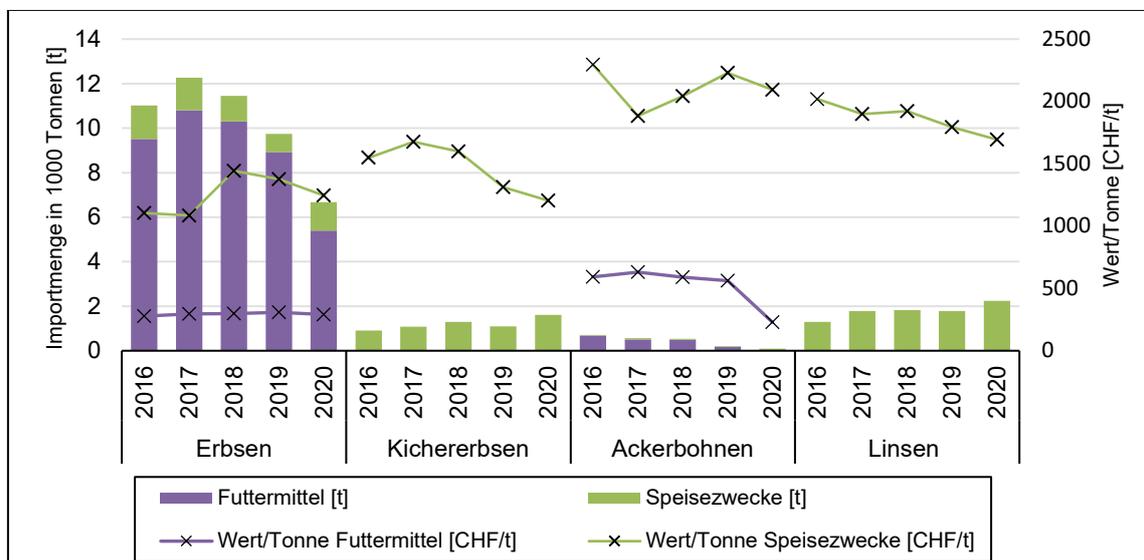


Abbildung 5: Importmengen und mittlerer Grenzwert/Tonne von trocken und ausgelösten, ganzen, unbearbeiteten Erbsen, Kichererbsen, Ackerbohnen, Linsen zu Futtermittel und Speisezwecken (BAZG 2021)

In Abbildung 5, sind die Importe des Zolltarifkapitels 7 dargestellt, welches die trocken und ausgelösten, ganzen, unbearbeiteten Körnerleguminosen enthält. Die meisten Körnerleguminosen werden in dieser Form importiert. Der Wert der Ware entspricht gemäss Verordnung über die Statistik des Aussehens (SR 632.14) der Summe aus dem Warenwert, den Transportkosten und der Versicherung bis zur Schweizer Grenze. Der Warenwert ist von den Qualitätseigenschaften und dem Produktionsstandard der Ware abhängig. Für Lupinen gibt es keine spezifische Zolltarifnummer, weshalb sie hier nicht dargestellt sind. Nach Angaben des BAZG werden Samen von Lupinen und Wicken zur menschlichen Ernährung unter der Zolltarifnummer 1209.2919 zollfrei importiert.

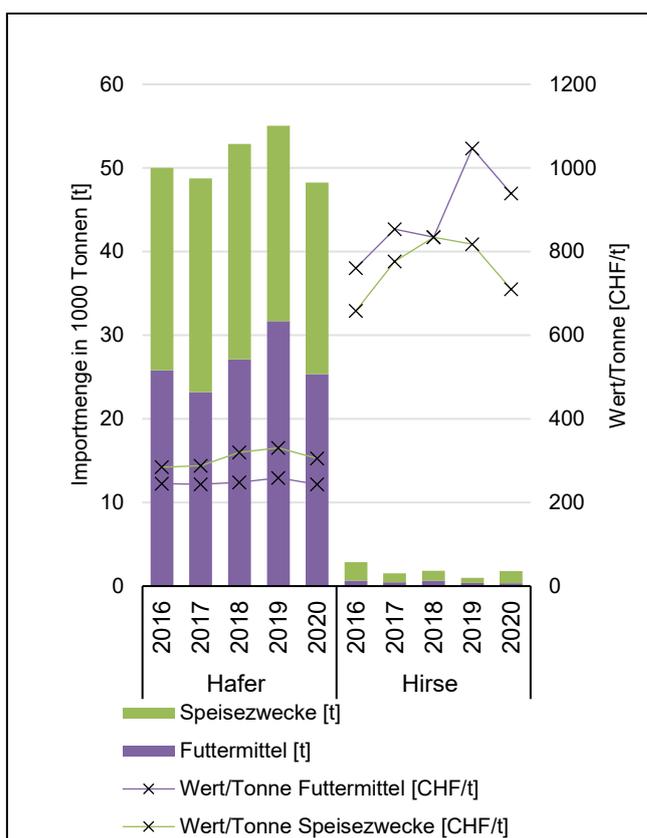


Abbildung 6: Importmengen und mittlerer Grenzwert/Tonne von Hafer und Hirse, welche nicht geschält oder anders bearbeitet ist (BAZG 2021).

In Abbildung 6 sind die zollfreien Importmengen und deren Wert pro Tonne von Hirse und Hafer des Zolltarifkapitels 10 dargestellt. Es fällt auf, dass der mittlere Grenzwert pro Tonne für Hirse zur Produktion von Futtermittel höher liegt als der durchschnittliche Wert pro Tonne für Hirse zur Produktion von Nahrungsmitteln. Die geringen Importmengen beinhalten begrenzte Aussagekraft, weshalb vorliegend nicht über mögliche Gründe spekuliert wird.

3.1.3 Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Die Preisdifferenz zwischen ausländischen und Schweizer Rohstoffen von ca. 20 Prozent, die Konsument*innen generell bereit zu zahlen sind, wird meist überschritten. Die durchschnittlichen Importpreise in Tabelle 3: Mittlere Preise der Zeitperiode 2016-2020 für Importe (unverzollt) und Richtpreise des Jahres 2020 für inländische Ackerkulturen (Fr./100 kg), (k. A.: Keine Angaben) (BAZG 2021; Bio Aktuell 2021; SBV 2021a) wurden für die Zeitperiode 2016-2020 berechnet. Der mittlere Importpreis errechnet sich aus dem Quotient der Jahressummen der Grenzwerte und Importmengen der entsprechenden Zolltarifnummern. Aufgrund von Skaleneffekten bei Beschaffung sinken die Importpreise tendenziell mit steigenden Importmengen.

Tabelle 3: Mittlere Preise der Zeitperiode 2016-2020 für Importe (unverzollt) und Richtpreise des Jahres 2020 für inländische Ackerkulturen (Fr./100 kg), (k. A.: Keine Angaben) (BAZG 2021; Bio Aktuell 2021; SBV 2021a)

	Futtermittel			Speisezwecke		
	Importpreis	Richtpreis konventionell	Richtpreis Bio	Importpreis	Richtpreis konventionell	Richtpreis Bio
Erbsen	29.4	37	87	125.1	k. A.	k. A.
Kichererbsen	k. A.	k. A.	k. A.	146.8	k. A.	k. A.
Ackerbohnen	52.1	34.5	77	210.8	k. A.	k. A.
Linsen	k. A.	k. A.	k. A.	186.5	k. A.	k. A.
Hafer	24.8	30.50	64	30.6	k. A.	78.5
Hirse	88.7	k. A.	k. A.	75.9	k. A.	155

Die Wirtschaftlichkeit der Körnerleguminosen zu Speisezwecken ist im Vergleich zu gängigen Kulturen wie Brotweizen oder Zuckerrüben tiefer. Sie hängt von verschiedenen Faktoren ab wie Arbeitszeitbedarf, mittlerer Ertrag, Markterlös, Wert des fixierten Stickstoffs für Folgekulturen und Beiträge. Fehlende Angaben über den Arbeitsbedarf und Markterlöse für Körnerleguminosen zur menschlichen Ernährung erschweren die Berechnung von Deckungsbeiträgen.

3.1.4 Verarbeitung 1. Stufe

Die Erstübernehmer/Getreidesammelstellen nehmen oft Erntegut verschiedener Arten zu Futterzwecken und zur menschlichen Ernährung an. In den Sammelstellen erfolgt bei Bedarf die Nachrocknung und die erste Reinigung des Ernteguts. Während die Futtermittel direkt nach der ersten Reinigungsstufe weiterverarbeitet werden können, müssen Waren für die menschliche Ernährung wie Hafer- und Hirseflocken, Bohnen oder Linsen ein zweites Mal gereinigt werden, meist in Mühlen. Hier werden weitere Fremdkörper wie Unkrautsamen, Steinchen oder Holzstückchen entfernt.

In der Schweiz angewendete Reinigungs- und Prozessanlagen können grundsätzlich alle Kulturen mechanisch zu Speisezwecken reinigen. Unerwünschte Bestandteile können anhand der Korngrösse (Sieben), der Dichte (Luftströme) oder optoelektronisch entfernt werden. Für die Trennung nach dem spezifischen Gewicht mithilfe von Luftströmen gibt es zwei Methoden. In einem Aspirationskanal werden alle leichten Teile abgesogen oder unterschiedliche Schwebefähigkeiten zur Trennung genutzt. So wird zum Beispiel bei einer Steinauslese die weniger dichte Fraktion durch einen Luftstrom angehoben und die Steine ausgelesen. Weissen Fremdstoffe die gleiche Dichte wie das Korn auf, wird mithilfe eines Lasers nach Farbe (Farbsortierung) getrennt. Durch Sieben lassen sich beispielsweise bei Mischkulturen von Erbsen und Gerste die Bruchfragmente nicht vollständig von ganzen Körnern trennen, wodurch oft nicht lohnende Farbsortierungen nötig sind. Deshalb werden diese Gemische oft dem tieferpreisigeren Futterkanal zugeführt.

Die Verarbeitung von Speisehafer, Hirse und Hanfnüssen ist in der Schweiz weiter fortgeschritten als von Körnerleguminosen, da Letztere zumeist als Monoprodukte oder Hummus vermarktet werden.

- Speisehafer wird an der Sammelstelle gereinigt und getrocknet. Fürs Schälen/Entspelzen wird er an eine Mühle weitergegeben. In der Weiterverarbeitung wird der Hafer meist gedämpft (bei 90-120°C) und gedarrt/nachgetrocknet. Diese Verarbeitungsschritte hemmen die Aktivität bestimmter Enzyme (Lipasen), die sonst später bei der Lagerung einen ranzigen, bitteren Geschmack verursachen würden. Für die Haferflockenproduktion werden die ganzen Haferkerne verwendet, sodass man von Vollkornflocken sprechen kann. Für die Produktion von Hafermehl können der Keimling, die Aleuronschicht und die Kornrandschichten nach dem Mahlen abgesiebt werden, wobei dieser Rückstand als Haferkleie bezeichnet wird.
- Rispenhirsen werden beim Drusch direkt vom Mährescher entspelzt und an Getreidesammelstellen geliefert. Die braunen Hirsekörner werden geschält und poliert, sodass die gelben/goldigen Samen zum Vorschein kommen. Je nach Verwendungszweck wird die Hirse von Bitterstoffen befreit, zu Flocken gewalzt und stabilisiert. Hirse kann auch zu Mehl weiterverarbeitet oder zu Öl gepresst werden.
- Hanfsamen können in Getreidesammelstellen bei Temperaturen bis 35°C getrocknet werden, weil sie sonst schneller ranzig werden. Nach der Trocknung werden die Samen ein halbes Jahr bei 15°C gelagert, damit sie das beste Aroma entfalten. Die Hanfnüsse werden mithilfe von Abrasion (Schleifpapier) oder durch einen Prallschäler (Samenschale platzt beim Aufprall) geschält und danach zu Öl gepresst. Durch das Schälen der Hanfnuss steigt der Proteingehalt des Presskuchens und die Bitterstoffe und Ballaststoffe entfallen. Der Presskuchen kann vermahlen werden, durch verschiedene Siebstufen kann zudem der Schalenanteil weiter reduziert werden. Der Proteingehalt kann mit dieser Trockenfraktionierung bis auf 50% erhöht werden.

