



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



Life Sciences und
Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Nahrungsmittel aus ökologischer und tiergerechter Produktion – Potential des Standortes Schweiz

Eine Studie im Auftrag von Greenpeace Schweiz

Wädenswil, November 2018

Nahrungsmittel aus ökologischer und tiergerechter Produktion – Potential des Standortes Schweiz

Eine Studie im Auftrag von Greenpeace Schweiz

Bilder Titelseite (Quellen)

oben links: Rindvieh auf naturnaher Weide (<https://www.colourbox.de/bild/bild-23403915>)

oben rechts: Blühender Buchweizen (<https://www.colourbox.de/bild/bild-4266466>)

unten links: Hülsenfrüchte (<https://www.colourbox.de/bild/bild-2856798>)

unten rechts: Artenreicher Standort im Berggebiet, der nicht für die Nahrungsmittelproduktion genutzt wird (<https://www.colourbox.de/bild/alpenwiese-bild-10941771>)

Auftraggeber

Greenpeace Schweiz
Kontaktperson: Philippe Schenkel
Badenerstrasse 171, Postfach 9320
8036 Zürich

AutorInnen ZHAW

Priska Baur, Stefan Flückiger

Mitwirkung Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL

Rebekka Frick (Verifizierung Biolandbau-Erträge, Koordination div. FiBL-ExpertInnen),
Adrian Müller (Berechnung Treibhausgase und Stickstoffbilanzen).

Dank

Unser Dank geht an die ZHAW Kollegen Gian-Andrea Egeler (Literaturverzeichnis), Maurus Jenny (Abbildungen zu Modellergebnissen), Jürg Minsch (kritisches Feedback zu einer fortgeschrittenen Fassung) und Flavio von Rickenbach (Aktualisierung FAO Daten).

Zitiervorschlag

Baur, P., Flückiger, S. (2018). Nahrungsmittel aus ökologischer und tiergerechter Produktion. Eine Studie im Auftrag von Greenpeace Schweiz. Wädenswil: ZHAW Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen. doi:10.21256/zhaw-1411

Copyright © 2018

Abstract

This study investigates and discusses the potential for ecologically sustainable agricultural production and ethologically responsible animal husbandry in Switzerland. The basic requirements relate to not feeding food to livestock and treating animals respectfully, increasing the variety of plant crops, producing according to the principles of organic farming, and providing nature with more space. As a result, promotional pictures of agriculture become a reality. Soil-independent industrial animal husbandry disappears, all animals have access to pastures, and dual-use cattle breeds are only fed with fodder from meadows and pastures. Annual milk production drops from 425 to 281 kg per head but remains the main branch of agricultural activity, while beef becomes a by-product of dairy. Annual meat production decreases from 42 kg to 14 kg per head. A total of 1240 kilocalories can still be generated per head and per day, 62 percent of which comes from plant-based foods. Since arable land is very scarce in Switzerland, with an average of 4.8 ares per head compared to 21.2 ares per head in the European Union or 47.6 ares in the U.S, any increase in agricultural production is the result of an intensification with considerable environmental costs. This finding contradicts the widespread belief that 'our country is best'. The study concludes that food should be produced where the resources are. This result does not mean that more meat should be imported. Rather, the solution is to reduce meat consumption to an ecologically sustainable and arguably healthier level.

Zusammenfassung

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Ernährung ist für einen grossen Teil des weltweiten Verbrauchs natürlicher Ressourcen und für viele Umweltbelastungen verantwortlich. Im Fokus stehen besonders tierische Nahrungsmittel. Der hohe und wachsende Fleisch- und Milchkonsum ist eine globale Herausforderung. Auch die Schweiz muss sich auf der Suche nach Wegen zu einer nachhaltigen Ernährung beteiligen. Eine besondere Herausforderung sind die Futtermittelmengen, die die Schweiz zur Fütterung der Tierbestände und zur Produktion von tierischen Nahrungsmitteln importiert. Zielsetzung der vorliegenden Studie ist es, das Potential des Standortes Schweiz für eine ökologische und tiergerechte Nahrungsmittelproduktion abzuschätzen.

Produktionssystem TOP

Dazu wurde das Modell einer früheren Studie¹ weiterentwickelt. Im Unterschied zur Vorläuferstudie, bei der es um eine ökologische Nutztierhaltung ging, wird das Produktionssystem um tierethische Aspekte erweitert. Dies führt zu zusätzlichen Restriktionen im «Tiergerechten und Ökologischen Produktionssystem» (TOP). Zentrale Elemente von TOP sind, keine Ackerfrüchte an Tiere zu verfüttern («feed no food»), nach strengen ökologischen und Tierschutzvorgaben zu produzieren und weniger tierische Nahrungsmittel herzustellen bzw. zu konsumieren. Im Produktionssystem TOP werden zudem mehr pflanzliche Kulturen für die menschliche Ernährung angebaut als heute. Ins Modell aufgenommen werden «wieder entdeckte» Kulturen wie Buchweizen und Linsen und «neu entdeckte» wie Quinoa und Lupinen. In der Tierhaltung wird auf langlebige und robuste Zweinutzungsrasen gesetzt.

Szenarien

Ausgehend von der Agrarproduktion im Jahre 2015 (Basis 2015) werden mit dem Produktionssystem TOP zwei Szenarien gerechnet, ein Referenzszenario 2015 (REF 2015) und ein Zukunftsszenario für das Jahr 2050 (Szenario 2050). Im Basisjahr 2015 wird im Pflanzenbau und in der Tierhaltung mit durchschnittlichen Erträgen gerechnet, wie sie die Schweizer Landwirtschaft aktuell erzielt. Im REF 2015 werden heutige Biolandbauerträge und im Szenario 2050 zukünftig erwartete Biolandbauerträge eingesetzt. Im Unterschied zum Pflanzenbau werden im TOP in der Tierhaltung zukünftige Ertragssteigerungen ausgeschlossen, da sie im Allgemeinen das Wohl der Tiere beeinträchtigen. Als Folge der Ausdehnung der Siedlungsgebiete und der spontanen Wiederbewaldung stehen im Jahr 2050 weniger landwirtschaftlich nutzbare Flächen zur Verfügung (minus 7 Prozent), während die Bevölkerung um 28 Prozent auf 10,5 Millionen zunimmt.

TOP-Pflanzenbau und -Tierhaltung

Durch die Umstellung auf das Produktionssystem TOP steigt der Anteil des Ackerlandes für die menschliche Ernährung von 38 Prozent (Basis 2015) auf 53 Prozent (REF 2015). Die übrigen Flächen werden als Kunstwiesen (40 Prozent) und für den Anbau von Eiweisserbsen (7 Prozent) im Rahmen einer ökologisch optimierten Fruchtfolge genutzt. Auf Futtergetreide und -mais, die die menschliche Ernährung konkurrenzieren, wird vollständig verzichtet. Es gibt keinen Zuckerrübenanbau mehr und auch der Rapsanbau wird reduziert, weil beide Kulturen eine hohe Anfälligkeit für Pflanzenkrankheiten und Schädlinge zeigen, nicht zuletzt unter den klimatischen Bedingungen in der Schweiz.

¹ Baur, P. (2013). Ökologische Nutztierhaltung – Produktionspotential der Schweizer Landwirtschaft. Eine Untersuchung im Auftrag von Greenpeace Schweiz. Frick: Agrofutura.

Auf mindestens 400'000 ha hat die Biodiversität klaren Vorrang. Diese Flächen werden «der Natur zurückgegeben». Es handelt sich einerseits um Grenzertragsflächen² und andererseits um Räume für den Schutz von heute besonders gefährdeten Ökosystemen, die ein hohes Potential für eine artenreiche Flora und Fauna haben.

Das zentrale Argument für die Haltung von Rindern ist ihre grundsätzliche Fähigkeit, von Gras allein leben zu können. Damit können sie eine global wichtige natürliche Ressource, Dauergrünland, in Milch und Fleisch für die menschliche Ernährung umwandeln. Milch bleibt das hauptsächliche tierische Nahrungsmittel der Schweizer Landwirtschaft. Rindfleisch fällt als Verbundprodukt von Milch an. Unter den natürlichen Produktionsbedingungen in der Schweiz heisst standortgerecht, Fleisch zusammen mit Milch aus Raufutter von Wiesen und Weiden zu produzieren.

Als Nebeneffekt der «Feed no food»-Vorgabe fehlen die Futtermittel für diejenigen Tierarten, die nicht von Gras allein leben können. Die Massentierhaltung verschwindet und Schweinefleisch und Poulet vom Standort Schweiz werden zur Seltenheit.

TOP-Nahrungsmittel aus Inlandproduktion

Mit der Umstellung auf das Produktionssystem TOP geht die Produktion pro Kopf und Jahr bei pflanzlichen Nahrungsmitteln von 170 kg (Basis 2015) auf 127 kg (REF 2015), bei Milch von 425 auf 281 kg, bei Eiern von 104 Stück auf 62 Stück und bei Fleisch von 42 auf 14 kg zurück.

Der Rückgang bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln ist hauptsächlich die Folge des Wegfalls von 30 kg Zucker pro Kopf und Jahr. Ein weiterer Grund ist, dass ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel niedrigere Kartoffelerträge erzielt werden. Der Rückgang der Zucker- und Kartoffelerträge wird im Modell durch die Ausdehnung des Pflanzenbaus und die generell höhere Vielfalt pflanzlicher Kulturen nicht kompensiert.

Im Vergleich zur Ausgangslage mit 1'953 kcal pro Kopf und Tag aus inländischer Produktion (Basis 2015) nimmt mit TOP das verfügbare Angebot um 36 Prozent auf 1'241 kcal ab. Im Szenario 2050 werden 1'117 kcal pro Kopf und Tag produziert.

Folgen für die Umwelt und die Tiere

Im Produktionssystem TOP werden alle Flächen weniger intensiv bewirtschaftet, was den Druck auf Boden und Wasser, Klima und Luft sowie Biodiversität und Landschaft flächendeckend vermindert. Als Folge der Reduktion der Tierbestände gehen die Stickstoff- und Phosphorüberschüsse und die Treibhausgasemissionen zurück. Auch Pflanzenschutz- und Tierarzneimittel werden deutlich weniger eingesetzt.

Die Biodiversität nimmt durch räumlich differenzierte Massnahmen zu, beispielsweise durch die Schaffung von Raum für Auenwälder, den Schutz von Uferbereichen und die Wiedervernässung von Mooren, aber auch durch die gezielte Anlage von ökologisch hochwertigen Flächen auf Acker- und Wiesland.

Durch die Aufgabe der Massentierhaltung werden jährlich 95 Prozent weniger Tiere geschlachtet. Die Fleischmenge wird jedoch «nur» um 65 Prozent kleiner. Im TOP müssen für dieselbe Fleischmenge viel weniger Tiere aufgezogen, gehalten und geschlachtet werden. Je weniger Tiere für die Produktion von Fleisch gebraucht werden, desto weniger Tiere sind von einer potentiell nicht artgerechten Haltung betroffen.

² Als Grenzertragsstandorte werden Flächen bezeichnet, die wenig produktiv sind. Ein Beispiel dafür sind alpwirtschaftliche Flächen oberhalb der Waldgrenze.

Bilder werden Wirklichkeit

Das Produktionssystem TOP beschreibt eine Nahrungsmittelproduktion, in der die Bedürfnisse von Menschen, Tieren und Natur respektiert werden. Die Bilder, die zu einer solchen Nahrungsmittelproduktion passen, beschreiben eine vielfältige und abwechslungsreiche Landschaft und eine Tierhaltung, wie sie die Bevölkerung von der Werbung kennt. Mit dem Unterschied, dass die Realität der Milch-, Eier- und Fleischproduktion nun zu den Werbebildern passt.

Die respektvolle Einstellung gegenüber den Tieren, die wertvolle Nahrungsmittel für die menschliche Ernährung bereitstellen, zeigt sich in Vielem: Die Tiere sind nicht einseitig auf eine einzige Leistung gezüchtet. Anstatt spezialisierte Milch- und Fleischrassen bei Rindvieh und Lege- und Masthybriden bei Geflügel gibt es robuste Zweinutzungsrasen. Die Milchkühe leben mit 10 Jahren doppelt so lange wie heute. Ihre Kälber werden nicht sofort nach der Geburt weggenommen, sondern wachsen in den ersten Monaten mit den Müttern auf. Die Rinder, die nicht als zukünftige Milchkühe aufgezogen werden, werden nicht in Ställen in kurzer Zeit mit Getreide, Soja und anderen Ackerfuttermitteln gemästet, sondern sie leben bis zu einem Alter von 2 Jahren hauptsächlich auf der Weide. Nicht nur Rinder, sondern alle Tiere, auch die Hühner und Schweine haben Auslauf auf Weideflächen.

Der Rückgang der Produktion verringert den hypothetischen Selbstversorgungsgrad, nicht jedoch die Versorgungssicherheit

Trotz des stetigen Wachstums der Agrarproduktion im 20. Jahrhundert blieb die Schweiz stets auf umfangreiche Nahrungsmittelimporte angewiesen. Auch die Schweizer Landwirtschaft ist für die Produktion auf Importe angewiesen, nicht nur von Futtermitteln, auch von fossilen Energieträgern, von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, von Saatgut, von Elterntieren für die Produktion von Legehennen und Mastküken etc. Die Versorgung der Schweizer Bevölkerung wird deshalb nicht durch eine möglichst grosse inländische Nahrungsmittelproduktion, sondern durch einen funktionierenden Handel gesichert.

Der aktuelle Selbstversorgungsgrad (SVG) eignet sich zudem wenig, um die Versorgungslage in Zeiten tatsächlich gestörter Zufuhr zu beurteilen. Denn ausgerechnet die tierischen Nahrungsmittel wären bei Versorgungsengpässen stark betroffen. Bei eingeschränktem Handel müssten aufgrund fehlender Futtermittel als Erstes die Tierbestände massiv reduziert werden. Im Produktionssystem TOP sind die Tierbestände aufgrund knapper Futtermittel bereits in Normalzeiten sehr viel kleiner. Die verbleibenden Rindviehbestände können mit dem verfügbaren Wiesen- und Weidefutter ernährt werden. Versorgungsengpässe sind deshalb im TOP für die Tierernährung ohne Bedeutung: Die Produktion von Milch und Rindfleisch ist auch ohne Handel gesichert.

Bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln ist die Schweiz aktuell noch stärker auf einen funktionierenden Handel angewiesen als bei den tierischen Nahrungsmitteln. Dies gilt unabhängig vom gewählten Produktionssystem. TOP trägt durch die grössere Vielfalt an pflanzlichen Nahrungsmitteln sogar zu mehr Versorgungssicherheit bei.