Die geringen Produktionsmengen verursachen in der Reinigung und Verarbeitung hohe Kosten, wobei sich gute Qualitäten (Fremdbesatz, Wassergehalt, Hektolitergewicht, Kontaminationen), konstante Mengen und niedrige Preise von Importwaren für verarbeitende Betriebe der 1. Stufe in tieferen Kosten

niederschlagen. Es besteht daher nur ein geringer Innovationszog, um alternative, kostengünstigere Reinigungsmöglichkeiten für die Schweiz zu entwickeln. Für Nebenprodukte wie Haferkleie oder die Schalen der Hanfnuss bestehen weder zu Futter- noch zu Speisezwecken wertschöpfungsstarke Absatzkanäle.

3.1.5 Verarbeitung 2. Stufe

3.1.5.1 Herstellung von pflanzenbasierten Milchdrinks

Für die Herstellung werden je nach Drink teilweise vorverarbeitete Rohstoffe genutzt. Für Haferdrinks dienen Hafermehl oder Haferflocken als Ausgangsstoff. Je nach Milchersatzprodukt werden auch Proteine zugegeben, für deren Herstellung die verarbeitende Industrie in der Schweiz kaum etabliert ist. Um den Mehrwert einer Auslobung mit Herkunftsangabe Schweiz abzuschöpfen, müssen pflanzenbasierte Drinks neben dem Wasser auch den wesensgebenden Rohstoff aus der Schweiz enthalten.

- Haferdrink aus Hafermehl: Der fein gemahlene Hafer wird mit Wasser vermengt. Die Schleimstoffe (teilweise die Betaglucane) und die Stärke werden durch die Zufuhr von Wasser aus dem Hafer gelöst. Die Lösung kann enzymatisch behandelt werden, sodass Mikroorganismen die Stärke zu Zucker abbauen und der Haferdrink ohne Beigabe von weiterem Zucker süsslich wird. Der ungelöste Teil der gemahlene Haferflocken setzt sich als Rückstand ab. Die Trennung der wässrigen Lösung (Haferdrink) vom Restsubstrat gestaltet sich aufgrund der Schleimstoffe schwierig. Die Ausbeute des Hafers, also der Anteil der Inhaltstoffe welche ins Wasser übergeht, also wasserlöslich ist, scheint eher klein. Raps- und Sonnenblumenöl verursachen im Geschmacksprofil der Milchersatzprodukte einen Nebengeschmack, weshalb Kokosöl präferiert wird. Der Haferdrink wird zum Schluss erhitzt.

3.1.5.2 Gewinnung pflanzlicher Proteine

Für die Herstellung von Milch- und Fleischersatzprodukten werden oft pflanzliche Proteine verwendet, meist aus Nebenprodukten der Ölgewinnung (Soja-, Raps-, Hanf-, Sonnenblumen- und Kürbiskernpresskuchen) und aus Nebenprodukten der Stärkegewinnung (Weizen, Kartoffeln und Mais). Die steigende Nachfrage nach pflanzlichem Protein kann dazu führen, dass die Proteingewinnung wie bei Sojaschrot zu Futterzwecken zum Hauptprodukt wird. Die gewonnen proteinreichen Produkte können in Mehle, Konzentrate und Isolat gegliedert werden, wobei sie sich bezüglich ihres Proteingehalts und der Art, wie sie gewonnen werden, unterscheiden. Proteinmehle weisen mit weniger als 40% Protein im Vergleich zu Proteinkonzentraten (>50% Protein) und Proteinisolaten (>80% Protein) den niedrigsten Proteingehalt auf. Zudem eignen sich die drei Gruppen für unterschiedliche Produktkreationen.

Integral- oder Proteinmehl (>40% Protein) durch Mahlen

Proteinmehle können auf unterschiedliche Weise hergestellt werden wie z.B. ein Integralmehl aus der Vermahlung von ungeschälten Hülsenfrüchten. Der Proteingehalt dieses Integralmehls ist identisch mit dem von unverarbeiteten Hülsenfrüchten und liegt zwischen 20% und 40%. Weiter enthält das Integralmehl neben Protein auch alle weiteren Inhaltstoffe der Hülsenfrüchte also Kohlenhydrate (Stärke), Nahrungsfasern (Ballaststoffe), Fett und je nach Hülsenfrucht unterschiedliche Stoffe, welche die Nährstoffaufnahme durch Monogastrier einschränken (Phytinsäuren, Saponine, Lektine, Trypsininhibitoren, Polyphenole (Tannine)) und teilweise grüne und bohnenartige Aromen (Heine et al. 2018). Relativ geringe Proteingehalte, unerwünschte Aromen und antinutritive Stoffe schränken die Verwendung des Integralmehls ein. Es bestehen jedoch Möglichkeiten, mit Fermentation die Proteinverdaulichkeit zu verbessern (Heine et al. 2018) und es wird auch daran geforscht, Milchersatzprodukte aus Integralmehl herzustellen.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung von Proteinmehl ist das Vermahlen von Presskuchen von Ölsaaten. Die Saaten werden vor dem Pressen geschält, um die enthaltenen Ballast- und Bitterstoffe vom Presskuchen zu trennen. Durch den Ölentzug steigt der Proteingehalt von vermahlenem Kürbispresskuchen auf bis zu 60%, womit der Presskuchen als Proteinkonzentrat eingestuft werden kann.

Proteinkonzentrate (>50% Protein) durch Trockenfraktionierung (physikalisches Verfahren)

Ein weiteres Verfahren zur Aufkonzentrierung von pflanzlichem Protein ist die sogenannte Trockenfraktionierung, bei der die vermahlenden Saaten in zwei unterschiedliche Fraktionen getrennt werden. Die Stärkefraktion der gemahlenden Saaten ist dichter und gröber als die Proteinfraction. Dies ermöglicht die Trennung der beiden Fraktionen mithilfe eines Luftstroms (trocken) (Boye et al. 2010). Diese physikalische Trennungsmethode liefert ein Proteinkonzentrat mit mehr als 50% Protein, das nicht rein ist und welches häufig einen Eigengeschmack aufweist (Heine et al. 2018). Proteinkonzentrate eignen sich für die Herstellung von gewissen Fleischersatzprodukten, jedoch werden für die Produktion von Meat-Analog Produkten von der Verarbeitungsindustrie meist Protein- und Faserisolate verwendet.

Proteinisolate (>80% Protein) durch Nassextraktion (chemisches Verfahren)

Proteinisolate werden mithilfe der Nassextraktion/alkalischen Extraktion gewonnen. In diesem chemischen Trennungsverfahren werden die Proteine in einer basischen Lösung gelöst und anschließend in einer säurehaltigen Lösung ausgeflockt. Aufgrund der spezifischen elektrischen Ladungen ihrer Aminosäuren floccen die Aminosäuren bei spezifischen PH-Werten (isoelektrischer Punkt) aus der Lösung aus. Die Flocken werden zentrifugiert und gereinigt (Boye et al. 2010).

3.1.5.3 Texturiertes Protein durch Extrusion

Um die faserige Texturierung von Meat-Analog Produkten (vgl. Kap. 2.1) zu erreichen, wird Meat-Analog meist aus texturierten pflanzlichen Proteinen (TVP: Texturized Vegetable Proteins) hergestellt (Abbildung 7).



Abbildung 7: Produktionsschritte zur Herstellung von Meat-Analog (Fotos: aus dem Schweizer Forschungsmagazin «Horizonte» von Florian Kalotay)

Texturierte pflanzliche Proteine werden durch verfahrenstechnische Extrusion aus Protein- und Faserisolaten gewonnen, wobei die Textur des Proteins durch die Extrusion (Trocken- und Nassextrusion) erreicht wird. Für die Extrusion benützt man einen Extruder. Im Extruder dreht sich eine spiralförmige Schneckenwelle um die eigene Achse. Die befeuchteten Protein- und Faserisolate werden bei zunehmendem Druck und hohen Temperaturen am Ende des Zylinders durch eine enge Düse gepresst. Der hohe Druck und die physikalischen Scherkräfte, welche durch die im Zylinder drehende Schneckenwelle entstehen, verändern die räumliche Struktur (Tertiär- und Quartärstruktur) der pflanzlichen Proteine. Die räumliche Proteinstruktur wird von einer sphärischen, globulären, kugelförmigen zu einer flachen, faltigen, netzartigen oder eben texturierten Struktur. Das texturierte pflanzliche Protein wird zu Meat-Analog weiterverarbeitet.

Innerhalb der Extrusion unterscheiden sich die Trocken- und die Nassextrusion (High Moisture Extrusion) bezüglich der zugesetzten Wassermenge. Texturierte Proteine werden sowohl mithilfe der Trocken- als auch der Nassextrusion hergestellt. Ein weiterer Unterschied besteht in den Qualitätseigenschaften des Proteins, das extrudiert resp. texturiert werden soll. Während bei der Nassextrusion eher Proteinisolate erforderlich sind, können mit der Trockenextrusion auch Proteinkonzentrate oder neuerdings sogar direkt Presskuchen verwendet werden. Im Vergleich zur Trockenextrusion soll die Nassextrusion viermal mehr Energie benötigen. Für beide Extrusionsverfahren ist wichtig, dass die Vorprodukte homogene Qualitätseigenschaften aufweisen. Verändern sich die Qualitätseigenschaften, müssen zur Erreichung einer homogenen Qualität beim Endprodukt die Einstellungen des Extruders angepasst werden. Dies ist für die verarbeitende Industrie aufwendig, weil Einstellungsänderungen Produktionsunterbrüche erfordern.

Die Anforderungen an die verwendeten Rohstoffe für die Extrusion sind ein möglichst reiner und hoher Proteingehalt (bis zu 80%), sodass mithilfe der Nassextrusion die Saftigkeit, Faserigkeit und Struktur von Fleisch imitiert werden kann und der hohe Proteingehalt einen möglichst fleischähnlichen

Nährwert generiert. Weiter ist die Emulgierereigenschaft des Proteins von Bedeutung. Das Protein soll auch möglichst farb- und geschmacklos sein und kein unerwünschtes Aroma (Off-Taste) enthalten. Ein Eigengeschmack des Rohstoffs ist nur dann erwünscht, wenn er ein fleischähnliches, beispielsweise ein nussiges oder kerniges Aroma besitzt.

Durch die Beigabe von Aromastoffen und Gewürzen wird die geschmackliche Fleischähnlichkeit des Produkts erzielt. Aromastoffe und Gewürze sind jedoch teuer, weshalb eine mässige Zugabe angestrebt wird. Teilweise wird dem Produkt für die Textur und Saftigkeit Methylzellulose zugesetzt. Gewisse Hersteller von Fleischersatzprodukten verwenden vorgefertigte Mischungen unterschiedlicher Proteinisolate (Bsp. Erbsen- und Ackerbohngemisch) oder kaufen bereits texturierte Proteine ein.

Einzelne Label wie Bio Knospe schliessen für die Herstellung von Fleischersatzprodukten die Extrusion aus, weil sie die natürlichen Eigenschaften der Rohstoffe stark verändert.

3.1.6 Aspekte der Ernährungsphysiologie

Körnerleguminosen:

Hülsenfrüchte enthalten wertvolle Eiweisse, wenig Fett, sind reich an Mineralien wie Eisen, Kalium, Magnesium, Zink und enthalten viele B-Vitamine; einschliesslich Thiamin, Niacin und Folsäure (Dudda 2016; Schulz 2011). Neben dem Proteingehalt bestimmen die enthaltenen Aminosäuren und die Verdaulichkeit die Proteinwertigkeit. Leguminosenproteine gelten grundsätzlich als wertvolle Aminosäure-Quellen und werden daher oft als Alternative zu tierischen Eiweissen eingesetzt. Hülsenfrüchte weisen zudem einen niedrigen glykämischen Index auf, was bedeutet, dass der Blutzuckerspiegel beim Verzehr von Hülsenfrüchte langsamer ansteigt, als beim Konsum anderer Lebensmittel wie beispielsweise dem Konsum von Weissbrot (Schulz 2011).

Hülsenfrüchte enthalten jedoch auch Antinutritive-Stoffe, welche die Aufnahme von Nährstoffen im Darm einschränken oder direkt toxisch wirken. Polyphenole/Phenolderivate/Tannine, Phytinsäuren, Phasine (Lektine), Glucoside (Vicin, Convicin, Saponin), Protease Inhibitoren und Alkaloide können in den Samen der Körnerleguminosen enthalten sein. Die effektive Wirkung dieser sekundären Pflanzenstoffe auf die menschliche Verdauung und den menschlichen Körper, als auch ihr Vorkommen in den verschiedenen Sorten sind wenig erforscht (Dudda 2016). Zum einen können die Unterschiede der ernährungsphysiologischen Zusammensetzung zwischen den verschiedenen Sorten genau so gross sein, wie zwischen verschiedenen Arten, zum anderen beeinflussen der Anbau und die klimatischen Bedingungen die Zusammensetzung (Erbersdobler et al. 2017). Die Schwerpunkte der Zucht und Sortenprüfung lagen in den letzten Jahren in agronomischen Eigenschaften wie Trockenheitstoleranz, Ertrag und Bestandeshöhe. Die Parameter der ernährungsphysiologischen Zusammensetzung wurden weniger berücksichtigt. Die genetische Vielfalt der Körnerleguminosen bietet jedoch Material, welches zur Zucht und Entwicklung von robusten und für die menschliche Ernährung geeigneten Sorten verwendet werden kann.

Die Wirkung von antinutritiver Stoffe kann durch die Verarbeitung dezimiert werden. Ein bekannter Weg ist massvolles Erhitzen, wie das „Toasten“ (von Sojaschrot), Extrudieren, Backen, Dämpfen und Kochen. Auf dem schmalen Grat zwischen ausreichender Erwärmung und zu vermeidender Überhitzung gilt es, die optimale Proteinqualität zu suchen (Erbersdobler et al. 2017). Auch traditionelle Techniken wie das Einweichen, das Keimen (Bohnensprossen), die Fermentation und das Zerkleinern von Hülsenfrüchten minimieren die Wirkung der Anti-Nährstoffe (Dudda 2016; Heine et al. 2018). Zudem können möglicherweise bei der Nassextraktion Anti-Nährstoffe eliminiert werden (vgl. Kap. 3.1.5.2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Alkaloide in Lupinen: Alkaloide sind antinutritive Stoffe, welche die Verwendung der Lupinen für die menschliche Ernährung einschränken und nicht durch die gängige Verarbeitung eliminiert werden können. Alkaloide lassen Lupinen bitter schmecken und können giftig sein. Obwohl der Alkaloidgehalt der Lupine in den letzten Jahren durch Zucht vermindert werden konnte, sind die Alkaloide immer noch in der Pflanze vorhanden und können die empfohlenen Grenzwerte in der Trockenmasse von unter 0,05% für Tierfutter und unter 0,02% für die menschliche Ernährung übertreffen. In hohen Dosen

können Alkaloide bei Menschen Vergiftungssymptome hervorrufen, die das Nerven-, Kreislauf- und Verdauungssystem betreffen (Bundesinstitut für Risikobewertung (DE) 2017). Es gibt jedoch patentierte deutsche Verarbeitungsverfahren, welche die Alkaloide aus den Lupinen eliminieren können.

Hafer, Hirse, Hanfnüsse:

Hirse und Hafer sind glutenfreie Getreide. Hafer weist einen hohen Beta-Glucan-Gehalt auf. Beta-Glucane sind Mehrfachzucker/Polysaccharide. Sie gehören zu den Ballaststoffen und haben nachweislich einen guten Einfluss auf den Cholesterin- und Blutzuckerwert (Daou und Zhang 2012). Hirse enthält mehr Fett als andere Getreidearten, wobei ein grosser Teil davon mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind. Zudem enthält Hirse viel Kieselsäure, die kräftigend auf Haut, Haare und Nägel wirkt (Humphrys 2005). Hanfnüsse zeichnen sich durch einen hohen Proteingehalt aus und enthalten alle für den Menschen essentiellen Aminosäuren. Weiter weisen sie ein interessantes Fettsäureprofil und hohe Eisenwerte auf.

3.2 Umweltwirkung

Die Umweltwirkungen von pflanzlichen Produkten können auf der Produktionsebene (Ackerkulturen), der Verarbeitungsebene und der Konsumebene erfasst werden. Zudem können verschiedene Umweltindikatoren definiert werden. Umweltwirkungen lassen sich auf unterschiedliche Bezugsgrössen wie Fläche, Produktionsmenge, Produktionserlös, produzierte Kalorien oder Nährstoffwertigkeit bemessen. Körnerleguminosen können mit anderen Kulturen verglichen werden. So schneiden Erbsen im Vergleich zu Weizen in Lebenszyklusanalysen für Schweizer Ackerkulturen etwas besser ab. Werden die einzelnen Umweltwirkungen auf die Masseinheit eines Kilogramms Trockenmasse aufgerechnet, zeigt Weizen jedoch aufgrund der höheren Erträge teilweise eine bessere Umweltwirkung (Nemecek et al. 2008).

Die Daten der Umweltwirkungen stehen in der Datenbank SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment Database), welche mit der Datenplattform ecoinvent verknüpft ist, zur Verfügung. Sie werden für einzelnen Kulturen erfasst. Zur Erlangung aussagekräftiger Erkenntnisse empfiehlt Agroscope jedoch gegenüber der Bewertung von einzelnen Kulturen eher einen grösseren Kontext wie Fruchtfolgen, Flächenbelegungen oder einen Bezug zu Importen. Agroscope arbeitet an einer Weiterentwicklung der Methodik für Ökobilanzen zur besseren Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit verschiedener Proteinquellen. So kann der Nährwert eines Lebensmittels beispielsweise von Kuhmilch in der Umweltbewertung berücksichtigt werden. Die entsprechende Doktorarbeit wird voraussichtlich Mitte 2022 veröffentlicht.

Die Umweltwirkungen von Eiweisserbsen und Soja innerhalb einer Schweizer Fruchtfolge wurden untersucht. Eine Standardfruchtfolge wurde mit einer körnerleguminosen-betonten Fruchtfolge verglichen, wobei beide Fruchtfolgen mit Mineraldünger gedüngt und mit Pflanzenschutzmitteln behandelt wurden. Die mit Körnerleguminosen angereicherte Fruchtfolge schnitt im Energiebedarf, im Treibhausgaspotenzial und in der Ozonbildung besser ab, als die Standardfruchtfolge. Hingegen schnitt sie im Eutrophierungspotenzial wegen der leicht höheren Nitratauswaschung, der aquatischen Ökotoxizität sowie der menschlichen Toxizität aufgrund der angewendeten Pflanzenschutzmittel schlechter ab (Nemecek et al. 2008).

3.3 Ausgewählte Rohstoffe pflanzlicher Lebensmittel

In den nächsten Kapiteln wird eine grobe Kategorisierung verschiedener Produkte vorgenommen und deren aktuelle Herausforderungen und Chancen für die Verwendung von Schweizer Eiweisserbsen, Kichererbsen, Ackerbohnen, Linsen, Lupinen, Hirse, Hafer und Hanf diskutiert.

3.3.1 Monoprodukte und zusammengesetzte Produkte

Monoprodukte

Monoprodukte sind aus einer Zutat bestehende Lebensmittel beispielsweise eine Packung Linsen, Hirse, Haferflocken oder Hülsenfrüchte in Konserven. Schweizer Nischenprodukte sind prädestiniert für die Vermarktung als Monoprodukte, weil die Auslobung einfacher ist, die Anforderungen an eine

homogene Qualität und an jährliche Mindestliefermengen eher geringer sind und ein Konsumenten-segment bereit ist, den Mehrpreis zu importierten Waren zu zahlen. Meist werden Schweizer Monopro- dukte unter einer Marke angeboten, beispielsweise regio.garantie, IP Suisse, oder Bio Suisse. Die La- bels stellen Anforderungen an die Herkunft und die Produktionsbedingungen und bedienen ein Konsu- mentenbedürfnis nach regionalen und ressourcenschonend produzierten Lebensmitteln. Darüber hin- aus ermöglicht die Zertifizierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die Glaubwürdigkeit des Labels und seiner Versprechen zu stärken.

Zusammengesetzte Produkte

Zusammengesetzte Produkte sind Lebensmittel, die aus mehreren Zutaten bestehen, beispielsweise ein Birchermüsli, Hummus oder ein Fertiggericht. Für zusammengesetzte Produkte ist die Vermarktung und der Verkauf von pflanzlichen Rohstoffen aus der Schweiz anspruchsvoll. Die Sicherstellung der Beschaffung der entsprechenden Mengen aus inländischer Produktion ist zusammen mit den höheren Rohstoffpreisen eine Hürde. Weiter ist die Schweizer Auslobung und die damit verbundene Kontrolle für zusammengesetzte Produkte aufwendiger. Das Markenschutzgesetz verlangt je nach Selbstversor- gungsgrad des entsprechenden Rohstoffs unterschiedliche Anteile für die Herkunftsauslobung (Mar- kenschutzgesetz, MSchG SR 232.11). Weiter gibt es eine Vielzahl von Marken, die unterschiedliche Schweizer Rohstoffanteile in ihren Produkten fordern. Oft ist die Herkunft der namensgebenden oder charakterisierenden Zutat des Produkts für die Konsument*innen das ausschlaggebende Kriterium, um ein Schweizer Produkt zu kaufen. Für vegetarische Fertiggerichte, wie beispielsweise ein Linsen-Curry, spielt die Herkunft der namensgebenden oder charakterisierenden Zutat noch weniger eine Rolle.

3.3.1.1 Herausforderungen

Unbeliebtheit der Körnerleguminosen als Monoprodukte

Nach einer nationalen Umfrage aus den Jahren 2014/2015 liegt der durchschnittliche, jährliche pro Kopf-Konsum von Hülsenfrüchten bei 1,825 kg. Verglichen mit dem durchschnittlichen Fleischkonsum von 40,332 kg erscheint der Konsum von Hülsenfrüchte unbedeutend (BLV 2017). Die häufigsten Ein- wände gegen das Kochen und Essen von Hülsenfrüchten sind Völlegefühl, Blähungen, antinutritive Stoffe und die lange Zubereitungszeit (Dudda 2016). Der Volksspruch «jedes Böhnchen gibt sein Tön- chen» liegt tatsächlich in der Zusammensetzung der Körnerleguminosen begründet. Dabei liegen die Kohlenhydrate als Mehrfachzucker vor, die teils erst durch die Bakterien des Dickdarms (z.B. Laktoba- zillen, Bifidobakterien) verdaut werden können. Während die Bifidobakterien keine Gase bilden, produ- zieren andere Bakterien Methan, Wasserstoff und Kohlendioxid und verursachen so das Völlegefühl und die Blähungen (Dudda 2016). Die Mikroflora kann sich durch frühe Gewöhnung und regelmässi- gen Konsum jedoch anpassen. So können schon ab dem ersten Lebensjahr Hülsenfrüchte in kleinen Mengen in die Ernährung integriert werden, um später die Menge nach und nach zu steigern (Hufnagl 2020). Traditionelle Kochtechniken wie das Einweichen, das Keimen (Bohnensprossen), die Fermenta- tion und das Zerkleinern von Hülsenfrüchten vermindern neben der Zugabe von verdauungsfördernden Gewürzen wie Fenchel, Kümmel, Anis, Thymian, Rosmarin oder Bohnenkraut die Effekte des Völlege- fühls und der Blähungen (Dudda 2016). Das Wissen für eine bekömmliche Zubereitung von Hülsen- früchten ist in der Schweizer Bevölkerung noch entwicklungsfähig.

Unbekannte Kulturen, fehlende Esskultur

Hirse, Hanfnüsse, Eiweisserbsen, Lupinen und Ackerbohnen sind Konsument*innen kaum geläufig. Fehlendes Wissen zur Zubereitung dieser Kulturen wirken dem Einkauf entgegen. Hirseprodukte wer- den eher als Kindernährmittel aufgefasst, während Hanf mit THC-Drogen assoziiert wird. Für Eiweis- serbsen, Lupinen und Ackerbohnen besteht in der Schweiz keine Esskultur bzw. ging sie bei der Ackerbohne verloren. Diese Wissenslücken erfordern viel Informationsvermittlung und die Bereitschaft, sich auf Neues einzulassen.