Die globale Vision ist, Nahrungsmittel dort zu produzieren, wo die Ressourcen sind

Die vorliegende Studie orientiert sich an einer globalen ökologischen und ethologischen Vision. Die Nahrungsmittel sollen dort produziert werden, wo die Ressourcen sind. In der Schweiz sind sie besonders knapp. Ackerland steht mit 4,8 Aren pro Kopf viel weniger zur Verfügung als beispielsweise in der Europäischen Union mit 21,2 Aren pro Kopf, in den USA mit 47,6 Aren pro Kopf, in Russland mit 85,6 Aren pro Kopf oder auch im weltweiten Durchschnitt mit 19,3 Aren pro Kopf.

In der Schweiz schränken die klimatischen und topographischen Standortbedingungen die Nahrungsmittelproduktion zusätzlich ein. So ist es aus einer ökologischen Perspektive effizienter, Fleisch von geeigneten Standorten zu importieren als Fleisch in der Schweiz mit importierten Futtermitteln zu produzieren und die anfallenden Hofdünger dann wieder zu exportieren. Diese Schlussfolgerung dürfte viele überraschen. Widerspricht sie doch der verbreiteten «Our country is best»-Überzeugung, wonach die Nahrungsmittelproduktion in der Schweiz derjenigen in anderen Ländern ökologisch überlegen ist. Das Ziel kann allerdings auch nicht sein, mehr Fleisch zu importieren als heute. Die Lösung ist, den Fleischkonsum auf ein umweltverträgliches Niveau zurückzuführen.

Im Zusammenhang mit der «Our own country is best»-Überzeugung stellt sich auch die Frage, wie artgerecht die Schweizer Tierhaltung ist. Viele KonsumentInnen gehen irrtümlicherweise davon aus, dass die Tierhaltungsbedingungen privatrechtlicher Labels Schweizer Standard seien, d.h. dass alle Tiere viel Platz, Stroh zum Liegen und Auslauf auf eine Weide hätten. Die Realität der Tierhaltung unterscheidet sich jedoch von den Werbebildern. So hat die überwiegende Mehrheit der Tiere keinen Auslauf auf eine Weide. Auch in der Schweiz legt die Tierschutzgesetzgebung nicht fest, was tiergerecht ist, sondern sie definiert die rechtliche Grenze zur Tierquälerei. Besonders in der bodenunabhängigen industriellen Tierhaltung fallen beim näheren Hinsehen die konkreten Unterschiede zu anderen Ländern wenig ins Gewicht. Beispielsweise sind in der Schweiz max. 30 kg Mastküken pro m² erlaubt, in Deutschland 39 kg/m² und in der EU 42 kg/m².

Der gute Ruf der Schweizer Tierhaltung dürfte aufgrund psychologischer Entlastungseffekte allerdings die Nachfrage nach Schweizer Fleisch erhöhen, weil es mit «gutem Gewissen» gegessen werden kann.

Die Schweizer Landwirtschaft verkräftet den Verzicht auf Massentierhaltung

TOP macht die Schweizer Bauern nicht zu LandschaftsgärtnerInnen, im Gegenteil. Ihre hauptsächliche Aufgabe ist es, wertvolle Nahrungsmittel zu produzieren, für die es eine Nachfrage gibt. Grundsätzliche Überlegungen sprechen dafür, dass die Schweizer Landwirtschaft sogar wettbewerbsfähiger würde, da sie sich mit der Umstellung auf das Produktionssystem TOP auf ihre Stärken besinnt: die Produktion von Milch und Rindfleisch aus Wiesenfutter.

TOP-Milch und TOP-Rindfleisch ragen auf den Märkten aufgrund ihrer Prozess- (ökologisch und tiergerecht) und Produktqualität (Omega-3-Fettsäuren) heraus. Im Produktionssystem TOP gibt es absolute Grenzen für die Milch- und Rindfleischproduktion, was ihren Wert zusätzlich fördert. Die Preise für Milch und Fleisch wären nicht wie heute hauptsächlich das Ergebnis des Agrarschutzes, sondern würden sich aus der Zahlungsbereitschaft einer sensibilisierten Kundschaft für hochwertige und begrenzt verfügbare Milch und Rindfleisch entwickeln. Weiter wirken sich charakteristische Eigenschaften des TOP Produktionssystems wie langlebige Kühe, Weidehaltung und Verzicht auf Kraftfutter positiv auf die Wirtschaftlichkeit aus.

Die stärksten Veränderungen betreffen zudem die Schweine- und Kükenmast. Es sind jedoch nur ca. 5 Prozent der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe, die Schweine oder Küken in Beständen von mehreren Hunderten bzw. Tausenden von Tieren mästen.

Die Schweizer Landwirtschaft kann auch in Zukunft auf politische Unterstützung zählen. Unter der heutigen Agrarpolitik erhalten die Direktzahlungsberechtigten Betriebe im Durchschnitt 60'000 Fr. Direktzahlungen pro Jahr. Diese Gelder bedeuten Einkommenssicherheit und eine gewisse Unabhängigkeit von den Marktentwicklungen. Die grundsätzliche Einkommensstützung und -sicherheit durch Direktzahlungen bliebe in TOP unverändert.

Die Zukunft ist pflanzlich, smart, flexitarisch und urban

Die Möglichkeiten, auch am Standort Schweiz eine grosse Vielfalt pflanzlicher Nahrungsmittel zu produzieren, dürfen nicht unterschätzt werden. In der vorliegenden Studie wurde dieses Potential lediglich beispielhaft anhand ausgewählter «wieder» und «neu» entdeckter Kulturen dargestellt.

Ebenso vielfältig wie die Kulturen werden sich unterschiedliche Anbautechniken entwickeln. Auf der einen Seite wird sich im Pflanzenbau eine ressourceneffiziente und umweltschonende Präzisionslandwirtschaft (smart farming) durchsetzen. Auf der anderen Seite werden sich innovative Produktionsformen entwickeln, beispielsweise vertikale und urbane Nahrungsmittelproduktion, Permakulturen und biovegane Pflanzenbau.

Die TOP-Nahrungsmittelproduktion setzt auf aufgeklärte und verantwortungsbewusste KonsumentInnen. Diese essen – für das eigene Wohlbefinden und im eigenen gesundheitlichen Interesse – deutlich weniger tierische Nahrungsmittel als heute. Die Mehrheit der KonsumentInnen von morgen sind weder Vegetarierinnen noch Veganer, sondern ernähren sich flexitarisch. Urbane Lebensformen sind wichtige Treiber einer ökologisch- und tierversantwortlichen Ernährung.

Die Politik setzt die Leitplanken für die Nahrungsmittelproduktion

Die bisherige Schutz- und Förderpolitik hat dazu beigetragen, dass die Produktion tierischer Nahrungsmittel in der Schweiz auf ein ökologisch und ethologisch problematisches Niveau gesteigert wurde. Würde der Agrarschutz rückgebaut, so ginge auch die Produktion tierischer Nahrungsmittel zurück.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen.....	12
1. Einleitung.....	13
2. Konzeption und Restriktionen einer ökologischen und tiergerechten Produktion	18
3. Modell und Szenarien.....	21
4. Bodennutzung.....	28
5. Pflanzliche Produktion	30
6. Tierbestände	32
7. Tierische Produktion	34
8. Nahrungsmittel aus Inlandproduktion pro Kopf	36
9. Umwelt	40
10. Tiere	42
11. Diskussion und Schlussfolgerungen	46
12. Ausblick	62
13. Quellen.....	65
14. Anhang: Berechnung Treibhausgase und Stickstoffbilanz.....	72
15. Tabellenteil: Daten und Modellergebnisse	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Anteil Eiweissfutterbedarf aus Importen nach Tierart (2008, 2010-14).....	14
Abbildung 2 Durchschnittlicher Verbrauch der Hauptfleischsorten 1961-2013.....	15
Abbildung 3 Durchschnittlicher Verbrauch Milch/-produkte	15
Abbildung 4 Modellierung entlang der Nahrungsmittel-Versorgungskette	22
Abbildung 5 Bodennutzung	28
Abbildung 6 Ackerland für die menschliche Ernährung	29
Abbildung 7 Ackerland für die tierische Ernährung.....	30
Abbildung 8 Pflanzliche Produktion für die menschliche Ernährung	31
Abbildung 9 Raufutter von Wiesen und Weiden	32
Abbildung 10 Tierbestände (Anzahl Tiere an Stichtag)	33
Abbildung 11 Tierbestände in Grossvieheinheiten	33
Abbildung 12 Milchproduktion	35
Abbildung 13 Fleischproduktion	35
Abbildung 14 Pflanzliche Nahrungsmittel aus Inlandproduktion.....	37
Abbildung 15 Fleisch aus Inlandproduktion	38
Abbildung 16 Verfügbare pflanzliche und tierische Energie aus Inlandproduktion	39
Abbildung 17 In der Schweiz geschlachtete Tiere 2006 bis 2016	43
Abbildung 18 Essbares Fleisch pro Tier	44
Abbildung 19 Geschlachtete Tiere nach Tierart.....	44
Abbildung 20 Beitrag der Tiere zur Fleischproduktion.....	45
Abbildung 21 Hypothetischer Selbstversorgungsgrad in der Schweiz 2008-2014.....	53
Abbildung 22 Ackerland und Grasland pro Kopf ausgewählter Länder.....	56
Abbildung 23 Durchschnittliche Direktzahlungen pro Schweizer Landwirtschaftsbetrieb in der Grössenklasse 20-30 ha (2016).....	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Fleischverbrauch und -konsum in der Schweiz (in kg pro Kopf und Jahr) ...	16
Tabelle 2 Entwicklung landwirtschaftlich genutzter Flächen.....	27
Tabelle 3 Überblick über die Produktion von Milch, Eiern und Fleisch.....	34
Tabelle 4 Überblick über die aus Inlandproduktion verfügbaren Nahrungsmittel.....	36
Tabelle 5 Auswirkungen auf die Umwelt: flächenbezogene Indikatoren	40
Tabelle 6 Auswirkungen auf die Umwelt: Treibhausgase und Stickstoffbilanz	41
Tabelle 7 Schweizer Landwirtschaftsbetriebe mit Schweinen oder Mastkühen (2015)	60
Tabelle 8 Ertragserwartungen Ackerkulturen 2015 bis 2050: Veränderungen der prozentualen Hektarerträge.....	61
Tabelle 9 Übersicht über die Bodennutzung.....	74
Tabelle 10 Bodennutzung im Ackerbau	74
Tabelle 11 Fruchtfolgeanteile im Ackerbau.....	75
Tabelle 12 Flächenerträge im Ackerbau	75
Tabelle 13 Produktion von pflanzlichen Nahrungsmitteln (Basis 2015 und REF 2015)	76
Tabelle 14 Produktion von pflanzlichen Nahrungsmitteln (Szenario 2050).....	77
Tabelle 15 Futtermittelangebot für Nicht-Raufutterverwerter.....	77
Tabelle 16 Angebot und Nährwerte von Futtermitteln für Nicht-Raufutterverwerter	78
Tabelle 17 Flächenerträge im Futterbau.....	78
Tabelle 18 Schätzung Raufutterangebot.....	79
Tabelle 19 Tierbestände Raufutterverwerter	80
Tabelle 20 Tierbestände Nicht-Raufutterverwerter	80
Tabelle 21 Erträge in der tierischen Produktion.....	81
Tabelle 22 Milchproduktion insgesamt und pro Kopf (Basis 2015)	81
Tabelle 23 Milchproduktion insgesamt und pro Kopf (REF 2015 und Szenario 2050)	81
Tabelle 24 Fleischproduktion insgesamt und pro Kopf (Basis 2015)	82
Tabelle 25 Fleischproduktion insgesamt und pro Kopf (REF 2015 und Szenario 2050)	83
Tabelle 26 Eierproduktion insgesamt und pro Kopf.....	83
Tabelle 27 Pflanzliche und tierische Nahrungsmittel aus Inlandproduktion (in kcal pro Person und Tag)	84
Tabelle 28 Minimaler Bedarf Weideflächen	85
Tabelle 29 Umweltindikatoren	86
Tabelle 30 Treibhausgase und Stickstoffbilanz	86

Abkürzungen

APDE	Absorbierbares Protein im Darm nach Energie
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BE	Bruttoenergie
BFS	Bundesamt für Statistik
BLV	Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BTS	Besonders Tierfreundliche Stallhaltungssysteme (Direktzahlungsprogramm des Bundes)
DLS	Default Livestock System
DZV	Direktzahlungsverordnung
dt	Dezitonne = 100 kg
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
FS	Frischsubstanz
GVE	Grossvieheinheiten
ha	Hektare = 100 Aren = 10'000 m ²
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KAG	KAGfreiland für Kuh, Schwein, Huhn & und Co. ist ein Verein, der 1972 unter dem Namen «Konsumenten-Arbeits-Gruppe für tier- und umweltfreundliche Nutztierhaltung» gegründet wurde.
LBV	Landwirtschaftliche Begriffsverordnung
menuCH	erste nationale Ernährungserhebung in der Schweiz (2014/2015)
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
TOP	T iergerechtes und O ekologisches P roduktionssystem
Proviande	Branchenorganisation der Schweizer Fleischwirtschaft
RAUS	Regelmässige Auslaufhaltung (Direktzahlungsprogramm des Bundes)
RP	Rohprotein
SBV	Schweizer Bauernverband
SES	Statistische Erhebungen und Schätzungen (SBV)
SVG	Selbstversorgungsgrad
TS	Trockensubstanz
TSchG	Tierschutzgesetz

1. Einleitung

Der hohe und wachsende Verbrauch tierischer Nahrungsmittel ist besonders aus ökologischer Perspektive eine globale Herausforderung. Auch die Schweiz muss sich auf der Suche nach Wegen zu einer nachhaltigen Ernährung beteiligen. Quantitativ betrachtet ist sie zwar aufgrund ihrer Kleinheit global von kleiner Bedeutung. Ihre Verantwortung ergibt sich vielmehr daher, dass die Schweiz eines der wohlhabendsten Länder der Welt ist und damit grundsätzlich in der Lage, in eine lebenswerte Gegenwart und Zukunft zu investieren, auch bei der Ernährung. Die vorliegende Studie im Auftrag von Greenpeace Schweiz möchte bei der Suche nach Wegen und Lösungen einen Beitrag leisten.