Geringes Bewusstsein für Schweizer Herkunft

Hirse, Hanfnüssen, Linsen und Kichererbsen werden erst seit einigen Jahren in der Schweiz angebaut. Weil sie oft nur in Fachgeschäften angeboten werden, ist die Präferenz von Konsumierenden für die Herkunft Schweiz noch ausbaufähig.

Beschaffung von Monoprodukten eher aufwendig

Durch eher geringe Absatzmengen bringen Monoprodukte der hier vorgestellten Nischenkulturen für den Einzelhandel eher hohe Beschaffungskosten mit sich. Trotz potenzieller erhöhter Wirtschaftlichkeit beim Anbau von Nischenkulturen, muss bei einem Beschaffungsprojekt Überzeugungsarbeit geleistet werden, damit die Produzent*innen die wenig bekannten Kulturen anbauen. Von der Produktion der Lebensmittel bis zum Verkauf an der Ladentheke (Time-to-Market) kann es aufgrund witterungsbedingten Ertragsausfällen und administrativen Aufwänden bis zu zwei Jahren dauern. Es ist also für Grossverteiler ein langfristiges Projekt ein Nischenprodukt aus Schweizer Rohstoffen zu vertreiben.

Geringe Produktionsmengen verursachen hohe Kosten

Die geringen Produktionsmengen verursachen in der Reinigung und Verarbeitung hohe Kosten. Die Sammelstellen reinigen aufgrund der Kulturvielfalt auf kleinem Raum verschiedene Ackerkulturen, so dass es durch Kreuzkontaminationen zu Qualitätseinschränkungen kommen kann (Bsp. Auslobung von glutenfreier Hirse). Zur Risikominderung nehmen einige Verarbeiter Kulturen, wie Lupinen (Alkaloide, Allergene) und Hanfnüsse (THC-Gehalt) nicht ab. Die hohen Speisequalitätsanforderungen der Konsument*innen führen zu hohen Reinigungskosten. Kleine Chargen für die Direktvermarktung werden von Verarbeitern teilweise nicht angenommen.

Gleichbleibende Qualitäten und Mengen

Eine Schwierigkeit besteht darin, dass Kichererbsen und Linsen nicht in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen, damit die Verarbeitung 2. Stufe Produkte mit Schweizer Herkunft ausloben kann. Bei den Kichererbsen sind die Qualitätsanforderungen bezüglich Farbe, Geschmack und Wasseraufnahmefähigkeit entscheidend. Können nicht konstante Qualitäten geliefert werden, werden Rohstoffe aus dem Ausland bezogen.

3.3.1.2 Chancen

Monoprodukte in der Direktvermarktung

Der Anbau von Speisehafer, Linsen und Hanfnüssen konnte in den letzten Jahren von einem tiefen Niveau relativ stark ausgedehnt werden. Die Vermarktung dieser Monoprodukte zeigt, dass wirtschaftliche Markterlöse trotz niedrigem Grenzschutz erzielt werden können. Lässt sich der Arbeitsaufwand in Grenzen halten und lassen sich die Reinigungskosten über die Preise der Direkt- oder Lokalvermarktung decken, kann mittels Direktvermarktung eine ansprechende Wertschöpfung realisiert werden. Verschiedene Akteure organisieren den Vertrieb von Nischenkulturen über lokale und online Vermarktung. Für grössere Absatzmengen ist die Zusammenarbeit mit Grossverteilern unerlässlich.

Monoprodukte im Detailhandel

Die kurze Wertschöpfungskette für Monoprodukte, wie Speisehafer, Hirse, Linsen oder Hanfsamen in Label Qualität, wird meist von einzelnen Akteuren und nur für kleinere Mengen aufgezogen. Der Erfolg dieser Monoprodukte ist Pionieren geschuldet, welche eng mit Forschung und Einzelhandel zusammenarbeiten und oft finanzielle Startunterstützung von Bund und/oder Kantonen erlangen. Verläuft der Vertrieb der Schweizer Produkte in den Fachgeschäften erfolgreich, steigen grössere Akteure ins Geschäft ein. Mit der Listung im Einzelhandel erhalten die Qualitätsprodukte eine breitere Kundschaft und können über die Wertschöpfungskette hinweg dem Nischendasein entwachsen. In der Akquirierung von Landwirtschaftsbetrieben zur Produktion von Nischenkulturen eignen sich Flurgänge, Demobetriebe, Vernetzungsanlässe und landwirtschaftliche Bezugspersonen.

Koordination und Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis

Etlliche Akteure erarbeiten Wissen und verfügen über Erfahrung im Anbau der hier vorgestellten Kulturen wie Agroscope, kantonale Landwirtschaftszentren (z.B. Strickhof, Landwirtschaftlichen Zentrum St. Gallen), das Forum Ackerbau, das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), die Biofarm Genossenschaft, die Getreide Züchtung Peter Kunz und die IP Suisse. Die Herausforderung besteht zum einen in der Koordination und im Wissenstransfer zwischen verschiedenen Projekten und zum anderen

in der Kommunikation der Ergebnisse und in der Weitergabe der Erkenntnisse an interessierte Produzent*innen. Dieser Wissenstransfer ermöglicht den Landwirtschaftsbetrieben die Qualitätseigenschaften der Ernteprodukte zu verbessern.

Reinigungs- und Verarbeitungskosten senken

- Der in der Schweiz vorhandene enge Bezug zwischen Produzent*innen und Konsument*innen bietet sich an, Kulturen dezentral zu reinigen, zu verarbeiten und zu vermarkten. So werden beispielsweise auf Landwirtschaftsbetrieben Linsen für die Direktvermarktung mit Schütteltischen gereinigt.
- Eine nach Kulturen arbeitsteilige Reinigung könnte durch Skalenerträge helfen, die Verarbeitungskosten zu senken.
- Eine Möglichkeit zur Senkung der Kosten besteht in einer eng auf die Verwendungszwecke abgestimmte Reinigung. So kann Soja heute schon zur Tofuproduktion auf Stufe Sammelstelle gereinigt werden, ohne dass der Transport und die Reinigung eines weiteren Verarbeitungsbetriebs nötig ist.

Bewusstsein aufbauen und bekannte Kulturen vermarkten

Der enge Kundenkontakt in der Direkt- und Lokalvermarktung ermöglicht unter entsprechendem Arbeitszeitbedarf das Bewusstsein zur Herkunft und zur Zubereitung an die Konsument*innen weiterzugeben. Zudem werden Bewusstseins- und Bildungskampagnen als zielführende Mittel zur Förderung einer vermehrt pflanzenbasierten Ernährung eingeschätzt. Speisehafer und Kichererbsen sind als Lebensmittel in der Schweiz gut bekannt, sodass der Vermarktungsaufwand tiefer ausfällt.

Generierung von Mehrwerten

Die Generierung von Mehrwerten ermöglicht die Preissegmentierung zur Importware zu rechtfertigen. Die Kommunikation und Entwicklung von spezifischen Qualitätseigenschaften, als auch der schon realisierte Produktionsweisen bieten Möglichkeiten um die Preisdifferenz zwischen ausländischen und Schweizer Rohstoffen zu erklären (vgl. Kap. 2.1 Trends zur Nachfrage nach schweizerischen pflanzlichen Lebensmitteln).

3.3.2 Milch- und Fleischersatzprodukte

Milchersatzprodukte

Die Herstellung von pflanzlichen Milchersatzprodukten ist in der Schweiz bereits etabliert, da die Prozesstechnologien vorhanden sind und sich teilweise traditionelle und langjährige Erfahrungen im Verkäsen von Kuhmilch auf die Zubereitung veganer Käse übertragen lassen. Es werden Ersatzprodukte für Milch, Joghurt und Käse hergestellt. Im Folgenden wird vor allem auf pflanzenbasierte Milchdrinks eingegangen:

- «Clean Recipes» Produkte: Mit «Clean Recipes» werden im Bereich der pflanzenbasierten Drinks Produkte bezeichnet, die klare Rezepte befolgen und aus möglichst wenigen Zutaten bestehen. Zum Beispiel ein Haferdrink, der aus Wasser, Hafer, Öl und Salz besteht. Für diese pflanzenbasierten Drinks ist der Proteingehalt weniger relevant.
- «Blends» Produkte: Mit «Blends» werden pflanzenbasierte Drinks bezeichnet, die aus Mischungen von pflanzlichen Proteinen und anderen Zusatzstoffen bestehen. Ziel dieser Drinks ist es, die Kuhmilch ernährungsphysiologisch, geschmacklich und in ihrer Anwendung zu imitieren. Durch die Kombination unterschiedlicher pflanzlicher Proteinquellen wird ein der Kuhmilch ähnlicher Proteingehalt und ein ähnliches Aminosäureprofil erreicht. Weiter werden der pflanzenbasierten Milch Calciumcarbonat und Vitamine zugesetzt, die in der Kuhmilch ebenfalls enthalten sind. Durch die Zugabe von Aromastoffen wird das Geschmacksprofil abgerundet und Zusatzstoffe sichern die Funktionalitäten des pflanzenbasierten Drinks z.B. in warmem Kaffee.

Fleischersatzprodukte

Fleischersatzprodukte also Tofu / Tempeh / Seitan, Vegi Convenience und Meat-Analog (vgl. Kap. 2.1 Trends zur Nachfrage nach pflanzlichen Lebensmitteln) werden in der Schweiz heute schon hergestellt. Teilweise werden jedoch Halbfabrikate (Proteine, Fasern und Öle) verwendet, deren Herstellungsprozesse in der Schweiz fehlen.

3.3.2.1 Herausforderungen

Wissenslücke in den Qualitätsanforderungen für die Weiterverarbeitung von pflanzlichen Rohstoffen

Eine grosse Herausforderung besteht in der Wissenslücke hinsichtlich erforderlicher Sorteneigenschaften zur Herstellung von pflanzlichen Erzeugnissen. Häufig werden Halbfabrikate (Mehle, Proteine, Fasern, Öle) zur Herstellung von Lebensmitteln verwendet. Die Hersteller*innen, Produktentwickler*innen und Forscher*innen wissen oft nicht, aus welchen Sorten die verwendeten Halbfabrikate hergestellt wurden und welche Parameter dieser Sorten für das Lebensmittel entscheidend sind. So werden in der Schweiz Ackerbohnenprotein, Erbsenprotein und Hafermehl zur Herstellung von Lebensmitteln verwendet, ohne dass die verarbeitende Industrie der 2. Stufe die nährstoffliche Zusammensetzung der Sorten definieren kann.

Auswahl und Zucht geeigneter Sorten

Die Wissenslücke bezüglich der Qualitätsanforderungen an Schweizer Rohstoffe erschwert die Auswahl und Zucht geeigneter Sorten. Für die Pflanzenzüchtung und die Sortenprüfung ist es zentral, die künftigen Qualitätsanforderungen abschätzen zu können.

Qualitäten und Mengen der Rohstoffe zur Herstellung von pflanzenbasierten Milchdrinks

Für die Schweizer Landwirtschaft besteht Potenzial in der Bereitstellung der Protein- und der Fettkomponenten für pflanzenbasierte Drinks. Für eine Vermarktung mit Herkunft Schweiz sollten möglichst alle Inhaltsstoffe aus der Schweiz kommen. Bei der Herstellung von Milchersatzprodukten mit unterschiedlichen Proteinquellen (Blends) ist es schwierig, alle Rohstoffe zu den entsprechenden Qualitäten aus der Schweiz zu beziehen. Besonders nach Schweizer Speisehafer zur Produktion pflanzenbasierter Milchdrinks besteht eine grosse Nachfrage, wobei die hohen Anforderungen an die Qualität in Verbindung mit dem Produzentenpreis über die Angebotsentwicklung von Schweizer Speisehafer entscheiden werden.