Ernährung und Umwelt

Die Ernährung ist für einen grossen Teil des weltweiten Verbrauchs natürlicher Ressourcen und für viele Umweltbelastungen verantwortlich (Tukker & Jansen, 2006). In der Schweiz werden laut Berechnungen von Jungbluth, Nathani, Stucki, & Leuenberger (2011) 28 Prozent der Umweltbelastungen im Inland durch den Sektor Land- und Forstwirtschaft verursacht. Auch aus der Konsumperspektive ist die Ernährung bedeutsam: Von allen Umweltbelastungen, die durch den Konsum der Schweizer Bevölkerung in der Schweiz selbst und im Ausland entstehen, entfallen knapp 30 Prozent auf die Bereitstellung von Nahrungsmitteln (Jungbluth u. a., 2011). Von diesen Umweltbelastungen durch die Ernährung fällt über die Hälfte nicht in der Schweiz, sondern im Ausland an. Die Schweiz hat sich im Bereich Landwirtschaft Umweltziele gesetzt, von denen viele bis heute nicht erreicht wurden, beispielsweise bei der Biodiversität, bei den Stickstoff- und Phosphorüberschüssen, bei den Ammoniakemissionen oder bei der Wasserqualität (Bundesrat, 2017).

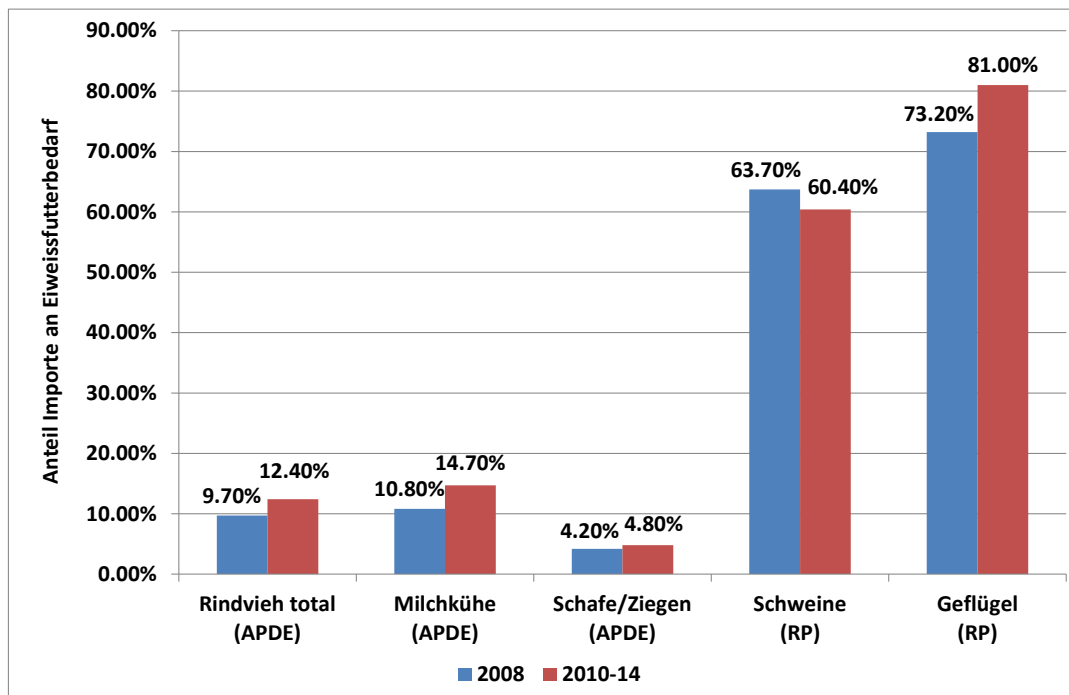
Im Fokus stehen besonders Fleisch und Milch. Bei den Treibhausgasen wird geschätzt, dass tierische Nahrungsmittel weltweit für rund 60 Prozent der ernährungsbedingten Emissionen verantwortlich sind (Smith u. a., 2014). Die Tierproduktion ist mitverantwortlich für weitere Umweltbelastungen (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2006). So trägt sie wesentlich zur Abholzung von Wäldern bei, um neue Weideflächen zu gewinnen. Sie ist eine Hauptursache von Stickstoffemissionen in die Atmosphäre, die zu einer Überdüngung von naturnahen Ökosystemen beitragen und ihre Biodiversität vermindern. Auch bei der Energieeffizienz ist die tierische der pflanzlichen Produktion unterlegen. In der Schweiz werden als Folge der Spezialisierung der Landwirtschaft auf die tierische Produktion im Durchschnitt pro Kilokalorie Nahrungsmittelenergie 2,4 Kilokalorien nicht erneuerbare Energieträger verbraucht (Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2015).

Eine besondere Herausforderung sind die grossen Futtermittelmengen, die die Schweiz zur Fütterung der Tierbestände und zur Produktion von tierischen Nahrungsmitteln importiert. Von den 1,6 Millionen Tonnen Kraftfutter, die 2015 eingesetzt wurden, wurden mehr als 60 Prozent importiert (SBV, Agristat, 2015). Besonders bei Eiweissfuttermitteln ist die Schweiz auf Importe angewiesen. 2015 wurden 84 Prozent der pflanzlichen Eiweissfuttermittel, die nicht aus Raufutter stammen, importiert.³ Während Rindvieh, Schafe und Ziegen als sogenannte Raufutterverwerter den grössten Teil ihres Eiweissfutterbedarfs aus Raufutter decken, sind Schweine und Geflügel zu 60 Prozent bzw. 80 Prozent auf Importe angewiesen (Abbildung 1). Aber auch bei Rindvieh zeigt der Trend aufgrund der Leistungssteigerungen bei Milch und Fleisch nach oben. Hinzu kommt, dass aufgrund der Grösse des Rindviehbe-

³ 2015 wurden 95'000 Tonnen pflanzliche Eiweissfuttermittel im Inland produziert (ohne Raufutter) und 507'000 Tonnen importiert (Walter Ingold, Bundesamt für Landwirtschaft, 9.4.2018).

standes der absolute Eiweissfuttermittelbedarf durchaus ins Gewicht fällt. Gemäss einer früheren Schätzung wurden im Jahr 2008 mehr als 100'000 Tonnen Soja bzw. 41 Prozent der importierten Sojafuttermittel an Milchkühe und Rinder verfüttert (Baur, 2011, S. 22).

Abbildung 1 Anteil Eiweissfutterbedarf aus Importen nach Tierart (2008, 2010-14)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis SBV, agristat, 2015. Legende: APDE = Absorbierbares Protein im Darm nach Energie, RP = Rohprotein.

Wachsender globaler Verbrauch tierischer Nahrungsmittel

Der globale Verbrauch tierischer Nahrungsmittel hat in den vergangenen Jahrzehnten stetig zugenommen. Einerseits weil die Bevölkerung wächst, andererseits weil mit steigendem Wohlstand v.a. beim Fleisch der Pro Kopf-Verbrauch zunimmt. Umgerechnet pro Kopf ist der Fleischverbrauch (alle Sorten; gemessen in Schlachtgewicht) zwischen 1961 und 2013 von 23 kg auf 43 kg gestiegen. Am stärksten nahm der Verbrauch von Schweinefleisch und Geflügel zu (Abbildung 2, links).

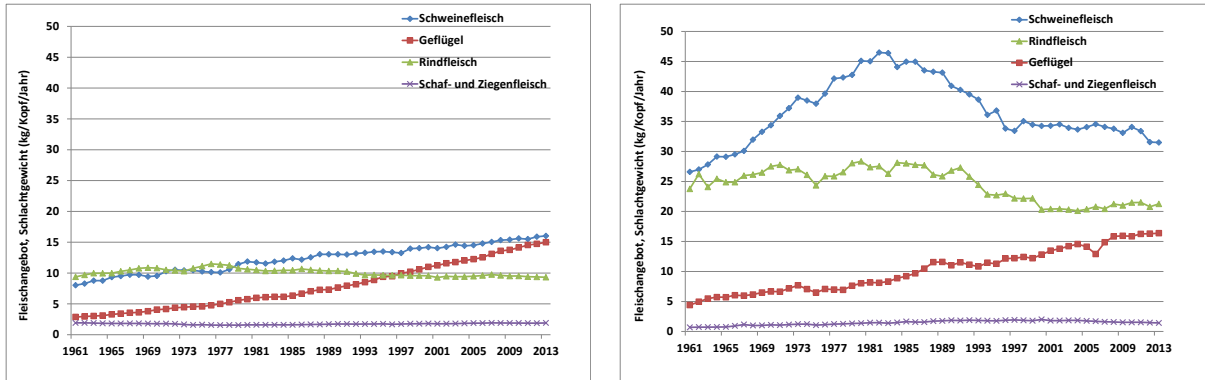
Der Pro Kopf-Verbrauch in der Schweiz, gemessen in Schlachtgewicht, ist im selben Zeitraum von 57 kg (1961) auf 72 kg (2013) gewachsen. In diesen Zahlen sind sogenannte Auslandeinkäufe nicht eingeschlossen.⁴ Die Entwicklung unterscheidet sich deutlich zwischen den Fleischsorten. Nach einem steilen Anstieg geht der statistische Pro Kopf-Schweinefleischverbrauch seit Mitte 1980er Jahre zurück, und der statistische Pro Kopf-Rindfleischverbrauch ist heute niedriger als vor 50 Jahren.⁵

⁴ Zu den Auslandeinkäufen gibt es keine offiziellen Statistiken, sondern lediglich Schätzungen, beispielsweise die nicht publizierten Erhebungen 2013 und 2015 von GfK Switzerland im Auftrag der Interessengemeinschaft Detailhandel oder mehrere Studien von Coop. Laut GfK Switzerland haben KonsumentInnen aus der Schweiz im Jahr 2015 für 1,9 Milliarden Euro Nahrungsmittel im Ausland eingekauft; davon wurden 480 Millionen Euro für Fleisch, Fisch und Charcuterie und 250 Millionen Euro für Molkereiprodukte und Käse ausgegeben. Zu den Fleisch-Auslandeinkäufen, seien sie im Rahmen der Freigrenzen, ordentlich verzollt oder nicht verzollt, müsste noch gewerblich geschmuggeltes Fleisch hinzugezählt werden. Auslandeinkäufe sind in der Schweiz verbreitet. Gemäss GfK Switzerland haben im Jahr 2015 mehr als die Hälfte der Haushalte im Ausland eingekauft.

⁵ Der starke Rückgang des Pro Kopf-Schweinefleischverbrauchs in der Schweiz in den 1980er Jahren überrascht und wirft Fragen auf. Offen ist, inwieweit es sich um einen tatsächlichen oder einen statistischen Rückgang des tatsächlichen

Die Schweiz unterscheidet sich vom globalen Durchschnitt hauptsächlich beim Schweine- und Rindfleisch. Der Pro Kopf-Verbrauch in der Schweiz beträgt hier das Doppelte des globalen Durchschnitts (Abbildung 2, rechts).

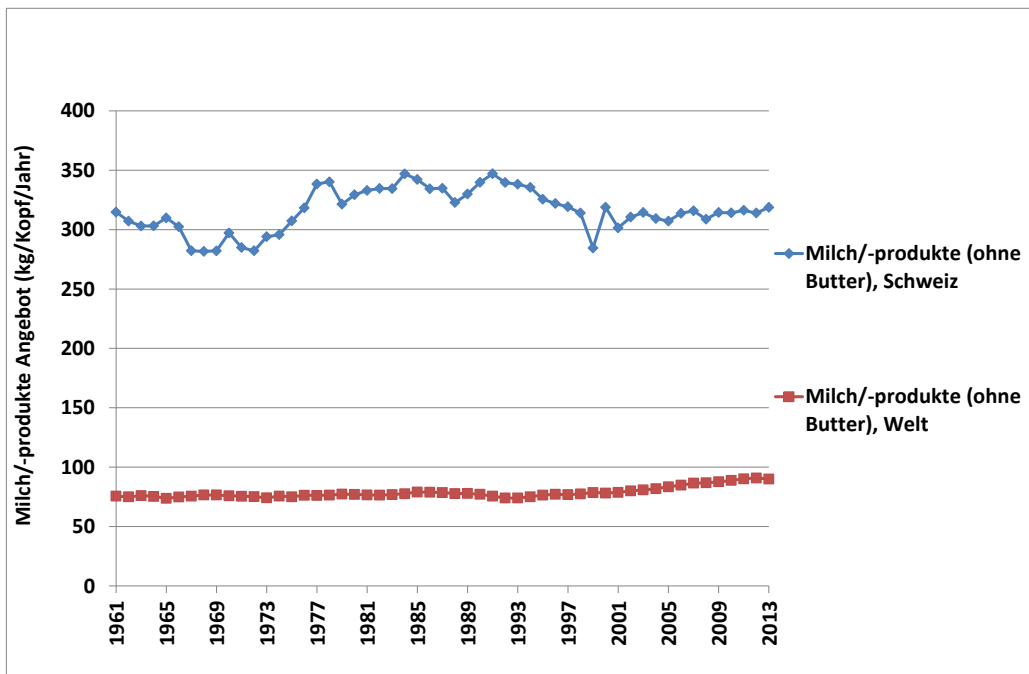
Abbildung 2 Durchschnittlicher Verbrauch der Hauptfleischsorten 1961-2013 (in kg Schlachtgewicht pro Kopf und Jahr), global (links) und Schweiz (rechts)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis FAO Daten (FAOSTAT, 2018). Anmerkung zur Schweiz: Die Auslandeinkäufe sind in der Abbildung nicht erfasst und der gesamte Fleischverbrauch wird dadurch unterschätzt.

Die Schweiz fällt im globalen Vergleich aber vor allem beim Milchverbrauch auf. Der durchschnittliche Pro Kopf-Milchverbrauch der Bevölkerung der Schweiz (ohne Butter) beträgt mit 320 kg fast das Vierfache des globalen Durchschnitts von 90 kg (Abbildung 3). Dabei sind alle Milchsorten eingeschlossen, die Kuhmilch ist mengenmässig aber die mit Abstand wichtigste Milchsorte.

Abbildung 3 Durchschnittlicher Verbrauch Milch-/produkte (alle Milchsorten, ohne Butter) 1961-2013 (in kg pro Kopf und Jahr)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis FAO Daten (FAOSTAT, 2018). Anmerkung: Butter fehlt üblicherweise in der Milchverbrauchsstatistik, dadurch wird jedoch der ökologisch relevante Milchverbrauch pro Kopf unterschätzt.

chen Konsums in der Schweiz handelt. Plausibler ist der Rückgang des Pro Kopf-Rindfleischverbrauchs in den 1990er Jahren, v.a. als Folge der BSE Krise.

Fleischverbrauchs- und Konsumstatistiken

Zu beachten ist, dass das verfügbare Fleischangebot (Fleischverbrauch) nicht mit dem Fleischkonsum oder der tatsächlich gegessenen Menge Fleisch gleichgesetzt werden darf. Die Statistiken der FAO beziehen sich auf das durchschnittlich verfügbare Fleischangebot (jedoch ohne Auslandeinkäufe), gemessen in Schlachtgewicht (FAO: food supply quantity, kg/capita/year). Vom Schlachtgewicht zu unterscheiden sind einerseits das Verkaufsgewicht (ebenfalls ohne Auslandeinkäufe) und andererseits das gemäss Selbstdeklaration gegessene Fleisch (Tabelle 1). Das Verkaufsgewicht entspricht ungefähr zwei Dritteln des Schlachtgewichtes. Das gemäss Selbstdeklaration gegessene Fleisch dürfte am nächsten bei der tatsächlich konsumierten Menge liegen.

Tabelle 1 Fleischverbrauch und -konsum in der Schweiz (in kg pro Kopf und Jahr)

Fleisch pro Kopf und Jahr	Bemessungsgrundlage	Erhebung / Statistik	Quelle	Kommentar
72 kg	Schlachtgewicht (2013)	Nahrungsmittelbilanz	FAO, BFS	Inkl. Knochen (CH: ohne Auslandeinkäufe)
51 kg	Verkaufsgewicht (2016)	Nahrungsmittelbilanz	Proviande, BFS, SBV	Verkaufsfertig (CH: ohne Auslandeinkäufe)
40 kg	Gegessen gemäss Selbstdeklaration (2014/15)	Erste nationale Ernährungserhebung menuCH	BLV, BAG	Ohne Nahrungsmittelverluste «food waste» (CH: inkl. Auslandeinkäufe)

Erläuterungen: vgl. Text.

Je nach Schätzung der Auslandeinkäufe müssen die Verbrauchs- und Konsumzahlen korrigiert werden. Aus dem Vergleich von Verbrauchs- und Konsumzahlen lässt sich zudem schlussfolgern, wie viele Nahrungsmittelverluste («food waste») anfallen. Wenn wir Auslandeinkäufe in der Höhe von 5 kg pro Kopf und Jahr unterstellen, was eher eine Unterschätzung sein dürfte,⁶ so würde in Tabelle 1 das Verkaufsgewicht 56 kg und das Schlachtgewicht 79 kg pro Kopf und Jahr betragen. Die Nahrungsmittelverluste lägen dann bei Berücksichtigung der Auslandeinkäufe bei rund 30 Prozent.⁷

Zahlen zum sogenannten Fleischkonsum sind deshalb mit Vorsicht zu interpretieren. Es muss klar sein, aus welcher Statistik sie stammen und was sie messen. Beim Vergleich zwischen verschiedenen Ländern ist darauf zu achten, dass die Zahlen aus vergleichbaren Statistiken stammen und nicht beispielsweise Schlacht- mit Verkaufsgewichts- oder gar Konsumzahlen verglichen werden. Je nach Verwendungszweck ist die eine oder andere Statistik geeignet.

⁶ Der Schweizerische Fleischfachverband geht von Auslandeinkäufen im Jahr 2016 im Umfang von durchschnittlich 13 kg pro Kopf und Jahr bzw. von einem durchschnittlichen Verbrauch von 64 kg pro Kopf und Jahr aus, womit «sich die Schweiz in der europäischen Rangliste des Fleischkonsums im vorderen Mittelfeld befinden» würde (SFF, 2017, S. 1).

⁷ Nahrungsmittelverluste: $(56 \text{ kg} - 40 \text{ kg}) = 16 \text{ kg}$; $16 \text{ kg} / 56 \text{ kg} = 28,6 \text{ Prozent}$.

Fragestellung und Zielsetzung

In der vorliegenden Studie gehen wir der Frage nach, wie in der Schweiz die Umweltbelastungen durch die Ernährung gesenkt werden können bzw. wie viele Nahrungsmittel in der Schweiz umweltverträglich erzeugt werden können. Die Analyse baut auf der früheren Untersuchung für Greenpeace «Ökologische Nutztierhaltung – Produktionspotential der Schweizer Landwirtschaft» auf (Baur, 2013). Das Modell zur Berechnung des Produktionspotentials wurde aktualisiert und weiterentwickelt. In der aktualisierten Studie wird zudem dem Umgang mit den Nutztieren vermehrte Beachtung geschenkt. Denn eines der zentralen Ergebnisse der Studie aus dem Jahr 2013 war, dass es einen ausgeprägten Zielkonflikt zwischen einer kosteneffizienten Produktion tierischer Nahrungsmittel in bodenunabhängigen industriellen Tierhaltungssystemen und einer artgerechten Haltung von Nutztieren gibt und dass der aktuelle Fokus auf Ressourceneffizienz und Klimaschutz das Risiko beinhaltet, dass das Tier vergessen geht.

Die angepasste Fragestellung lautet: Wie viele tierische und pflanzliche Nahrungsmittel kann die Schweizer Landwirtschaft in einem umfassenden ökologischen Agrarproduktionssystem produzieren, in dem die Nutztiere und ihre Bedürfnisse respektiert werden? Und mit welchen Wirkungen für die Umwelt (z.B. Landnutzung und Biodiversität, Treibhausgasemissionen, Stickstoffüberschüsse) und die Tiere (z.B. Auslauf auf Weide) ist die Produktion verbunden?

Zusammenfassend besteht die Zielsetzung der vorliegenden Studie darin, das Potential des Standortes Schweiz für eine ökologische und tiergerechte Nahrungsmittelproduktion abzuschätzen.

Aufbau

Als Erstes wird definiert, was unter einer «ökologischen und tiergerechten Produktion» konkret verstanden wird (Kapitel 2). Auf dieser Grundlage wird das Modell für die Berechnung der Nahrungsmittelproduktion überprüft und angepasst, die Daten werden aktualisiert und die Szenarien festgelegt (Kapitel 3). Die heutige Situation (Basis 2015) wird mit zwei Szenarien verglichen: Einem Referenzszenario (REF 2015), in dem berechnet wird, wie viele Nahrungsmittel heute in der Schweiz mit einer «ökologischen und tiergerechten Produktion» erzeugt werden könnten und einem Zukunftsszenario für das Jahr 2050 (Szenario 2050), mit welchem die zukünftige Nahrungsmittelproduktion modelliert wird.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen werden in den Kapiteln 4 bis 10 zusammenfassend dargestellt zu den Themenbereichen Bodennutzung, Pflanzliche Produktion, Tierbestände, Tierische Produktion, Nahrungsmittel aus Inlandproduktion pro Kopf, Umwelt und Tiere. Dabei wird jeweils die heutige Situation **Basis 2015** mit dem Referenzszenario **REF 2015** und dem zukünftigen **Szenario 2050** verglichen. In Kapitel 11 werden die Ergebnisse zusammenfassend interpretiert und diskutiert. Die Überlegungen werden mit einem Ausblick (Kapitel 12) abgeschlossen.

2. Konzeption und Restriktionen einer ökologischen und tiergerechten Produktion

Im Unterschied zur Vorläuferstudie, bei der es um eine ökologische Nutztierhaltung ging, wird das konzeptionelle Produktionssystem um tierethische Aspekte erweitert. Dies führt zu zusätzlichen Restriktionen im «Tiergerechten und Ökologischen Produktionssystem» (TOP).

Konzeptionelles Produktionssystem TOP

Die Basis einer ökologischen und tiergerechten Produktion ist wie in der Vorläuferstudie das sogenannte «default livestock system» (DLS) von Fairlie (2010)⁸ bzw. die von Greenpeace auf der Grundlage von Fairlie entwickelten Kriterien für eine ökologische Nutztierhaltung. Zentral sind die Postulate, keine Ackerfrüchte an Tiere zu verfüttern («feed no food»), nach strengen ökologischen Vorgaben Nahrungsmittel herzustellen (mindestens Niveau Bio-Landbau) und weniger tierische Nahrungsmittel zu produzieren bzw. zu konsumieren.⁹

In der vorliegenden Studie neu ist, dass im TOP umweltethische und tierethische Aspekte gleichrangig bewertet werden. Dies führt dazu, dass die Vorgaben für eine ökologische Nutztierhaltung durch ethologisch begründete Elemente ergänzt werden. Ein respektvoller Umgang mit dem Tier wird zudem so gedeutet, dass die Tiere nicht nur möglichst artgerecht gehalten werden, sondern auch länger leben.

Die verstärkte Berücksichtigung der Tiere kommt auch den Erwartungen sehr vieler Menschen in der Schweiz entgegen. Umfragen bestätigen regelmässig, dass der Tierschutz für eine Mehrheit der Bevölkerung einen hohen Stellenwert hat und tendenziell einen höheren als die Umwelt (Abele & Imhof, 2009; SV Schweiz AG, 2016; Universität St. Gallen, 2007).

⁸ Zentrale DLS Vorgaben (vgl. Baur 2013):

- Keine Konkurrenzierung der menschlichen Ernährung, d.h. vor allem auch Minimierung der Ackerfuttermittel für die tierische Produktion: Hauptfutterquellen sind Dauergrünland, das nicht für den Ackerbau geeignet ist und Nahrungsmittelabfälle (Nahrungsmittelindustrie, Gastro, Haushalte).
- Minimale negative Auswirkungen auf die Umwelt und Schutz der natürlichen Ökosysteme, d.h. beispielsweise Verzicht auf Mineraldünger und chemische Pflanzenschutzmittel.

⁹ Greenpeace Kriterien einer ökologischen Nutztierhaltung (vgl. Baur 2013):

- Landnutzung: Ökologische Tierhaltung minimiert die Nutzung von Ackerland, schützt natürliche Ökosysteme und optimiert gleichzeitig die Nutzung der Dauerwiesen und Weiden für die Produktion von Nahrungsmitteln, den Naturschutz oder beides.
- Nährstoffe und Boden: Ökologische Tierhaltung ist eine Schlüsselgrösse für die Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit auf der Basis möglichst geschlossener Nährstoffkreisläufe und unter Verzicht auf synthetische Düngemittel.
- Biodiversität: Ökologische Tierhaltung schützt die Biodiversität von Wildarten, trägt zur Erhaltung der genetischen Vielfalt von Nutztierassen und Kulturpflanzensorten sowie zur Resilienz von Agrarökosystemen bei.
- Klimawandel: Ökologische Tierhaltung reduziert den Klimaeffekt der Nutztiere hauptsächlich durch eine Reduktion des Tierbestandes und den Schutz von Grasland.
- Pflanzenschutz und GVO: Ökologische Tierhaltung verzichtet auf den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und gentechnisch veränderter Organismen.
- Fleischkonsum: Der Fleischkonsum in den wohlhabenden Ländern (high income countries) geht stark zurück, in den weniger wohlhabenden bzw. armen Ländern (low and middle income countries) ist eine moderate Zunahme des Fleischkonsums denkbar.

Die ergänzenden Vorgaben für eine artgerechte Tierhaltung gehen über das Schweizerische Tierschutzgesetz (TSchG, 2008) hinaus. Dieses legt nicht fest, was tiergerecht ist. Die Funktion des Tierschutzgesetzes ist vielmehr zu bestimmen, was dem Tier noch zugemutet werden soll und die rechtliche Grenze zur Tierquälerei zu definieren.¹⁰ Gemessen an den Zielen (Art. 3 TSchG) sind Minimumvorschriften zu Gunsten einer wirtschaftlichen Tierhaltung formuliert.

Die ergänzenden Vorgaben gehen auch über die Anforderungen der Direktzahlungsprogramme für sogenannt «Regelmässige Auslaufhaltung» RAUS und sogenannt «Besonders Tierfreundliche Stallhaltungssysteme» BTS hinaus (Schweizerischer Bundesrat, 2013; Direktzahlungsverordnung; SR 910.13; Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2017b).

Im Produktionssystem TOP wird die Vielfalt pflanzlicher Kulturen für die menschliche Ernährung erhöht. Nicht modelliert wurde dagegen der Obst- und Weinbau, da dies die Komplexität des Modells unverhältnismässig erhöht hätte. Zu beachten ist, dass dadurch das pflanzliche Produktionspotential unterschätzt wird.

Produktionsrestriktionen TOP

Für die Modellierung einer ökologischen und tiergerechten Produktion werden zentrale Restriktionen festgelegt: Die «Produktionsrestriktionen BISHER» werden von der Vorläuferstudie übernommen, die «Produktionsrestriktionen NEU» kommen zusätzlich hinzu.

Produktionsrestriktionen BISHER:

- Raufutterverwerter werden nur mit Futter von Grünland gefüttert.
- Nicht-Raufutterverwerter werden nur mit Ackerfuttermitteln, die im Rahmen einer ökologischen Fruchtfolge anfallen (Körnerleguminosen), und mit Nebenprodukten der Nahrungsmittelverarbeitung oder Abfällen gefüttert. Es werden keine Futtermittel importiert.
- In der Rindvieh-, Schweine- und Geflügelhaltung wird von reduzierten Erträgen ausgegangen. Zukünftige Ertragssteigerungen in der Tierhaltung werden ausgeschlossen, da sie im Allgemeinen nicht mit einer artgerechten Tierhaltung vereinbar sind.
- Im Pflanzenbau werden Erträge eingesetzt, wie sie im Biologischen Landbau heute erzielt werden bzw. wie sie von ExpertInnen des Forschungsinstitutes für Biologischen Landbau für den Zeithorizont 2050 erwartet werden.
- In der Schweiz flächenmässig wichtige Kulturen werden ausgeschlossen: Silomais, Futtergetreide inkl. Körnermais werden nicht angebaut, weil sie allein der Tierernährung dienen, Zuckerrüben werden nicht angebaut, weil der Anbau ohne chemische Pflanzenschutzmittel aufgrund des Unkraut- und Krankheitsdrucks schwierig ist.
- Es wird weniger Land ackerbaulich genutzt als möglich bzw. als heute genutzt wird, da Ackerbau im Allgemeinen mit mehr negativen Umweltwirkungen verbunden ist als die Nutzung von Dauergrünland (z.B. Abschwemmung und Auswaschung von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln, Bodenerosion).

¹⁰ Quelle: Interview mit Tierschutzexperte Bund (früheres Bundesamt für Veterinärwesen), 21.7.2011 (zitiert in: Baur & Nitsch, 2013).

- Es wird eine bodenschonende und diversifizierte Fruchtfolge gewählt mit hohem Präventionspotential bzgl. Fruchtfolgekrankheiten und hohem Anteil an Futterleguminosen, um Stickstoff zu binden.