Entwicklungsaufwand für Milchersatzprodukte

Die Weiterentwicklung von geschmackvollen und überzeugenden pflanzenbasierten Milchersatzprodukten benötigt Zeit. Die Vorlaufzeit bis ein Produkt tatsächlich auf den Markt gebracht werden kann (Time-to-Market), ist für die Schweizer Ernährungswirtschaft eine Herausforderung. So steht die Entwicklung eines geschmackvollen und überzeugenden pflanzenbasierten Hartkäses und Halbhartkäse noch aus.

Fehlendes pflanzliches Protein für Fleischersatzprodukte

Derzeit werden pflanzliche Proteine (Halbfabrikate) für die Herstellung von Fleischersatzprodukten meist importiert. In der Schweiz fehlt ein Angebot an pflanzlichem Protein mit den Qualitätseigenschaften für die Texturierung mittels Nassextrusion.

Strukturkosten Gewinnung pflanzliches Protein durch Nassextraktion:

Die Strukturkosten für die Nassextraktion sind hoch, weil die Ausbeute von Protein gering ist und grosse Mengen an Nebenprodukten anfallen. Diese hohen Kosten begünstigen grosse Verarbeitungskapazitäten (large-scale fabrication) durch Skaleneffekte. Der relativ kleine Inlandmarkt eignet sich weniger für die Massenproduktion von Proteinisolaten zumal Rohstoffmenge und –preise einer internationalen Wettbewerbsfähigkeit und damit dem Export entgegenstehen. Die Investitionskosten für den Aufbau einer Nassextraktionsanlage erreichen laut mündlichen Angaben bis zu 10 Millionen Franken.

Bedenken gegenüber hochverarbeiteten Ersatzprodukten

Unter Verweis auf eine ausgewogene Ernährung bemängeln kritische Konsument*innen hohe Verarbeitungsgrade, teils enthalten Ersatzprodukte lange Zutatenlisten und diverse Zusatzstoffe. Die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung empfiehlt, bei verarbeiteten Produkten die Zutatenliste und die Nährwertangaben auf der Verpackung zu beachten und solche mit günstiger Zusammensetzung zu bevorzugen (z. B. relevanter Proteingehalt, geringer Gehalt an gesättigten Fettsäuren, Salz und Zucker) (Bundesrat 2021). Weiter scheint es für gewisse Konsument*innen unverständlich, weshalb neben den schon heute verfügbaren pflanzlichen Proteinquellen Ersatzprodukte zu tierischen Originalprodukten entwickelt und konsumiert werden.

Geringes Bewusstsein für die Herkunft der Rohstoffe von Fleisch- und Milchersatzprodukten

Ersatzprodukte, die in der Schweiz hergestellt werden aber keine Schweizer Rohstoffe enthalten, werden teilweise mit einem Schweizerkreuz versehen. In einigen Fällen verwirrt diese Praxis die Konsument*innen, weil sie damit rechnen, dass das Produkt Schweizer Rohstoffe enthält. Generell ist das Bewusstsein für die Herkunft der Rohstoffe in Fleisch- und Milchersatzprodukten ausbaufähig.

3.3.2.2 Chancen

Beliebtheit pflanzenbasierter Drinks und Milchersatzprodukte

Pflanzenbasierte Milchdrinks und Ersatzprodukte für Milch, Joghurt und Käse erfreuen sich steigender Beliebtheit. Schon heute wird Haferdrink aus Schweizer Speisehafer in der Direktvermarktung und im Detailhandel verkauft. Der enge Kundenkontakt in der Direktvermarktung und ausgefeilte Marketingstrategien ermöglichen, die Konsument*innen vom Mehrpreis der Schweizer Produkte zu überzeugen.

Beliebtheit Meat-Analogue

Meat-Analogue weisen im Vergleich zu unverarbeiteten Hülsenfrüchten eine tiefere Eintrittsbarriere für den Konsum auf. Die Zubereitung (Braten, Kochen) ist einfach, sodass keine neuen Kochkenntnisse erlernt werden müssen (Convenience Faktor). Flexitarier essen gerne Fleisch und wünschen sich für eine niederschwellige Verhaltensänderung fleischähnliche Ersatzprodukte. Weil dieses Kundensegment und dessen Zahlungsbereitschaft als beträchtlich eingeschätzt wird, dürfte in den kommenden Jahrzehnten insbesondere die Nachfrage nach Meat-Analogen steigen (BLW 2021b; Coop 2021). In der Herstellung von Fleischersatzprodukten sind durch technischen Fortschritt und Skaleneffekte sinkende Kosten zu erwarten. Fleischersatzprodukte aus Schweizer Rohstoffen werden aufgrund ihres Preises eher in Markenprodukten oder Premium Produkten enthalten sein.

Nachfrage für pflanzliches Schweizer Protein für Fleischersatzprodukte

Die Akteure der Wertschöpfungskette würden gerne pflanzliches Schweizer Protein (Erbsen-, Ackerbohnen-, Haferprotein) für die Produktion von Fleischersatzprodukten verwenden. Grundsätzlich sind wegen der höheren Wertschöpfung Verarbeitungsprozesse anzustreben, die einen möglichst hohen Rohstoffanteil der menschlichen Ernährung zuführen. Für Nebenprodukte muss ebenfalls ein wirtschaftlich attraktiver Absatzkanal gefunden werden (Upcycling). Eine weitere Möglichkeit ist die Rückführung der Nebenprodukte/Rückstände in die Produktionslinie (Reworking).

Chancen für eine Schweizer Trockenfraktionierung zur Herstellung von Proteinkonzentraten

Das Potenzial einer Trockenfraktionierung liegt darin, dass unterschiedliche Rohstoffe verarbeitet werden können und im Vergleich zur Nassextraktion weniger Nebenprodukte anfallen. Um die Kapazitäten der Trockenfraktionierung auszulasten, könnten unterschiedliche Rohstoffe verarbeitet oder miteinander kombiniert werden. «Blends» aus verschiedenen Sorten/Arten sind interessant, weil ihr Markt wächst. Die Kombination von verschiedenen Proteinquellen erhöht die biologische Wertigkeit. Allenfalls liessen sich so Mischkulturen ungetrennt weiterverarbeiten.

Bezüglich der Trockenfraktionierungsanlage gibt es zwei Herausforderungen. Zum einen entstehen Proteinkonzentrate mit im Vergleich zu Proteinisolaten niedrigerem Proteingehalt. Proteinkonzent-

rate sind auch weniger rein als Proteinisolate. Zum anderen werden heute kaum Proteinkonzentrate sondern zumeist Proteinisolate verwendet, um texturierte Proteine (TVP: Texturized Vegetale Proteins) mithilfe eines Extruders herzustellen.

Drei mögliche Lösungsansätze, die teilweise schon heute verfolgt werden, können als Chancen aufgelistet werden.

- Verbesserung der Trockenfraktionierung: Die Trockenfraktionierung kann verbessert werden, um Proteinkonzentrate herzustellen, die sich für die Extrusion eignen. Die Forschungskompetenz dafür ist in der Schweiz vorhanden. Es werden jedoch keine Anstrengungen unternommen, weil die Anbau- und Absatzmengen in der Schweiz gering sind.
- Verbesserung der Extrusion: Die Extrusion kann verbessert werden, um texturiertes Protein auch aus Proteinkonzentraten herzustellen. Verschiedene Verarbeiter forschen an den Anforderungen am Rohstoff und das Produkt in der gewünschten Qualität zu erreichen. Ein Trockenextruder wurde beispielsweise so umgebaut, dass damit Proteinkonzentrate und Presskuchen verarbeitet werden können.
- Potenziale der vielfältigen Verarbeitungsmöglichkeiten nutzen: Die Vielfältigkeit unterschiedlicher Prozesstechnologien kann genutzt werden, um Produkte aus Proteinkonzentraten, Proteinmehlen, Integralmehlen, ganzer Saaten oder auch Nebenprodukten zu entwickeln. Beispielsweise bietet die Fermentation mit verschiedensten Mikroorganismen interessante Möglichkeiten, pflanzliche Rohstoffe zu Lebensmitteln zu verarbeiten (Heine et al. 2018).

Passiver Veredlungsverkehr zur Proteingewinnung

Passiver Veredlungsverkehr bezeichnet die vorübergehende Ausfuhr von Waren zur Ausführung eines Verarbeitungsschritts. Aus Schweizer Körnerleguminosen könnte im nahen Ausland Protein ausgelöst und in die Schweiz zurückgeführt werden. Damit liessen sich aus Schweizer Protein pflanzliche Fleischersatzprodukte herstellen. Nachteilig wirken sich fehlende grenznahe Proteingewinnungsanlagen, die resultierenden Transportkosten sowie die durchgehend erforderliche Warenflusstrennung aus.

4 Handlungsfelder und mögliche Handlungsoptionen

4.1 Sortenprüfung und Pflanzenzüchtung

Im Anbau weisen Hülsenfrüchte bezüglich Erträgen und Qualitäten hohe Variabilitäten auf. Antinutritive Inhaltsstoffe reduzieren die Bekömmlichkeit in der Humanernährung. Auf Stufe Verarbeitung sind homogene Rohstoffe mit Eigenschaften gefragt, die unter Anwendung optimierter Verarbeitungsprozesse hinsichtlich Textur, Saftigkeit und Geschmack möglichst nahe ans angestrebte Endprodukt gelangen. Je besser die Qualitätsanforderungen des Endprodukts erreicht werden, desto weniger Zusatzstoffe sind nötig. Global dürfte eine Vielzahl an Sorten vorhanden sein, die sich für den Anbau unter Schweizer Klimabedingungen eignen könnten. Allerdings scheinen über agronomische wie auch ernährungsphysiologische und verarbeitungstechnische Eigenschaften der Sorten nur beschränkt Informationen vorzuliegen. Anhand international koordinierter und standardisierter Sortenprüfungen liessen sich die am besten geeigneten Sorten für den Anbau unter spezifischen Klimabedingungen kosteneffizient selektieren, zumal sich die Herausforderungen verschiedener Länder überlagern.

Eine weitere Herausforderung liegt darin, dass Hülsenfrüchte und Hafer in der Schweiz bislang kaum züchterisch bearbeitet wurden und nur in geringem Umfang für die Humanernährung angebaut werden. Auch als Basis für eine allfällige züchterische Weiterbearbeitung erscheint wesentlich, dass unter Nutzung internationaler Forschungsnetzwerke mehr Informationen über potenziell für die klimatischen Bedingungen in der Schweiz geeignete Sorten und deren Eigenschaften hinsichtlich Ertragssicherheit, Bekömmlichkeit und Weiterverarbeitung zusammengetragen werden.

Handlungsoptionen:

- a) Das BLW kann im Rahmen der Mitfinanzierung von Forschungs- und Züchtungsprojekten stärker auf die Prüfung von Sorten eiweissreicher Pflanzen zur menschlichen Ernährung fokussieren.
- b) Agroscope kann innerhalb des periodisch festzulegenden Arbeitsprogramms mehr Ressourcen zugunsten eiweissreicher Pflanzen zur menschlichen Ernährung einsetzen, wenn dies einem abgestützten Bedürfnis der Branche und der Gesellschaft entspricht.
- c) Die Branchenorganisation (swiss granum) für Getreide, Ölsaaten und Eiweisspflanzen vereinigt die Interessen der Akteure über die Wertschöpfungsketten hinweg. Auch im Bereich Eiweisspflanzen nimmt sie eine Brückenfunktion zwischen Anbau, Verarbeitung und Handel wahr und lanciert Projekte zur Sortenprüfung.
- d) Die Prüfung von geeigneten Sorten kann durch die vermehrte Zusammenarbeit verschiedener landwirtschaftlicher Akteure effizienter gestaltet werden. Neben Agroscope führen unter anderem das FiBL, die Getreidezüchtung Peter Kunz und landwirtschaftliche Zentren Sortenversuche für die Schweizer Landwirtschaft durch. Zur Vermeidung von Doppelspurigkeiten und Erreichung rascherer Fortschritte wäre es hilfreich, wenn trotz bestehender Wettbewerbssituationen Erkenntnisgewinne aus den Sortenversuchen dokumentiert und aktiv kommuniziert würden.