Produktionsrestriktionen NEU:

- Standorte mit einem hohen Potential für Biodiversität werden «der Natur zurückgegeben». Diese zusätzlichen Flächen ermöglichen es der Schweiz, ihre Verpflichtungen, die sie als Unterzeichnerin der Biodiversitätskonvention eingegangen ist, besser zu erfüllen. Bis 2020 sollen mindestens 17 Prozent der Landesfläche für die Biodiversität reserviert werden.¹¹ Laut ExpertInnen sollte die Erhaltung und Förderung der Biodiversität sogar auf rund einem Drittel der Landesfläche Vorrang haben (Guntern, Lachat, Pauli, & Fischer, 2013).
- In der Tierhaltung wird auf langlebige und robuste Zweinutzungsrasen gesetzt, auch wenn es diese heute noch wenig gibt, sondern sie teilweise erst gezüchtet werden müssen. Konkrete Vorgaben:
 - Es gibt nur noch Milchkühe und Weiderinder. Mutterkühe und Kälbermast gibt es keine mehr.
 - Die muttergebundene Kälberaufzucht ist Standard: Die Kälber bleiben in den ersten Monaten teilweise oder ganz bei ihren Müttern, die gleichzeitig gemolken werden.
 - Die männlichen Kälber gehen in die Weidemast. Die weiblichen Kälber, die nicht als zukünftige Milchkühe aufgezogen werden, gehen ebenfalls in die Weidemast.
 - Die Milchkühe werden 10 Jahre alt (heute 5 J.) und 8 Jahre gemolken (heute 3 J.).¹²
 - Die Weiderinder werden mit knapp zwei Jahren geschlachtet.
 - Schafe werden nicht ins Modell aufgenommen, da Zweinutzungsarten bevorzugt werden und weil ihr Beitrag an die Gesamtfleischproduktion relativ klein ist.
 - Die Ziegen werden nicht ins Modell aufgenommen, weil ihr Beitrag an die Gesamtmilch- und -fleischproduktion klein ist.
 - In der Geflügelhaltung werden keine Hybriden, auch keine Zweinutzungs-hybriden eingesetzt, sondern stellvertretend für zukünftige Züchtungen eine französische Rasse (Les bleues), die für Eier- und Fleischproduktion gehalten wird.¹³
- Als Futtermittel für Geflügel und Schweine werden primär Produkte aus der Nahrungsmittelverarbeitung, z.B. Schotte aus der Milchverarbeitung, Müllereinebenenprodukte aus der Getreideverarbeitung, Sortierabgang Kartoffeln und Rapsextraktionschrot aus der Rapsölherstellung eingesetzt.

¹¹ 2010 wurden im Strategischen Plan der Biodiversitätskonvention (CBD) die sogenannten Aichi-Ziele beschlossen. Das Ziel Nr. 11 bezieht sich auf die minimale Ausweisung von 17 Prozent der Landesfläche (UNEP, 2010, S.36). Aktuell sind 9 Prozent der Fläche als Schutzgebiete gemäss CBD ausgewiesen (Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2017a).

¹² 3,3 Laktationen sind der schweizerische Durchschnitt (RGD Rindergesundheitsdienst, o. J.).

¹³ Herkömmliche Zweinutzrasen erbringen aus Sicht der Branche eine zu geringe Lege- und Mastleistung. Wenn vom Zweinutzungshuhn die Rede ist, dann sind dies in der Regel neu gezüchtete Zweinutzungshybriden (Urselfmans & Damme, 2014).

- Um die Futtergrundlage für Geflügel und Schweine besser ihren ernährungsphysiologischen Bedürfnissen anzupassen, wird die Restriktion «feed no food» minimal gelockert. Dazu werden in geringem Umfang Ackerfutterpflanzen zugelassen, solange ihr Anbau mit den Fruchtfolgevorgaben kompatibel ist.
- Dieses Futter wird zuerst für Geflügel eingesetzt. Die Anzahl Legehennen wurde aufgrund des heutigen Bestandes festgelegt. Konkret entspricht dies 2,8 Millionen Tieren. Da die Hennen zwei Jahre legen (heute ein Jahr), werden pro Jahr 1,4 Millionen junge Legehennen neu aufgenommen und 1,4 Millionen werden geschlachtet. Zu den Legehennen kommen jährlich 1,4 Millionen Hähnchen («Bruderküken») hinzu, die 100 Tage (heute 30-40 Tage) gemästet werden.
- Die Schweine sind die einzige Tierart im Produktionssystem, die ausschliesslich für die Produktion von Fleisch genutzt wird. Es können gerade so viele Schweine gehalten werden, wie das Restfutter zulässt. Sie sind das letzte Glied in der Kette.
- Alle Tiere, Rindvieh, Schweine und Geflügel, haben Auslauf auf Weiden.

Die Konzeption und die Restriktionen einer ökologischen und tiergerechten Produktion bestimmen den Aufbau des Modells und die Szenarien.

3. Modell und Szenarien

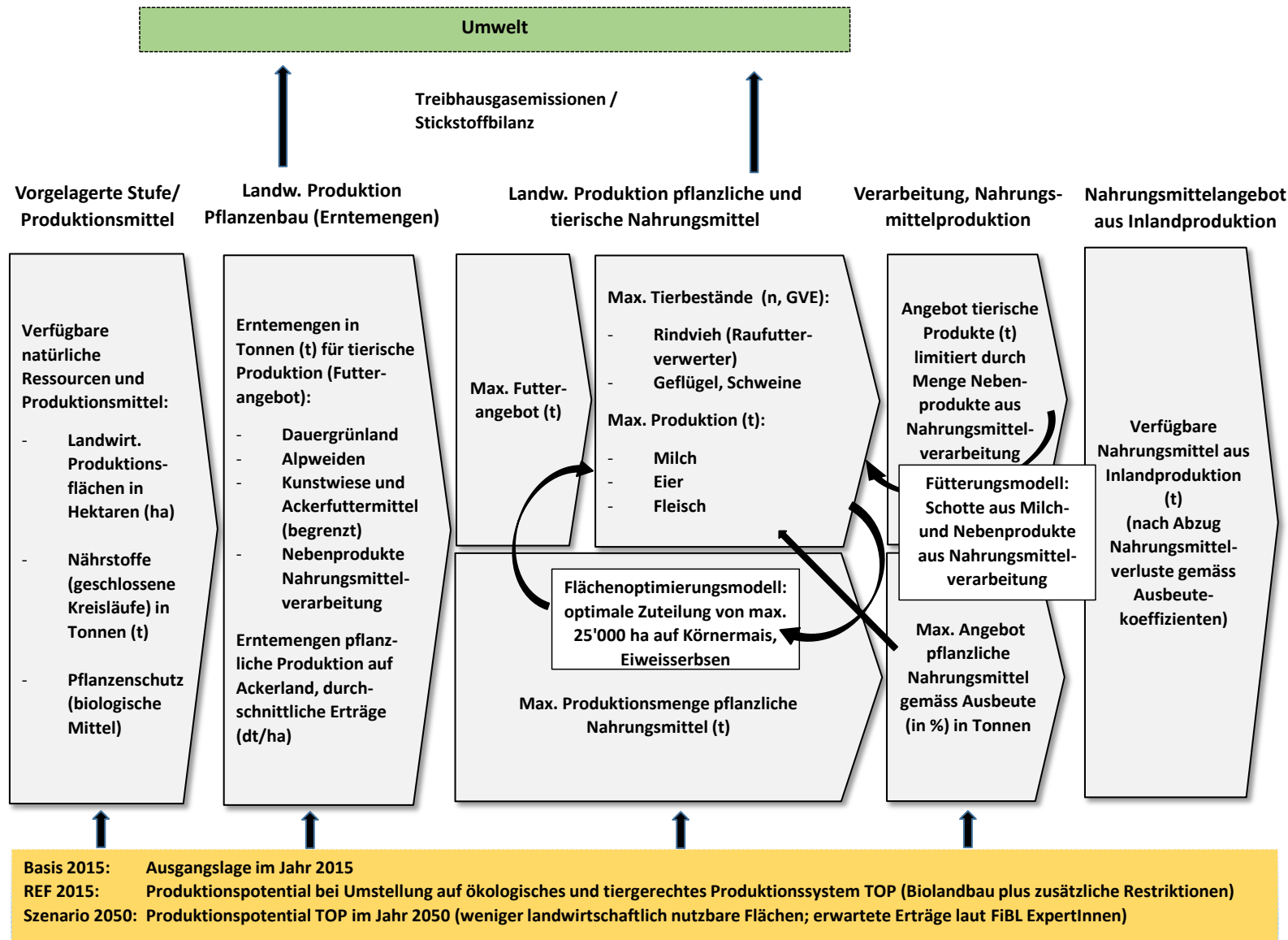
Im ersten Schritt wurde das Modell der Vorläuferstudie einem kritischen Review unterzogen. Der Modellaufbau wurde angepasst, die Daten aktualisiert und die Szenarien neu definiert.

Modellaufbau



Die Modellstruktur und -logik wurden überprüft. Das Modell wurde wo nötig erweitert. Beispielsweise wurde eine grössere Vielfalt pflanzlicher Produkte für die menschliche Ernährung ins Modell aufgenommen. Die Ausrichtung der Rindviehhaltung auf langlebige robuste Zweinutzungsrasen erforderte, die Herdenstruktur neu zu berechnen.


Die Produktion pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel wird entlang der Versorgungskette modelliert (Abbildung 4).

Abbildung 4 Modellierung entlang der Nahrungsmittel-Versorgungskette



Die konkrete Berechnung erfolgt in fünf Schritten:

- 1) **Produktion von Nahrungsmitteln:** Das Ackerland dient primär dem Anbau von pflanzlichen Nahrungsmitteln für die menschliche Ernährung. Die tierische Produktion basiert hauptsächlich auf Raufutter von Wiesen und Weiden.

- 2) **Maximal verfügbares Futter:** Die Futtermittel für die tierische Produktion setzen sich zusammen aus Raufutter von Naturwiesen, -weiden und Kunstwiesen, Nebenprodukten der Nahrungsmittelverarbeitung und geringen Mengen von Ackerfuttermitteln für die Deckung des verbleibenden Energie-/Proteinbedarfs des stark reduzierten Geflügel- und Schweinebestandes.

- 3) **Futterbedarf Raufutterverwerter / Rindviehbestand:** Aus dem Raufutterangebot wird der maximal mögliche Rindviehbestand mit einer veränderten Herdenstruktur berechnet, der mit dem verfügbaren Futter von Wiesen und Weiden ernährt werden kann.

- 4) **Futterbedarf Nicht-Raufutterverwerter / Geflügel- und Schweinebestand:** Das Futterangebot – Schotte aus der Milchverarbeitung und Nebenprodukte der Nahrungsmittelverarbeitung – bestimmt die Geflügel- und Schweinebestände (Fütterungsmodell). Der Geflügelbestand wird vorgegeben. Der maximal mögliche Schweinebestand fällt als Residualgrösse an. Mit einem Flächennutzungs-Optimierungsmodell wird berechnet, wie viel Energie (Körnermais) und/oder Protein (Eiweisserbsen) ergänzend angebaut werden müssen.

- 5) **Produktion tierischer Nahrungsmittel:** Aus den resultierenden Tierbeständen werden die Milch- und Fleischmengen (Schlacht- bzw. Verkaufsgewicht) errechnet.

Weiter werden ausgewählte Folgen für die Umwelt und die Tiere betrachtet:

- 6) **Umwelt:** Treibhausgase und Stickstoffbilanzen wurden vom FiBL modelliert. Weitere Kriterien zur Beurteilung der Folgen für die Umwelt werden qualitativ diskutiert.
- 7) **Tiere:** Ausreichende Auslauf- und Weideflächen sind eine zentrale Voraussetzung für eine artgerechte Tierhaltung. Angesprochen werden weitere Aspekte für die Beurteilung des Tierschutzes, besonders inwiefern die Tiere als individuelle Lebewesen wahrgenommen werden.

Mit dem Modell wird für zwei ausgewählte Szenarien berechnet, wie viele tierische und pflanzliche Nahrungsmittel in einem Produktionssystem mit strengen ökologischen und ethologischen Vorgaben erzeugt werden können.

Szenarien

Ein Szenario beschreibt eine mögliche zukünftige Entwicklung. Es wird durch ein Bündel von Annahmen charakterisiert. Ausgehend von der Agrarproduktion im Jahre 2015 (Basis 2015) werden zwei Szenarien konstruiert, ein Referenzszenario 2015 (REF 2015) und ein Zukunftsszenario für das Jahr 2050 (Szenario 2050):

- **Basis 2015:** Die heutige Agrarproduktion wird als Basis 2015 abgebildet. Mehrheitlich werden Flächen-, Tierbestands- und Ertragsdaten aus dem Jahr 2015 verwendet. Die pflanzlichen Erträge werden meist mit ÖLN Daten aus dem Deckungsbeitragskatalog (Agridea & FiBL, 2015) gerechnet, da die pflanzlichen Erträge aufgrund von Witterungseinflüssen von Jahr zu Jahr stark schwanken können.
- **REF 2015:** Im Referenzszenario REF 2015 werden die Produktionsrestriktionen des ökologischen und tiergerechten Produktionssystems auf das Jahr 2015 angewendet. Dazu werden in der Regel die heutigen Ertragszahlen des Biolandbaus gemäss Deckungsbeitragskatalog (Agridea & FiBL, 2015) verwendet.
- **Szenario 2050:** Das Zukunftsszenario 2050 bildet das Produktionspotential für das Jahr 2050 ab. Es geht im Pflanzenbau von mittleren Erträgen gemäss FiBL-ExpertInnen aus. Mit der Rechnung einer optimistischen («best case») und einer pessimistischen Variante («worst case») wird ausgelotet, in welchem Bereich die pflanzliche Nahrungsmittelproduktion in Zukunft liegen könnte.

Für die Operationalisierung der Szenarien müssen die Annahmen weiter konkretisiert werden: einerseits betreffen sie das Produktionssystem, andererseits die Entwicklung der Bevölkerung und der Flächen, die für die Produktion verfügbar sind.

Konkretisierung der Modellannahmen im Produktionssystem TOP

- **Ackerkulturen für die menschliche Ernährung:** Es werden mehr pflanzliche Kulturen für die menschliche Ernährung angebaut. Zum Einen werden «wieder entdeckte» Kulturen wie Buchweizen und Linsen ins Modell aufgenommen, zum Anderen «neu entdeckte» wie Quinoa und Lupinen. Die produktspezifischen Ausbeutekoeffizienten bestimmen, welche Mengen direkt für die menschliche Ernährung zur Verfügung stehen und welche Mengen als Futtermittel für Geflügel und Schweine übrigbleiben. Die Ausbeutefaktoren werden in REF 2015 und Szenario 2050 aus gesundheitlichen (Vollwertprodukte) und ökologischen Gründen (weniger Nahrungsmittelverluste) leicht erhöht.
- **Fruchtfolge:** Der Anteil Futterleguminosen, v.a. von Kunstwiesen,¹⁴ wird von 33 Prozent (Basis 2015) auf 46 Prozent (REF 2015) deutlich erhöht. Der Anteil Hackfrüchte wird von 33 Prozent (Basis 2015) auf 14 Prozent (REF 2015) gesenkt. Mit diesen Veränderungen werden die Idealwerte für eine bodenschonende und diversifizierte Fruchtfolge mit hohem Präventionspotential bzgl. Fruchtfolgekrankheiten und hohem Anteil an Futterleguminosen, um Stickstoff zu binden, fast erreicht (Idealwerte: 50 Prozent Futterleguminosen und 10 Prozent Hackfrüchte, vgl. Tabelle 11 im Tabellenteil).

¹⁴ Kunstwiesen zählen aufgrund des relativ hohen Anteils an Klee und anderen Stickstoff bindenden Pflanzen zu den Futterleguminosen.

- **«Feed no food»:** «Feed no Food» ist eine grundsätzliche Charakteristik des Produktionssystems. Die «Feed no food»-Restriktion wird im Modell aus ernährungsphysiologischen und ökologischen Gründen minimal gelockert:
 - **Ernährungsphysiologie:** Um Nährstoffe effizient zu nutzen bzw. das Energie/Protein-Verhältnis zu optimieren, wird die Option offen gelassen, das Futter für Schweine und Geflügel in geringem Umfang mit energie- (Körnermais) oder eiweissreichen Ackerpflanzen (Eiweisserbsen) zu ergänzen.
 - **Ökologie:** Ein unausgewogenes Energie/Protein-Verhältnis im Futter erhöht die Stickstoffemissionen. Ein beschränkter Maisanbau kann sich deshalb ökologisch positiv auswirken.

Der Anbau von Körnermais und/oder Eiweisserbsen ist im Modell auf einer Fläche von maximal 25'000 ha möglich (Anbau heute rund 65'000 ha, inkl. Silomais).

- **Optimierung Fütterung und Flächennutzung:** Im Fütterungsmodell wird der Nährstoffbedarf der Schweine und des Geflügels berechnet. Im Flächenoptimierungsmodell wird der Anbau von Ackerfutterpflanzen festgelegt.
- **Pflanzenerträge:** Im REF 2015 werden in der Regel die Erträge des biologischen Landbaus eingesetzt (Ausnahmen vgl. Tabelle 12 im Tabellenteil). Im Szenario 2050 wird mit mittleren Erträgen gerechnet, die von den FiBL-ExpertInnen unter den heutigen Annahmen als realistisch beurteilt werden. Da die Expertenschätzungen teilweise auseinandergehen, werden eine optimistische und eine pessimistische Variante berechnet.
- **Erträge Tierhaltung:** Im Unterschied zum Pflanzenbau werden in der Tierhaltung zukünftige Ertragssteigerungen ausgeschlossen, da sie im Allgemeinen das Wohl der Tiere beeinträchtigen.
- **Milch:** Im Modell werden robuste Zweinutzungsrasen mit einer jährlichen Milchleistung von 6'000 kg pro Kuh eingesetzt. Das Futter beinhaltet ausschliesslich Raufutter (ohne Mais und ohne Kraftfutter). Die Kälber bleiben bei den Muttertieren auf der Weide (Dauer in Abhängigkeit des Haltungssystems) und trinken insgesamt durchschnittlich 1'000 kg Milch. Die Lebensdauer der Muttertiere beträgt 10 Jahre. Deshalb gehen nur rund 12,5 Prozent der Kälber in die Aufzucht. Mit der längeren Lebensdauer sind gemäss neueren Forschungsergebnissen auch Vorteile für die Umwelt verbunden: Ältere Kühe verwerten Futter klimafreundlicher und weisen niedrigere Methanemissionen pro kg Futter aus (Grandl, Luzi, u. a., 2016; Grandl, Amelchanka, u. a., 2016).
- **Rindfleisch:** Die Mast erfolgt im Bio-Weidebeef-Produktionssystem, wo die Tiere 23 Monate alt werden und mehrheitlich auf der Weide gehalten werden (ohne Mais und ohne Kraftfutter).
- **Schotte und andere Futtermittel für Geflügel und Schweine:** Dem Geflügelfutter wird maximal 5 Prozent getrocknete Schotte beigemischt und dem Schweinefutter maximal 20 Prozent Flüssigschotte. Die Schotte und die anderen Futtermittel werden an den festgelegten Geflügelbestand verfüttert. Die verbleibenden Futtermittel bestimmen, wie viele Schweine im Modell sind.

- **Eier / Geflügelfleisch:** Es werden Zweinutzungsrasen extensiv gehalten: Die Legehennen machen eine Mauser durch und legen während zwei Jahren durchschnittlich 180 Eier pro Jahr.¹⁵ Die männlichen Küken werden durchschnittlich 100 Tage gemästet und erzielen einen Ertrag von 1,7 kg (Schlachtgewicht). Auch die Legehennen geben einen Ertrag von 1,7 kg.
- **Schweinefleisch:** Die Schweinehaltung ist extensiver als die heutige Bioproduktion, weil die Tageszunahmen tiefer sind (15 Prozent weniger pro Tag) und die Tiere in einem ökologischen System mit Weideauslauf gemäss KAG Richtlinien gehalten werden (ständiger Weideauslauf von 100 m² pro Mastschwein und von 500 m² pro Zuchtschwein; KAGfreiland, 2016).
- **Treibhausgase und Stickstoff:** In den FiBL-Modellen werden auf Basis der Tierbestände und der Flächennutzung die aggregierten Treibhausgasemissionen und die Stickstoffbilanzen berechnet (vgl. Modellbeschreibung im Anhang).
- **Vorranggebiete für die Biodiversität:** Standorte mit grossem Potential werden für die Biodiversität reserviert. Es handelt sich einerseits um sogenannte Grenzertragsflächen mit beschränktem Ertragspotential wie beispielsweise Alpweiden oberhalb der Waldgrenze. In solchen Gebirgsökosystemen gibt es einen enormen Reichtum an Leben (Hiltbrunner & Körner, 2018). Andererseits geht es um Flächen für den Schutz von heute besonders gefährdeten Ökosystemen, die ein hohes Potential für eine artenreiche Flora und Fauna haben, beispielsweise Auenwälder, Uferbereiche von Gewässern und Moore, aber auch ökologisch hochwertige Flächen auf Acker- und Wiesland. Im REF 2015 hat die Biodiversität auf mindestens 400'000 ha klaren Vorrang. Im Szenario 2050 sind es trotz Flächenverlusten durch Siedlungstätigkeit dank zusätzlichen Vorranggebieten 435'000 ha (Tabelle 2).

Entwicklung der Bevölkerung und der für die Produktion verfügbare Flächen

- **Bevölkerung:** Im Jahr 2015 zählte die Schweiz 8,2 Mio. EinwohnerInnen. Im Szenario 2050 wird eine Bevölkerung von 10,5 Millionen Personen angenommen. Dieser Wert wird aus dem (mittleren) Referenzszenario des Bundesamtes für Statistik abgeleitet. Dieses geht von einem Anstieg der Wohnbevölkerung bis 2045 auf 10,2 Millionen Personen aus (Kohli, Bläuer Herrmann, Perrenoud, & Babel, 2015). Das «hohe» BFS-Szenario geht von einem Wachstum auf 11,0 Millionen und das «tiefe» von einem Wachstum auf 9,4 Millionen aus (bis 2045).
- **Flächen** (Tabelle 2): Im TOP stehen weniger Flächen für die landwirtschaftliche Produktion zur Verfügung. Im REF 2015 sind es 1'280'000 ha, im Szenario 2050 noch 1'175'000 ha. Zusätzlich zu den Flächen, wo die Biodiversität klaren Vorrang hat, gehen die landwirtschaftlich genutzten Flächen durch die Siedlungstätigkeit zurück. Im Modell gehen wir davon aus, dass die landwirtschaftlich genutzten Flächen in einer Grössenordnung wie in den vergangenen Jahren um durchschnittlich rund 3'000 ha pro Jahr abnehmen, davon das Ackerland um 1'000 ha, die Naturwiesen und Weiden um rund 1'000 ha und die Alpweiden um rund 1'000 ha.

¹⁵ Die heutigen Legehybriden leben etwas mehr als ein Jahr. Sie legen während nur einer Legeperiode, im Durchschnitt 338 Eier pro Jahr.

Tabelle 2 Entwicklung landwirtschaftlich genutzter Flächen

Flächenart	Basis 2015	REF 2015	Veränderung 2015 bis 2050	Szenario 2050
Ackerland (ha) ¹⁾	398'353	380'000	Minus 1'000 ha / Jahr	345'000
Naturwiesen/-weiden (ha) ²⁾	612'960	580'000	Minus 1'000 ha / Jahr	545'000
Alpweiden (ha) ³⁾	474'574	320'000	Minus 1'000 ha / Jahr	285'000
Potentielle Waldweiden (ha) ⁴⁾	195'000	--	--	--
Total landwirtschaftlich genutzt (ha)	1'680'887	1'280'000	Minus 3'000 ha / Jahr	1'175'000
Vorrang Biodiversität (ha) ⁵⁾	0	400'000	Minus 500 ha / Jahr	382'500
Vorrang Biodiversität (Wald, neu) (ha) ⁶⁾	--	--	Plus 1'500 ha / Jahr	52'500
Total Vorrang Biodiversität (ha)	--	400'000		435'000
Zunahme Siedlungsgebiete (ha) ⁷⁾	--	--	Plus 2'000 ha / Jahr	70'000
Total Flächen (ha) ⁸⁾	1'680'887	1'680'000		1'680'000

Erläuterungen zu Tabelle 2:

¹⁾ - REF 2015: Vorgabe TOP: rund 20'000 ha Ackerland werden zu Dauergrünland (Naturwiesen/-weiden) umgewandelt.
- Szenario 2050: Annahme auf Basis verfügbarer Statistiken (SBV, Agristat, 2015, S. 32; Baur 2013, S. 46), dass Ackerland 2015 bis 2050 um 35'000 ha abnimmt.

²⁾ - REF 2015: Vorgabe TOP: 50'000 ha ext. Naturwiesen werden als Vorranggebiete für Biodiversität ausgeschieden.
- Szenario 2050: Vorgabe TOP: entspricht Minus von 1'000 ha / Jahr bzw. 35'000 ha total, was mit verfügbaren Statistiken kompatibel ist (SBV, Agristat, 2015, S. 32; Baur 2013, S. 45 f).

³⁾ - REF 2015: Vorgabe TOP: ca. 150'000 ha Alpweiden über der Waldgrenze (Schätzungen des Bundesamtes für Statistik, zitiert in: Baur, 2006) werden für die Biodiversität reserviert.

- Szenario 2050: Vorgabe TOP: entspricht Minus von 1'000 ha / Jahr bzw. 35'000 ha total, was mit verfügbaren Statistiken kompatibel ist (SBV, Agristat, 2015, S. 32; Baur 2013, S. 45 f).

⁴⁾ - Basis 2015: Annahme auf Basis zweites Landesforstinventar, dass potentiell 195'000 ha Wald als Waldweideflächen genutzt werden könnten (Baur 2013, S. 27).

- REF 2015: Vorgabe TOP: alle Waldweiden werden als Vorranggebiete für die Biodiversität reserviert.

⁵⁾ - REF 2015: Vorgabe TOP: mindestens 400'000 ha werden für die Förderung der Biodiversität reserviert.

- Szenario 2050: Vorgabe TOP: entspricht einem Verlust von 500 ha / Jahr bzw. 17'500 ha total, was mit verfügbaren Statistiken kompatibel ist (SBV, Agristat, 2015, S. 32; Baur 2013, S. 45 f).

⁶⁾ - Szenario 2050: 52'500 ha neue Vorranggebiete werden für die Biodiversität gewonnen, beispielsweise durch die gezielte Förderung von Auenwäldern.

⁷⁾ - Szenario 2050: Annahme auf Basis verfügbarer Statistiken, dass landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umfang von durchschnittlich 2'000 ha pro Jahr überbaut werden (70'000 ha) (Baur 2013, S. 45 f).

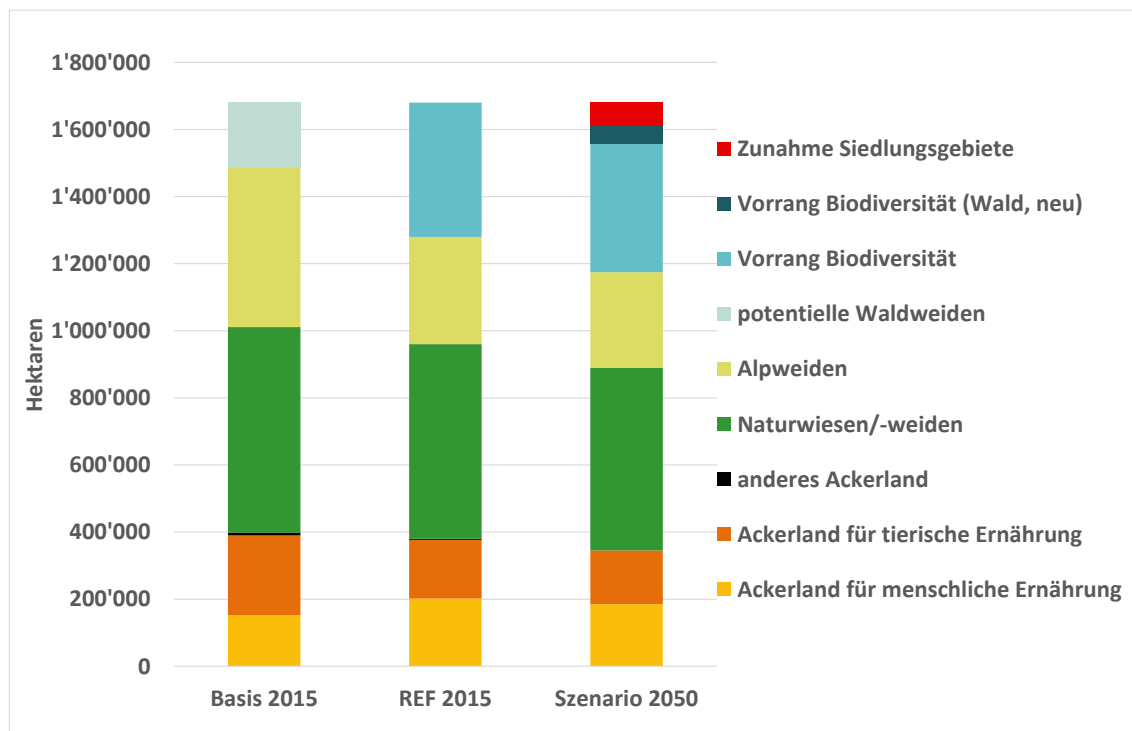
⁸⁾ - Die Obst- und Rebbaufflächen sowie die Streu- und Torfwiesen und das übrige Kulturland wurden nicht modelliert. Deshalb weist die Ausgangslage (Basis 2015) etwas weniger Landwirtschaftliche Nutzflächen aus als die Agrarstatistik.