4.2 Forschung, Beratung, Wissenstransfer

Interesse am Anbau neuer Arten ist in der Landwirtschaft vorhanden. Zur Verminderung des Anbauisikos fehlt es an niederschwellig erreichbaren, verlässlichen Informationen von der optimalen Fruchtfolge über Bodenbearbeitung, Saatzeitpunkte, Saattichten, Saattiefen, Pflanzenschutz, Düngung bis hin zu den Einstellungen an den Erntemaschinen.

Inwiefern sich Misch- oder Staffelanbau, Untersaaten und weitere Anbauformen auf Erträge, Qualitäten und Verwendungsmöglichkeiten auswirken können, bedarf weiterer Abklärungen.

Handlungsoptionen:

- a) Das BLW kann im Rahmen der Mitfinanzierung von Beratungsprojekten die Wissensvermittlung im Bereich Eiweisspflanzen zur menschlichen Ernährung höher gewichten.
- b) Agroscope, das FiBL, die HAFL, verschiedene Vermarktungsorganisationen, landwirtschaftliche Zentren und einzelne Landwirtschaftsbetriebe erproben, oft in Zusammenarbeit, den Anbau neuer/in der Schweiz noch wenig verbreiteter Kulturen für die menschliche Ernährung. Zur Vermeidung von Doppelspurigkeiten und Erreichung rascherer Fortschritte wäre es hilfreich, wenn trotz bestehendem Wettbewerb und anhaltendem Zeitdruck Erkenntnisgewinne dokumentiert und aktiv kommuniziert würden.
- c) Agridea nimmt zusammen mit der HAFL und den landwirtschaftlichen Zentren in der Wissensvermittlung eine herausragende Rolle ein. Im Vergleich mit etablierten Kulturen vermag der Aufwand zur Etablierung von Nischenkulturen als unverhältnismässig erscheinen. Dennoch ist es zur Verbreitung neuer Kulturen zentral, dass informative Dokumentationen für Interessierte zugänglich sind.

4.3 Rahmenbedingungen

Zurzeit fehlen für Körnerleguminosen zur menschlichen Ernährung geeignete Sortenlisten, definierte Übernahmebedingungen und Richtpreise. Der Bund fördert bislang nur Eiweisserbsen, Ackerbohnen und Lupinen mit einem Einzelkulturbeitrag von Fr. 1000 pro ha, wenn sie zu Futterzwecken verwendet werden.

Handlungsoptionen:

- a) Die Branchenorganisation (swiss granum) kann Richtpreise, Übernahmebedingungen und die empfohlenen Sortenlisten für Getreide und Eiweisspflanzen festlegen,
- b) Im Rahmen des agrarpolitischen Verordnungspakets 2022 hat das WBF im Januar 2022 den Vorschlag in die Vernehmlassung gegeben, ab 2023 den Einzelkulturbeitrag für Körnerleguminosen ungeachtet des Verwendungszwecks auszurichten. Ferner soll der Beitrag neu für Bohnen, Erbsen (inkl. Kichererbsen), Lupinen und Linsen ausgerichtet werden, die erntereif gedroschen

werden. Der Bundesrat wird voraussichtlich im Herbst 2022 über die Änderung der Einzelkulturbeitragsverordnung befinden.

4.4 Landwirtschaftliche Produktion

Die agronomischen Herausforderungen gründen primär in der Erreichung stabiler Erträge und der für die menschliche Ernährung oder nachgelagerte Verarbeitung erforderlichen Qualität. Zur Erreichung einer angemessenen Wirtschaftlichkeit im Anbau neuer Kulturen benötigen Landwirt*innen verlässliche Informationen von der optimalen Fruchtfolge, Wahl des Saatguts über Bodenbearbeitung, Saatzeitpunkte, Saattieften, Saattiepen, Pflanzenschutz, Düngung bis hin zu den Einstellungen an den Erntemaschinen

Handlungsoptionen:

- a) Vor dem Saatgutkauf lohnt es sich zur Begrenzung der Anbaurisiken, Informationen zusammenzutragen und wenn möglich auf mehrjährige Erfahrungen von Erstübernehmern oder anderen Landwirten abzustellen.
- b) Mit kleineren Anbauflächen erste Erfahrungen zu sammeln, vermindert das wirtschaftliche Risiko.

4.5 Erstübernehmer

Geringe Übernahmemengen von Saaten mit spezifischen Anforderungen an Trocknung, Reinigung und Lagerung bewirken hohe Kosten. Zur Erreichung schlagkräftiger und kostengünstiger Wertschöpfungsketten rücken arbeitsteilige Warenannahmen und Zusammenarbeitsformen in den Vordergrund.

Erstübernehmer stellen das Bindeglied zwischen Produktion und Einzelhandel oder Verarbeiter dar. In dieser Funktion kennen sie die Qualitätsansprüche der Abnehmer, weshalb sie zur Zielerreichung die Sortenwahl und den anschliessenden Anbau eng begleiten sollten.

Handlungsoptionen:

- a) Swiss granum ist die geeignete Plattform um Produzenten, Erstübernehmer und Verarbeiter für eine wirtschaftliche Arbeitsteilung zusammenzubringen. Allenfalls lassen sich die Schnittstellen zu anderen Organisationen wie swiss food research oder Verband alternativer Proteinquellen noch ausbauen.
- b) Um die Kosten aufgrund der geringen Übernahmemengen pro Kultur zu begrenzen, können die Erstübernehmern eine regionale Arbeitsteilung organisieren.
- c) Weil Erstübernehmer die Qualitätsanforderungen und Vermarktungspotenziale der Kulturen oftmals besser kennen als die Landwirte, nehmen sie eine wichtige Rolle in der Beratung des Landwirts hinsichtlich Sorte/Art und Abnahmemenge ein.

4.6 Verarbeitung

Im Bereich alternativer Kulturen und Pflanzeneiweisse lassen sich Verarbeitungsstätten wie Mühlen und Ölwerke zu Erstverarbeitern zählen, die gezielt Nischenkulturen verarbeiten oder in deren Prozessen eiweissreiche Nebenprodukte anfallen, die sich für eine Weiterverarbeitung zur Humanernährung eignen. Es stehen Verarbeitungsprozesse im Vordergrund, die sich für den begrenzten Schweizer Markt rechnen. Lassen sich Kreuzkontaminationen über die Wertschöpfungskette hinweg ausschliessen, wächst die potenzielle Kundengruppe um Allergiker an.

Auf der 2. Stufe schliesst die Prozesstechnik an die Vorstufe an. Ressourcenschonend und mit möglichst wenig Zutaten soll die angestrebte Qualität im Endprodukt konstant erreicht werden.

Handlungsoptionen:

- a) Am Aufbau von Verarbeitungsindustrien Interessierte haben die Möglichkeit, die folgenden Instrumente zu nutzen:

- für Projekte zur gemeinschaftlichen Verarbeitung, Lagerung und Vermarktung von Produkten von zusammengeschlossenen Landwirtschaftsbetrieben gestützt auf die Strukturverbesserungsverordnung;
 - zur Förderung der Wertschöpfung und die regionale Zusammenarbeit für Projekte zur regionale Entwicklung oder
 - für Vorabklärungen von innovativen Projekten, Marktabklärungen, die Förderung der Qualität und Nachhaltigkeit gestützt auf Verordnung über die Förderung von Qualität und Nachhaltigkeit in der Land- und Ernährungswirtschaft.
- b) Für effiziente Wertschöpfungsketten ist zentral, dass auf jeder Stufe die Qualität des Ausgangsprodukts definiert und die Anforderungen an das Eingangsprodukt abgeleitet werden. So lassen sich Reinigungsprozesse optimieren und inferiore Verwertungen von Rohstoff und Nebenprodukten vermindern.
- c) Prozesstechnik und Märkte entwickeln sich weiter. Es obliegt privater Initiativen, Entwicklungen auf Angebots- und Abnehmermärkten vorausschauend einzuschätzen, nachhaltige Potenziale zu eruieren und Investitionen an die Hand zu nehmen.

4.7 Vermarktung

Die Nachfrage nach pflanzlichen Erzeugnissen ist vielfältig und reicht bei den verschiedenen Pflanzenarten von Monoprodukten bis hin zu Verarbeitungserzeugnissen. Lassen sich Letztere für den Endkonsum ähnlich wie tierische Erzeugnisse zubereiten, stellen Monoprodukte anfangs höhere Anforderungen an die Kochkompetenzen. Sie setzen die Bereitschaft voraus, den gewohnten Menüplan zu erweitern und können so trotz dem sehr breiten Angebot im Einzelhandel auch als Bereicherung des individuell oftmals recht eingeschränkten Nahrungsspektrums betrachtet werden.

Handlungsoptionen:

- a) Die erforderliche Wissensvermittlung und Sensibilisierung der Konsument*innen zur Schaffung eines nachhaltigen Ernährungssystems dürften sich sowohl für die Schweizer Bevölkerung als auch für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft langfristig lohnen. Diese Bemühungen würden gleichzeitig den Anbau der hier vorgestellten alternativen Kulturen begünstigen. Damit unbekannte Kulturen wie Hirse, Hanfnüsse, Eiweisserbsen, Lupinen und Ackerbohnen bekannter werden könnten Basiswerbungen lanciert werden, welche vom BLW über die Absatzförderung mitfinanziert werden können.
- b) Das Bundesamt für Gesundheit das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz, die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung und etliche weitere Stellen leisten Öffentlichkeitsarbeit für eine ausgewogenere und pflanzenbasiere Ernährung.
- c) Wer pflanzliche Produkte nachhaltig erzeugt, diese weiterverarbeitet und vermarktet kann für sein Unternehmen einen anhaltenden Reputationsgewinn erwarten.

5 Schlussfolgerungen

Das erarbeitete Wissen und die Erfahrung im Anbau von Hanf, Hafer und Hirse ist in der Schweiz weiter fortgeschritten als für die Körnerleguminosen Eiweisserbsen, Kichererbsen, Linsen, Ackerbohnen und Lupine zur menschlichen Ernährung. Damit der Anbau von Hülsenfrüchten für die direkte menschliche Ernährung in der Schweiz ausgeweitet werden kann, sollte der Wissensaustausch von internationalen Sortenprüfungen bis hin zur landwirtschaftlichen Produktion gefördert werden, damit die landwirtschaftlichen Betriebe stabilere und bessere Qualitäten und Mengen produzieren können.

Alle hier vorgestellten Ackerkulturen eignen sich als Monoprodukte in der Direkt-/Lokalvermarktung oder im Detailhandel. Fleischersatzprodukte wie Tofu, Tempeh, Seitan, Vegi Convenience und Meat-Analog sowie Ersatzprodukte für Milch, Jogurt und Käse werden in der Schweiz hergestellt. Die pflanzlichen Rohstoffe und deren Halbfabrikate (Mehle, Proteine, Fasern, Öle) werden oft aus dem Ausland bezogen, weil die Erzeugnisse in der Schweiz nicht zu den entsprechenden Qualitäten und Mengen verfügbar sind. Insbesondere pflanzliche Proteinisolate, die für die steigende Nachfrage von Meat-Analogen verwendet werden, können in der Schweiz bis jetzt nicht hergestellt werden. Die Rentabilität der Gewinnung von Proteinisolaten wird durch Skaleneffekte grosser Fabrikanlagen gewährleistet, welche in der relativ kleinen Schweiz nicht erreicht werden können. Die verarbeitende Industrie verfügt zudem oft nicht über das Expertenwissen, aus welchen Sorten die verwendeten Halbfabrikate hergestellt wurden und welche Parameter dieser Sorten für die Produktion des Lebensmittels entscheidend sind.

Der Bund unterstützt Forschungs- und Züchtungsprojekte, die Wissensvermittlung und gemeinschaftlich organisierte Projekte. Sollen in der Schweiz vermehrt Eiweisspflanzen zur menschlichen Ernährung angebaut werden, können diese Förderinstrumente verstärkt durch die Akteure beantragt und genutzt werden. Die vom BLW vorgeschlagene Entrichtung von Einzelkulturbeiträgen für Körnerleguminosen ungeachtet des Verwendungszwecks wäre ein erster Schritt in diese Richtung. Um eine Steigerung des Angebots an pflanzlichen Erzeugnissen zu ermöglichen, die der Entwicklung der Nachfrage entspricht, sollten auf diese erste Massnahme gemeinsamen Anstrengungen der Branche und des Bundes sowie die Neuausrichtung ihrer finanziellen Mittel folgen. Die Vermarktung neuer pflanzlicher Lebensmittel dürfte sich vor dem Hintergrund der Folgen des Klimawandels, der Überschreitung der ökologischen Belastungsgrenzen, der steigenden Bedeutung einer ausgewogenen Ernährung und tierethischer Aspekte für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft langfristig lohnen.