Die Ergebnisse der Szenariorechnungen werden in den Kapiteln 4 bis 10 zusammenfassend beschrieben. Dabei werden jeweils die Ergebnisse von Basis 2015, REF 2015 und Szenario 2050 einander gegenübergestellt. Der Vergleich der Ausgangslage in Basis 2015 mit dem Referenzszenario REF 2015 zeigt, wie das ökologische und tiergerechte Produktionssystem TOP die Bodennutzung, die Tierbestände, pflanzlichen Erträge, die Nahrungsmittelproduktion pro Kopf etc. verändert. Der Vergleich des Referenzszenarios REF 2015 mit dem Zukunftsszenario 2050 macht deutlich, wie sich diese Grössen bei den angenommenen Entwicklungen der verfügbaren Flächen, der Erträge und der Bevölkerung bis ins Jahr 2050 verändern. Alle verwendeten Daten und Annahmen sind im «Tabellenteil: Tabellen mit Daten und Modellergebnissen» detailliert beschrieben.

4. Bodennutzung

In der Ausgangssituation Basis 2015 werden rund 1 Million Hektaren oder 60 Prozent der Landwirtschaftsflächen für die intensive Produktion von Nahrungsmitteln genutzt (Abbildung 5). 40 entfallen auf Alp- und potentielle Waldweiden.

Abbildung 5 Bodennutzung



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 9 im Tabellenteil)

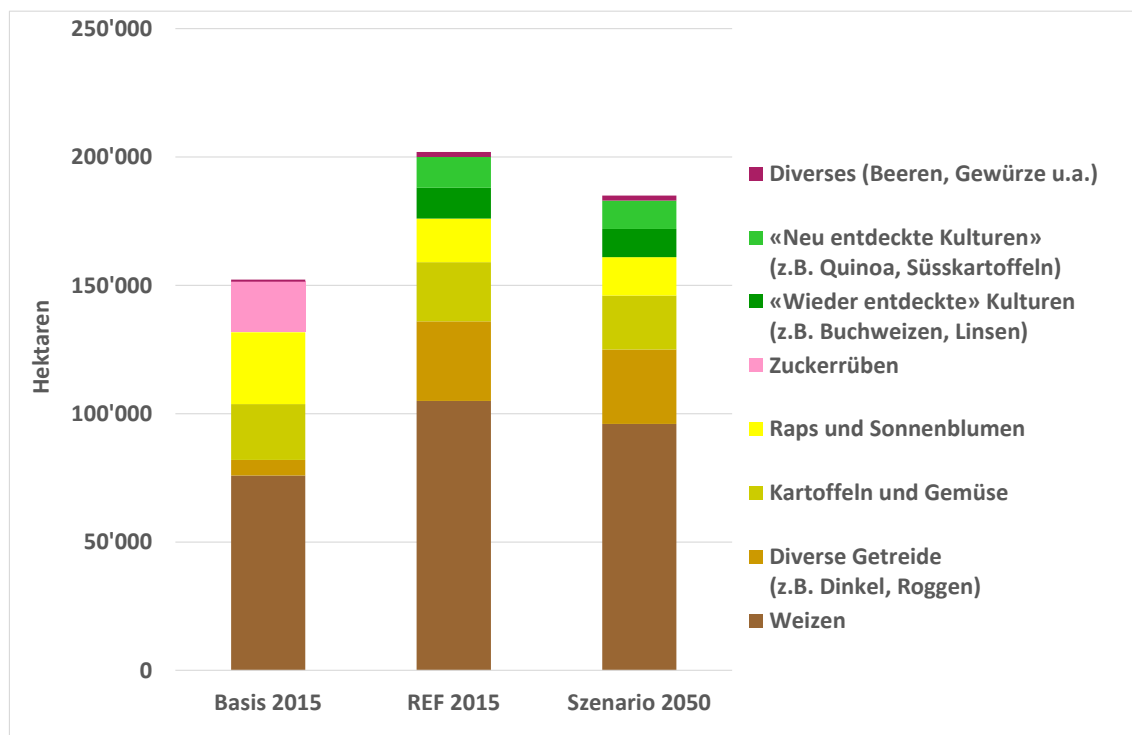
Die grösste Veränderung der Umstellung auf das ökologische und tiergerechte Produktionssystem TOP ist die «Rückgabe von Flächen an die Natur» (vgl. die türkisfarbene Fläche in Abbildung 5): mindestens 400'000 ha dienen vorrangig der Erhaltung und Förderung der Biodiversität.

Die zweite Veränderung betrifft die Zunahme des Ackerlandes für die unmittelbare menschliche Ernährung (vgl. die hellorange Fläche in Abbildung 5): Im TOP (REF 2015) nimmt die gesamte Fläche für die menschliche Ernährung von 150'000 auf 200'000 ha deutlich zu. Damit steigt der Anteil des Ackerlandes für die menschliche Ernährung von 38 Prozent (Basis 2015) auf 53 Prozent (REF 2015).

Im Zukunftsszenario 2050 geht die landwirtschaftlich genutzte Fläche als Folge der Ausdehnung des Siedlungsgebietes und der Reservierung von Vorrangflächen für die Biodiversität (z.B. Auenwälder) weiter zurück. Während sich in der Vergangenheit das Siedlungsgebiet oft auf Kosten des Ackerlandes ausdehnte, kam der Wald praktisch nur auf Wies- und Weideland und vor allem auf Alpweiden zurück (Baur, Peter, Gellrich, & Rutherford, 2006). Bis 2050 soll die Waldflächenzunahme auf der Basis von Biodiversitätsüberlegungen gesteuert werden.

Durch TOP nimmt nicht nur die Fläche für die menschliche Ernährung um ein Drittel auf 200'000 ha zu, sondern die Fruchtfolge wird auch vielfältiger und ist weniger intensiv (Abbildung 6).

Abbildung 6 Ackerland für die menschliche Ernährung



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 10 im Tabellenteil). Anmerkung: Die farbigen Säulen entsprechen dem hellorange Säulenabschnitt in Abbildung 5.

Es gibt keinen Zuckerrübenanbau mehr und auch der Rapsanbau wird reduziert, weil beide Kulturen eine hohe Anfälligkeit für Pflanzenkrankheiten und Schädlinge zeigen, nicht zuletzt unter den klimatischen Bedingungen in der Schweiz.¹⁶

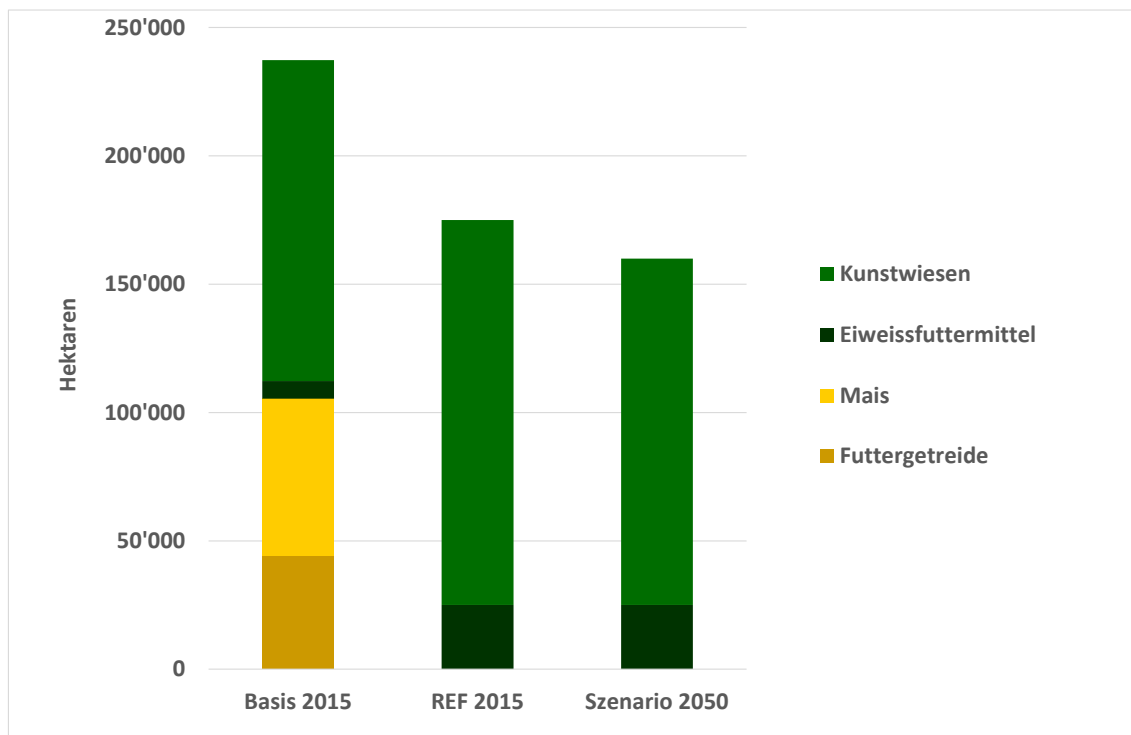
Die Vielfalt wird einerseits durch mehr Getreidearten erhöht und andererseits durch «wieder» und «neu entdeckte Kulturen» wie beispielsweise eiweissreiche Hülsenfrüchte (Linsen, Bohnen, Soja, Lupinen) und energiereiche Grundnahrungsmittel (Buchweizen, Süssmais, Süsskartoffeln, Quinoa).

Trotz Rückgang des insgesamt verfügbaren Ackerlandes im Szenario 2050 steht für die menschliche Ernährung immer noch mehr Ackerland zur Verfügung als in der Ausgangssituation Basis 2015.

Die 240'000 ha Ackerland für die tierische Ernährung nehmen um ein Viertel auf 175'000 ha ab (Abbildung 7). Auf Kulturen, die die menschliche Ernährung konkurrenzieren, v.a. Futtergetreide und -mais, wird vollständig verzichtet. Dafür werden 20 Prozent mehr Kunstwiesen in die Fruchtfolge aufgenommen. Kunstwiesen sind wichtig für die «Erholung» des Bodens, die Prävention von Pflanzenkrankheiten, den Aufbau von organischer Substanz, die Bindung von Stickstoff etc.

¹⁶ Für beide Kulturen gibt es ökologisch sinnvollere Alternativen ausserhalb der Schweiz: So kann Zucker aus Ländern importiert werden, wo Zuckerrohr biologisch angebaut wird. Auch für den ökologischen Anbau von Raps, Sonnenblumen und anderen Ölpflanzen sind andere Standorte besser geeignet, beispielsweise in Osteuropa.

Abbildung 7 Ackerland für die tierische Ernährung



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 10 im Tabellenteil). Anmerkung: Die Säulen entsprechen dem dunkelorange Säulenabschnitt in Abbildung 5.

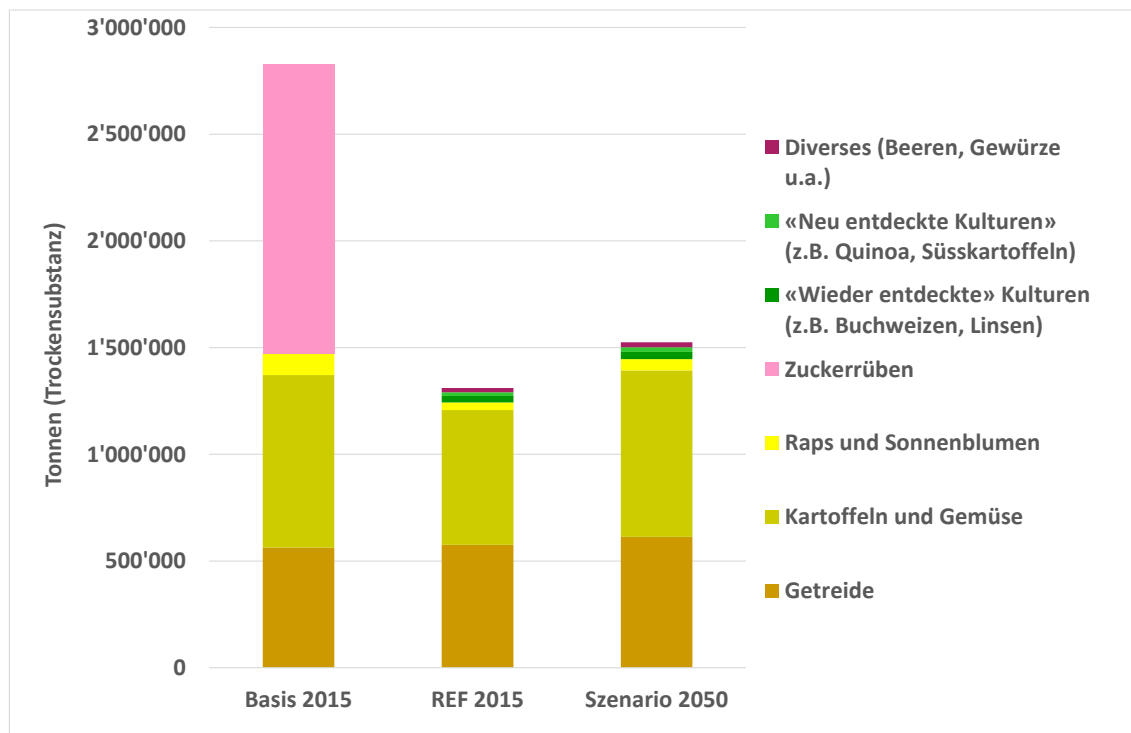
Ausgebaut wird weiter der Anbau von Eiweissfuttermitteln, konkret von Eiweisserbsen. Der Anbau von Mais erweist sich als nicht nötig, da in der Fütterung nicht Energie, sondern Proteine knapp sind. Die Eiweisserbsen werden für die ausgewogene Fütterung der im Modell verbliebenen Geflügel und Schweine gebraucht (vgl. Kapitel 6).

Vom REF 2015 zum Szenario 2050 nimmt die Fläche der Futterleguminosen (Kunstwiese + Eiweisserbsen) als Folge der Ausdehnung des Siedlungsgebietes ab, es sind aber immer noch rund 10 Prozentpunkte mehr Kunstwiesen in der Fruchtfolge als in Basis 2015.

5. Pflanzliche Produktion

Welche Mengen pflanzlicher Nahrungs- und Futtermittel wachsen auf den 1,6 Millionen Hektaren (Basis 2015) bzw. 1,2 Millionen Hektaren (REF 2015, Szenario 2050) landwirtschaftlich genutzter Flächen? Je nach Standort und Produktionsintensität gibt es sehr grosse Unterschiede in den Hektarerträgen. Während auf einer Alpweide etwa 9 dt/ha Raufutter (Trockensubstanz TS) wachsen, liefert eine Kunstwiese mit 120 dt/ha mehr als zehnmal so viel Futter (vgl. Tabelle 17 im Tabellenteil).