6 Anhang: Zollansätze

Tabelle 4: Zollansätze für Rohstoffe der 1. Verarbeitungsstufe, Stand Januar 2022 (KZA: Kontingentszollansatz, *: variabler Zollansatz)

Produkt	Zolltarifnummer	Ansatzart	Zollansatz (Fr. pro 100 kg)	Begründung
Erbsen [<i>Pisum sativum</i>], trocken und ausgelöst, ganz, unbearbeitet (ausg. solche zu Futterzwecken, zu technischen Zwecken sowie zur Herstellung von Bier)	0713.1019	Normalansatz	0.85	Generaltarif
		Zollerleichterung	0	Freihandelsverordnung 1&2: Zollfreier Import aus EFTA, Zollkontingent Nr. 139 für EU, Zollfreier Import für Freihandelspartner
Erbsen [<i>Pisum sativum</i>], trocken und ausgelöst, geschält oder zerkleinert (ausg. solche zu Futterzwecken sowie zur Herstellung von Bier)	0713.1099	Normalansatz	4	Generaltarif
		Zollerleichterung	0	Freihandelsverordnung 1&2: Import aus EFTA, Import für Freihandelspartner, Präferenz Zollverordnung: Import für Entwicklungsländer
Kichererbsen, trocken und ausgelöst, ganz, unbearbeitet (ausg. solche zu Futterzwecken, zu technischen Zwecken sowie zur Herstellung von Bier)	0713.2019	Normalansatz	0	Generaltarif
Kichererbsen, trocken und ausgelöst, geschält oder zerkleinert (ausg. solche zu Futterzwecken sowie zur Herstellung von Bier)	0713.2099	Normalansatz	4	Generaltarif
		Zollerleichterung	0	Freihandelsverordnung 1&2: Import aus EFTA, Import aus Länder mit Freihandelsabkommen, Präferenz Zollverordnung: Import aus Entwicklungsländern
Linzen, trocken und ausgelöst, ganz, unbearbeitet (ausg. solche zu Futterzwecken, zu technischen Zwecken sowie zur Herstellung von Bier)	0713.4019	Normalansatz	0	Generaltarif
Linzen, trocken und ausgelöst, geschält oder zerkleinert (ausg. solche zu Futterzwecken sowie zur Herstellung von Bier)	0713.4099	Normalansatz	0	Generaltarif
Hafer, zur menschlichen Ernährung, innerhalb des Zollkontingents Nr. 28* eingeführt	1004.9021	Zollerleichterung	0* (variabler KZA)	Agrareinfuhrverordnung: 15% der Importmenge müssen zur menschlichen Ernährung verwendet werden
		Zollerleichterung	0	Präferenz Zollverordnung: Import aus Entwicklungsländern, Freihandelsverordnung 2: Import aus Lesotho
Hafer, zur menschlichen Ernährung, ausserhalb des Zollkontingents	1004.9029	Normalansatz	20	Generaltarif
Hirse, zur menschlichen Ernährung, innerhalb des Zollkontingents Nr. 27 eingeführt	1008.2921	Zollerleichterung	7.6* (variabler KZA)	Agrareinfuhrverordnung; variabler Zollkontingenzansatz
		Reduzierte KZA (variabel)	5.7* (variabler KZA)	Freihandelsverordnung 2: Import aus China: KZA minus 1.90CHF
Hirse, zur menschlichen Ernährung, ausserhalb des Zollkontingents	1008.2929	Normalansatz	38	Generaltarif
		Zollerleichterung	0	Zollerleichterungsverordnung: zur Herstellung von Nahrungsmitteln mit Futtermittelanfall

		Zollerleichterung	0	Präferenz Zollverordnung: Import aus Entwicklungsländern, Freihandelsverordnung 2: Import aus Lesotho
Grütze und Griess, von Hafer (ausg. Grütze und Griess zur Herstellung von Braumalz oder Bier und zu Futterzwecken)	1103.1929	Zollerleichterung	20	Agrareinfuhrverordnung
		Zollerleichterung	10	Zollerleichterungsverordnung: Zur menschlichen Ernährung ohne Futtermittelanfall
Getreidekörner von Hafer, gequetscht oder als Flocken (ausg. Körner zur Herstellung von Braumalz oder Bier und zu Futterzwecken)	1104.1290	Zollerleichterung	20*	Agrareinfuhrverordnung: entsprechend KZA und Ausbeuteziffern um einen Zuschlag von maximal 20 Franken je 100 kg erhöht
		Zollerleichterung	10	Zollerleichterungsverordnung: zur menschlichen Ernährung ohne Futtermittelanfall
Mehl von Getreide, anderes als von Weizen oder Mengkorn zur menschlichen Ernährung	1102.9061	Zollerleichterung	35.50*	Agrareinfuhrverordnung: entsprechend KZA und Ausbeuteziffern um einen Zuschlag von maximal 20 Franken je 100 kg erhöht
		Zollerleichterung	20	Zollerleichterungsverordnung: zur menschlichen Ernährung ohne Futtermittelanfall
		Zollerleichterung	0	Präferenz Zollverordnung: Import aus Entwicklungsländern, Freihandelsverordnung 2: Import aus Lesotho
Getreidekörner von Hafer, geschält, perlförmig geschliffen, geschnitten, geschrotet oder anders bearbeitet, zur menschlichen Ernährung (ausg. Mehl)	1104.2220	Zollerleichterung	20*	Agrareinfuhrverordnung: entsprechend KZA und Ausbeuteziffern um einen Zuschlag von maximal 20 Franken je 100 kg erhöht
		Zollerleichterung	10	Zollerleichterungsverordnung: zur Herstellung von Nahrungsmitteln ohne Futtermittelanfall
		Zollerleichterung	9.60	Zollerleichterungsverordnung zur Herstellung von Nahrungsmitteln mit Futtermittelanfall
		Zollerleichterung	0.6	Zollerleichterungsverordnung: Zur Herstellung von fertigen Haferprodukten für die menschliche Ernährung
		Zollerleichterung	0	Präferenz Zollverordnung: Import aus Entwicklungsländern, Freihandelsverordnung 2: Import aus Lesotho
Getreidekörner von Hirse, geschält, perlförmig geschliffen, geschnitten, geschrotet oder anders bearbeitet, zur menschlichen Ernährung (ausg. Mehl)	1104.2922	Zollerleichterung	35.50*	Agrareinfuhrverordnung: entsprechend KZA und Ausbeuteziffern um einen Zuschlag von maximal 20 Franken je 100 kg erhöht
		Zollerleichterung	29.00	Freihandelsverordnung 2: Import aus China
		Zollerleichterung	10	Zollerleichterungsverordnung: zur menschlichen Ernährung ohne Futtermittelanfall
		Zollerleichterung	0.85	Zollerleichterungsverordnung: zur Herstellung von Nahrungsmitteln mit Futtermittelanfall
		Zollfrei	0	Präferenz Zollverordnung: Import aus Entwicklungsländern, Freihandelsverordnung 2: Import aus Lesotho
	1106.1090	Normalansatz	1	Generaltarif

Mehl, Griess und Pulver von trockenen Hülsenfrüchten der Position 0713 (ausg. solche zu Futterzwecken)		Zollerleichterung	0	Freihandelsverordnung 1&2: Import aus EFTA, Import aus Länder mit Freihandelsabkommen, Präferenz Zollverordnung: Import aus Entwicklungsländern
Oelsamen und ölhaltige Früchte, a.n.g., auch geschrotet, zur menschlichen Ernährung (ausg. solche zur Oelgewinnung) für <i>Hanfnüsse</i>	1207.9988	Zollerleichterung	0.10	Agrareinfuhrverordnung
		Zollerleichterung	0.5	Freihandelsverordnung 2: Import aus China mit Freihandelsabkommen,
		Zollerleichterung	0	Freihandelsverordnung 2: Import aus Ländern mit Freihandelsabkommen
Samen von Wicken und Lupinen, zur Aussaat (ausg. Samen zu Futterzwecken und zu technischen Zwecken) für <i>Lupinen</i>	1209.2919	Zollerleichterung	0	Agrareinfuhrverordnung
		Zollerleichterung	0	Freihandelsverordnung 1&2: Import aus EFTA, Import aus Länder mit Freihandelsabkommen

7 Quellen

7.1 Interviewergebnisse: Liste der Interviewpartner*innen

Organisation	Name, Vorname	Fachgebiet
Agroscope	Hiltbrunner, Jürg	Forschung zur landwirtschaftlichen Produktion
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)	Dierauer, Hansueli	Forschung zur landwirtschaftlichen Produktion
Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL)	Keiser, Andreas	Forschung zur landwirtschaftlichen Produktion
Schweizerische Vereinigung integriert produzierender Bauern und Bäuerinnen (IP-SUISSE)	Rechsteiner, Sandro	Landwirtschaftliche Produktion
Schweizer Bauernverband (SBV)	Brugger, David	Landwirtschaftliche Produktion
Mühle Rytz AG	Rytz, Christian	Verarbeitung
Schweizerische Schäl- mühle E. Zwicky AG	Santschi, Urs	Verarbeitung
Biofarm Genossenschaft	Brassel, Hansueli; Kessler, Hans-Georg; Rediger Melanie	Landwirtschaftliche Produktion, Vermarktung
AlpenPionier AG	Weber, Carlo	Landwirtschaftliche Produktion, Verarbeitung, Vermarktung
Swiss Food Research	Braun, Peter	Verarbeitung, Vermarktung
Nestlé AG	Imhof, Daniel	Verarbeitung, Vermarktung
Emmi AG	Mächler, Lars	Verarbeitung
New Roots AG	Looser, Verena	Verarbeitung
Planted Foods AG	Schröter, Ladina	Verarbeitung, Vermarktung
Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL)	Füglistaller, Dominik	Verarbeitung
Fredag AG	Bohn, Nina; Häfliger, Daniel; Winter, Manuela	Verarbeitung
Hilcona AG	Hassler, Benjamin; Messerli, Andreas	Verarbeitung
Micarna AG	Langholz, Ralph	Verarbeitung
Coop Genossenschaft	Hofer, Salome; Ellenbroek, Nina	Vermarktung

7.2 Literaturverzeichnis

Baur, Priska; Kraymer, Patricia (2021): Schweizer Futtermittelimporte – Entwicklung, Hintergründe, Folgen. Schlussbericht zum Forschungsprojekt im Auftrag von Greenpeace Schweiz.

BAZG (2021): Swiss-Impex. Hg. v. Eidgenössische Zollverwaltung. Online verfügbar unter <https://www.gate.ezv.admin.ch/swissimpex/>, zuletzt geprüft am 07.02.2022.

Bio Aktuell (Hg.) (2021): Richtpreise. Online verfügbar unter <https://www.bioaktuell.ch/markt/bio-markt/markt-bioacker-allgemein/richtpreise.html>, zuletzt aktualisiert am 21.10.2021, zuletzt geprüft am 31.12.2021.

BLV (2017): Nationale Ernährungshebung menuCH 2014/15. Ergebnisse zum Lebensmittelkonsum. Hg. v. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, zuletzt geprüft am 25.11.2021.

BLW (2021a): Bedeutung der Herkunft von Landwirtschaftsprodukten. Befragung vom 15. bis 28. Februar 2021. Hg. v. Bundesamt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/services/medienmitteilungen.msg-id-83721.html>, zuletzt geprüft am 13.02.2022.

BLW (2021b): Der Schweizer Fleischersatz-Report. Unter Mitarbeit von Cornel Herrmann und Conradin Bolliger. Hg. v. Bundesamt für Landwirtschaft. Bundesamt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/markt/marktbeobachtung/land--und-ernaehrungswirtschaft/fleischersatz.html>, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

Boye, Joyce; Zare, Fatemeh; Pletch, Alison (2010): Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. In: *Food Research International* 43 (2), S. 414–431. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.09.003.

Bundesinstitut für Risikobewertung (DE) (2017): Risikobewertung des Alkaloidvorkommens in Lupinensamen.

Bundesrat (2021): 21.3915 Interpellation. Keine einseitigen Massstäbe bei der Beurteilung von Fleisch und Fleischersatzprodukten. Hg. v. Parlamentsdienste. Online verfügbar unter <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20213915>, zuletzt geprüft am 31.12.2021.

Clerc, Maurice; Klaiss, Matthias; Messmer, Monika; Arncken, Christine; Dierauer, Hansueli; Hegglin, Django; Böhler, Daniel (2015): Mit Mischkulturen die inländische Eiweissversorgung verbessern. In: *Agrarforschung Schweiz* 6 (11-12), S. 508–515. Online verfügbar unter <https://orgprints.org/id/eprint/29467/1/clerc-et-al-2015-AFS-11-12-p508-515.pdf>, zuletzt geprüft am 31.12.2021.

Coop, Medienstelle (2021): Plant Based Food Report 2021. Studie zum pflanzenbasierten Genuss in der Schweiz. Hg. v. Medienstelle Coop. Online verfügbar unter <https://www.coop.ch/de/unternehmen/medien/medienmitteilungen/2020/pflanzenbasierte-ersatzprodukte-werden-immer-beliebter.html>, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

CROPDIVA (2021): Climate Resilient Orphan croPs for increased DIVERsity in Agriculture. EU-Projekt zur Stärkung von seltenen Ackerkulturen. Hg. v. CORDIS. Online verfügbar unter <https://cordis.europa.eu/project/id/101000847/de>.

Daou, Cheickna; Zhang, Hui (2012): Oat Beta-Glucan: Its Role in Health Promotion and Prevention of Diseases. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 11 (4), S. 355–365. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2012.00189.x.

Dierauer, Hansueli; Clerc, Maurice; Böhler, Daniel; Klaiss, Matthias; Hegglin, Django (2017): Merkblatt Erfolgreicher Anbau von Körnerleguminosen in Mischkultur mit Getreide. 1. Auflage. Hg. v. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) (1670). Online verfügbar unter <https://www.fibl.org/de/shop/1670-koernerleguminosen-mischkulturen>, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

Dudda, Eveline (2016): LID Dossier: Hülsenfrüchte - mehr als Soja. LID Dossier Nr. 479 vom 29. August 2016. Hg. v. Landwirtschaftlicher Informationsdienst. Online verfügbar unter <https://www.lid.ch/medien/dossier/archiv/>, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

Erbersdobler, Helmut F.; Barth, Christian A.; Jahreis, Gerhard (2017): Legumes in human nutrition. Nutrient content and protein quality of pulses. In: *Ernährungs Umschau* 64 (9;10), 134–138; 140–144. Online verfügbar unter DOI: 10.4455/eu.2017.034.

Gelencsér, Tobias; Hohmann, Pierre (2020): Wenn der Boden müde wird. Hg. v. UFA-Revue, zuletzt aktualisiert am 17.01.2020, zuletzt geprüft am 28.11.2021.

Gerhardt, Carsten; Warschun, Mirko; Donnan, Dave; Ziemßen, Fabio; (Keine Angabe) (2020): When consumers go vegan, how much meat will be left on the table for agribusiness? Meat alternatives could disrupt a multibillion-dollar global industry. Hg. v. A.T. Kearney. A.T. Kearney. Online verfügbar unter <https://www. Kearney.com/consumer-retail/article/?a/when-consumers-go-vegan-how-much-meat-will-be-left-on-the-table-for-agribusiness->, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

Götze, Franziska; Brunner, Thomas A. (2020): Sustainability and country-of-origin. In: *BFJ* 122 (1), S. 291–308. DOI: 10.1108/BFJ-06-2018-0401.

Heine, Daniel; Rauch, Michael; Ramseier, Hans; Müller, Susanne; Schmid, Alexandra; Kopf-Bolanz, Katrin; Eugster, Elisabeth (2018): Pflanzliche Proteine als Fleischersatz: eine Betrachtung für die Schweiz. In: *Agrarforschung Schweiz* (9), S. 4–11. Online verfügbar unter <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2018/01/pflanzliche-proteine-als-fleischersatz-eine-betrachtung-fuer-die-schweiz/>, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

Hufnagl, Maria (2020): Hülsenfrüchte: Die Eiweißlieferanten der Zukunft. Hg. v. Landeszentrum für Ernährung an der Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum (LEL). Landeszentrum für Ernährung Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://landeszentrum-bw.de/Lde/Startseite/wissen/Huelsenfruechte>, zuletzt geprüft am 31.12.2021.

Humphrys, Clay (2005): Anbau von Rispenhirse in der Schweiz: Unkrautbekämpfung und Perspektiven einer alten Kulturpflanze. Hg. v. Agroscope.

Jacob, Irene; Mack, Ralf; Vogt-Kaute, Werner; Spory, Kerstin (2019): Krankheiten und Schädlinge bei Ackerbohnen. Schulungsunterlage für Berufs- und Fachschulen. Hg. v. DemoNet Ebse Bohne. Online verfügbar unter <https://www.demoneterbo.agrarpraxisforschung.de/index.php?id=335>, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

Luya Foods AG (2021): Luya die Alternative, die kein Möchte-Gern-Fleisch ist. Hg. v. Luya Foods AG. Online verfügbar unter <https://luya.bio/>, zuletzt geprüft am 31.12.2021.

Messina, Mark; Mejia, Sonia Blanco; Cassidy, Aedin; Duncan, Alison; Kurzer, Mindy; Nagato, Chisato et al. (2021): Neither soyfoods nor isoflavones warrant classification as endocrine disruptors: a technical review of the observational and clinical data. In: *Critical reviews in food science and nutrition*, S. 1–57. DOI: 10.1080/10408398.2021.1895054.

Nemecek, Thomas; Richthofen, Julia-Sophie von; Dubois, Gaëtan; Casta, Pierre; Charles, Raphaël; Pahl, Hubert (2008): Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. In: *European Journal of Agronomy* 28 (3), S. 380–393. DOI: 10.1016/j.eja.2007.11.004.

Rutz, Katharina (2019): Werdenberg: Eine alte Bohnensorte soll erhalten werden - durch die maschinelle Nutzung. In: *St. Galler Tagblatt*, 28.07.2019. Online verfügbar unter <https://www.tagblatt.ch/ostschweiz/werdenberg/erhalt-der-sorter-durch-die-nutzung-ld.1139124>, zuletzt geprüft am 31.12.2021.

SBV (2021a): Getreide. Hg. v. Schweizer Bauernverband. Online verfügbar unter <https://www.sbv-usp.ch/de/preise/pflanzenbau/getreide/>, zuletzt geprüft am 31.12.2021.

SBV (2021b): Potential ausgewählter Ackerkulturen in der Schweiz. Bericht zur aktuellen Lage im Ackerbau und den möglichen Entwicklungen. Unter Mitarbeit von Niklaus Ramseyer, Barbara Steiner, Irene Vonlanthen und David Brugger. Hg. v. Schweizer Bauernverband.

SBV Agristat (2021): Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung. Hg. v. Schweizer Bauernverband Agristat. Online verfügbar unter <https://www.sbv-usp.ch/de/services/agristat-statistik-der-schweizer-landwirtschaft/statistische-erhebungen-und-schaetzungen-ses/pflanzenbau/>, zuletzt geprüft am 31.03.2021.

Schulz, Katja (2011): Ernährungsphysiologische und biofunktionelle Wirkungen von Inhaltsstoffen einheimischer Körnerleguminosen (Erbse, Ackerbohne, Lupine). Bachelorarbeit. Hg. v. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Schweizer Bauer (2020): Schub wegen Krise: Regionalprodukte gefragt. In: *Schweizer Bauer* 2020, 25.11.2020. Online verfügbar unter <https://www.schweizerbauer.ch/markt-preise/marktmeldungen/schub-wegen-krise-regionalprodukte-im-detailhandel-gefragt/>, zuletzt geprüft am 13.02.2022.

Stoffers, Helena; Peter, Margaux; Bachmann, Hans-Peter; Egger, Lotti; Dubois, Sébastien; Guggenbühl, Barbara (2021): Caractérisation d'une alternative végétale aux fromages à base de matières premières suisses. In: *Agrarforschung Schweiz* 12, S. 164–171.

swiss granum (2021a): Statistiken der Anbauflächen. Anbauflächen. Hg. v. Schweizerische Branchenorganisation Getreide, Ölsaaten und Eiweisspflanzen. Online verfügbar unter <https://www.swissgranum.ch/inlandproduktion>, zuletzt aktualisiert am 22.12.2021, zuletzt geprüft am 05.04.2022.

swiss granum (2021b): Statistiken der Erntemengen. Inländische Produktion. Hg. v. Schweizerische Branchenorganisation Getreide, Ölsaaten und Eiweisspflanzen. Online verfügbar unter <https://www.swissgranum.ch/inlandproduktion>, zuletzt aktualisiert am 22.12.2021, zuletzt geprüft am 05.04.2022.

SZU (2021): Zuckerrübenanbau 2021. Hg. v. Schweizer Zucker AG. Online verfügbar unter <https://www.zucker.ch/dokumente>, zuletzt geprüft am 05.04.2022.

Witte, Björn; Obloj, Przemek; Koktenturk, Sedef; Morach, Benjamin; Brigl, Michael; Rogg, Jürgen et al. (2021): Food for Thought. The Protein Transformation. Hg. v. Boston Consulting Group und Blue Horizon. Online verfügbar unter <https://www.bcg.com/publications/2021/the-benefits-of-plant-based-meats>, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

7.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prognostizierte weltweite Umsatzentwicklung von Fleisch und Fleischersatzprodukten	7
Abbildung 2: Absatz der Fleischersatzkategorien Meat-Analog, Vegi Convenience und Tofu/Tempeh/Seitan.....	8
Abbildung 3 Nutzung der Schweizer Ackerfläche in den letzten 20 Jahren, (schraffierte Anteile der Säulen: für Futtermittelproduktion: Kunstwiesen, Eiweisspflanzen, Futtergetreide, Grün-/Silomais). (SBV Agristat 2021)	9
Abbildung 4: Inländische Produktionsmengen nach Verwendungszweck und Produktionsfläche von Hafer, Hirse, Futtererbsen, Lupinen, Linsen und Hanf für die letzten fünf Jahre. Für Kichererbsen liegen noch keine Daten vor (SBV Agristat 2021; swiss granum 2021a, 2021b).	16
Abbildung 5: Importmengen und mittlerer Grenzwert/Tonne von trocken und ausgelösten, ganzen, unbearbeiteten Erbsen, Kichererbsen, Ackerbohnen, Linsen zu Futtermittel und Speisezwecken (BAZG 2021)	17
Abbildung 6: Importmengen und mittlerer Grenzwert/Tonne von Hafer und Hirse, welche nicht geschält oder anders bearbeitet ist (BAZG 2021).	18
Abbildung 7: Produktionsschritte zur Herstellung von Meat-Analog (Fotos: aus dem Schweizer Forschungsmagazin «Horizonte» von Florian Kalotay).....	21

7.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stützungen für Ackerkulturen (KZA: Kontingentszollansatz, GFB: Garantiefondsbeitrag). ..	10
Tabelle 2: Wichtigste Herausforderungen in der landwirtschaftlichen Produktion von Körnerleguminosen	14
Tabelle 3: Mittlere Preise der Zeitperiode 2016-2020 für Importe (unverzollt) und Richtpreise des Jahrs 2020 für inländische Ackerkulturen (Fr./100 kg), (k. A.: Keine Angaben) (BAZG 2021; Bio Aktuell 2021; SBV 2021a).....	18
Tabelle 4: Zollansätze für Rohstoffe der 1. Verarbeitungsstufe, Stand Januar 2022 (KZA: Kontingentszollansatz, *: variabler Zollansatz).....	34