Bei der pflanzlichen Produktion wird zwischen Ackerkulturen für die menschliche Ernährung und Raufutter von Wiesen und Weiden für die Ernährung von Raufutterverwertern unterschieden. Die Erntemengen für die menschliche Ernährung werden im TOP trotz mehr Anbauflächen halbiert (REF 2015, Abbildung 8).

Abbildung 8 Pflanzliche Produktion für die menschliche Ernährung

Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 13 und Tabelle 14 im Tabellenteil)

Ausschlaggebend dafür ist der Wegfall des Zuckerrübenanbaus (vgl. die rosa Fläche in Abbildung 8). Die Flächenerträge von Zuckerrüben übersteigen diejenigen der anderen Kulturen für die menschliche Ernährung bei Weitem. Die so gewonnene Biomasse dient mit einer Zuckerausbeute von durchschnittlich 16 Prozent jedoch nur zum geringeren Teil der menschlichen Ernährung. Der grösste Teil der Zuckerrüben wird in Form von Schnitzeln an Tiere verfüttert.

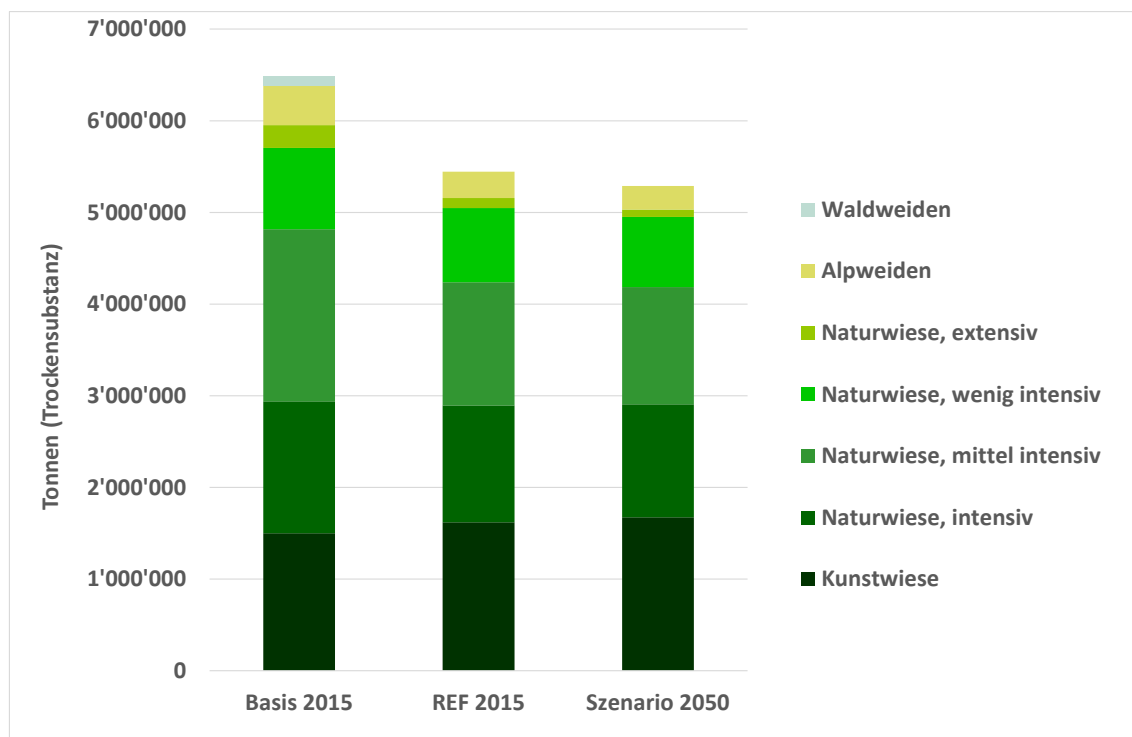
Die pflanzliche Produktion ist im Produktionssystem TOP aber auch kleiner, weil die Erträge im Biolandbau bei den meisten Kulturen klar niedriger sind (vgl. Tabelle 12 im Tabellenteil). Der durchschnittliche Ertrag von Bioweizen beispielsweise beträgt 43 dt/ha, während bei einem Anbau gemäss Vorschriften des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) ein Ertrag von 70 dt/ha erwartet wird.

Im Szenario 2050 liegen die pflanzlichen Erntemengen aufgrund von Fortschritten in Pflanzenzüchtung und Anbautechnik über REF 2015 und auch über der Basis 2015. Konkret wurden für 2050 Schätzungen von FiBL-ExpertInnen¹⁷ hinzugezogen. Den Erntemengen in Abbildung 8 liegen mittlere Schätzungen zugrunde, wie die Erträge im Biolandbau bis 2050 zunehmen werden. Für Weizen beispielsweise wird im Szenario 2050 ein mittlerer Ertrag von 50 dt/ha angenommen (vgl. Tabelle 12 im Tabellenteil).

¹⁷ Mehrere FiBL-ExpertInnen wurden konsultiert und gebeten, ihre Ertragsschätzungen für die Vorläuferstudie zu überprüfen (Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), 2012). Koordiniert wurde die Aktualisierung bzw. Überprüfung der Schätzungen von 2012 von Rebekka Frick, FiBL.

Auch bei Raufutter von Wiesen und Weiden gehen die Erntemengen zurück (Abbildung 9). Die Raufuttermengen im REF 2015 und im Szenario 2050 sind tiefer, weil weniger Flächen genutzt werden und im Biolandbau die Flächenerträge um 10 bis 30 Prozent niedriger sind (Tabelle 17 im Tabellenteil). Tiefere Raufuttermengen haben zur Folge, dass weniger Tiere, die Raufutter fressen, sogenannte Raufutterverwerter, gehalten werden können.

Abbildung 9 Raufutter von Wiesen und Weiden



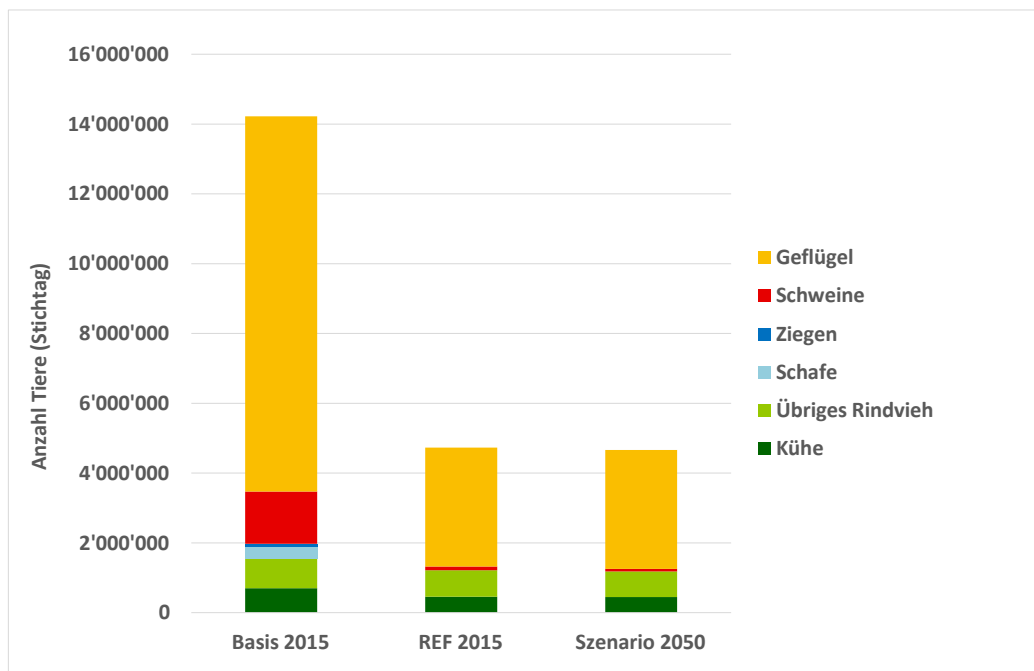
Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 18 im Tabellenteil)

6. Tierbestände

In der Ausgangssituation Basis 2015 werden in der Schweiz an einem Stichtag über 14 Millionen Kühe und übriges Rindvieh, Schafe und Ziegen, Geflügel und Schweine gehalten. Im Produktionssystem TOP können nur so viele Tiere gehalten werden, wie mit dem Raufutter von Wiesen und Weiden sowie mit Nebenprodukten der Nahrungsmittelverarbeitung ernährt werden können. Daher geht der Tierbestand bei allen Tierarten auf insgesamt 4,73 Millionen (REF 2015) bzw. 4,66 Millionen (Szenario 2050) zurück (Abbildung 10).

Schafe und Ziegen kommen in der Ausgangslage Basis 2015 vor, werden aber im TOP aufgrund des Rückgangs des Bestandes nicht modelliert. Der (Fleisch-)Schafbestand wird deutlich vermindert, weil Zweinutzungsrasen bevorzugt werden und die Ziegen werden (als Zweinutzungsrasen) nicht modelliert, weil ihre Bedeutung für die Produktion und die Raufutterverwertung klein ist.

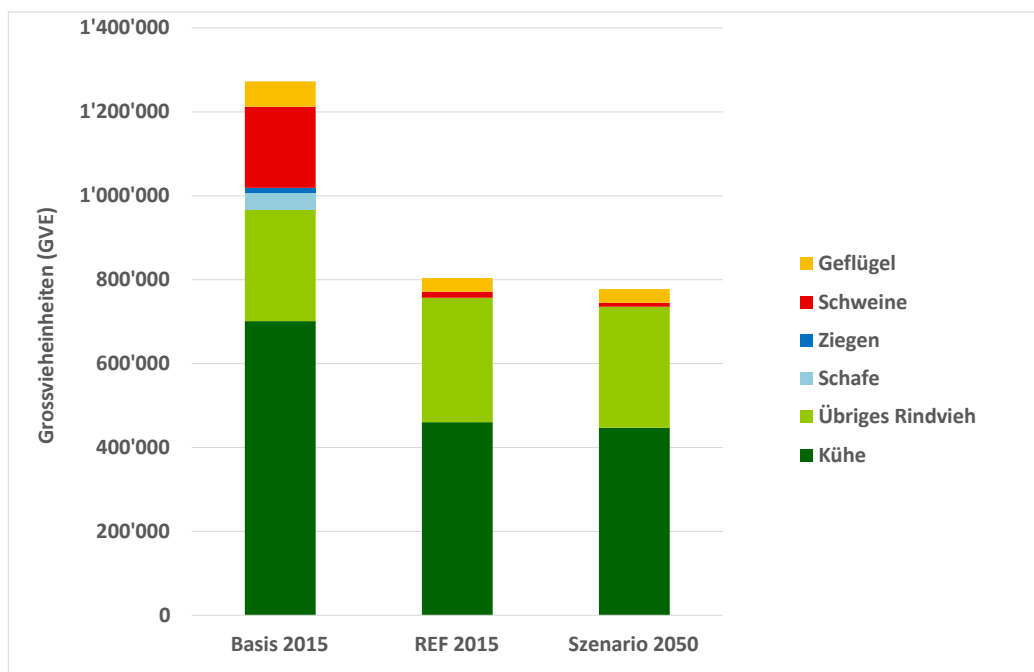
Abbildung 10 Tierbestände (Anzahl Tiere an Stichtag)



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 19 und Tabelle 20 im Tabellenteil)

Um die Tierbestände bzgl. Ertrag, Futterbedarf, Düngieranfall und Direktzahlungsanspruch vergleichbar zu machen, wird die Anzahl Tiere in sogenannte Grossvieheinheiten (GVE) umgerechnet (Abbildung 11).

Abbildung 11 Tierbestände in Grossvieheinheiten (GVE)



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 19 und Tabelle 20 im Tabellenteil)

Exemplarische GVE Faktoren: 1 (Milch)Kuh = 1 GVE; 1 Rind (über 365-730 Tage alt) = 0,6 GVE; 1 Kalb (bis 160 Tage alt) = 0,13 GVE; 1 Schaf (gemolken) = 0,25 GVE; 1 säugende Zuchtsau = 0,55 GVE; 1 Mastschwein = 0,17 GVE; 1 Legehenne = 0,01 GVE; 1 Mastküken (Masthybrid) = 0,004 GVE. Die Faktoren für die Umrechnung der Tierbestände in GVE sind in der Landwirtschaftlichen Begriffsverordnung (SR 910.91) festgehalten (Schweizerischer Bundesrat, 1998).

In GVE beträgt der Tierbestand zu Beginn 1,3 Millionen (Basis 2015). Drei Viertel davon entfallen auf Milch- und Mutterkühe und übriges Rindvieh. Im Produktionssystem TOP nehmen die Tierbestände um 40 Prozent auf 0,8 Millionen GVE ab (REF 2015). Bis ins Jahr 2050 bleibt der Tierbestand praktisch gleich (Szenario 2050)

Mit der Umstellung auf das Produktionssystem TOP steigt der Anteil Rindvieh, gemessen in GVE, auf über 90 Prozent des Tierbestandes. Dies ist die direkte Folge der «Feed no food»-Restriktion. Rindvieh wird ausschliesslich mit Raufutter von Wiesen und Weiden gefüttert. Der Schweinebestand hingegen sinkt um über 90 Prozent auf rund 9'500 GVE und der Geflügelbestand um rund 50 Prozent auf 32'910 GVE.

7. Tierische Produktion

Die Tierbestände bestimmen, wie viel Milch, Eier und Fleisch produziert werden können. Die Umstellung auf TOP führt zu einer Reduktion der Tierbestände und damit der tierischen Produktion um einen Drittel bei Milch, 40 Prozent bei Eiern und zwei Dritteln bei Fleisch (Tabelle 3).

Tabelle 3 Überblick über die Produktion von Milch, Eiern und Fleisch

Produkt	Basis 2015	REF 2015	Szenario 2050	Basis 2015 bis REF 2015 (Folge Umstellung auf TOP)	REF 2015 bis Szenario 2050 (Folge Entwicklungen bis 2050)
Kuhmilch ¹⁾ (Tonnen)	4'042'500	2'761'107	2'682'001	Minus 32 Prozent	Minus 3 Prozent
Eier (Mio. Stück)	851	504	504	Minus 41 Prozent	Wie REF 2015
Fleisch ²⁾ (Tonnen)	476'436	168'811	159'696	Minus 65 Prozent	Minus 5 Prozent

Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 22, Tabelle 23, Tabelle 24, Tabelle 25, Tabelle 26 im Tabellenteil)

Erläuterungen:

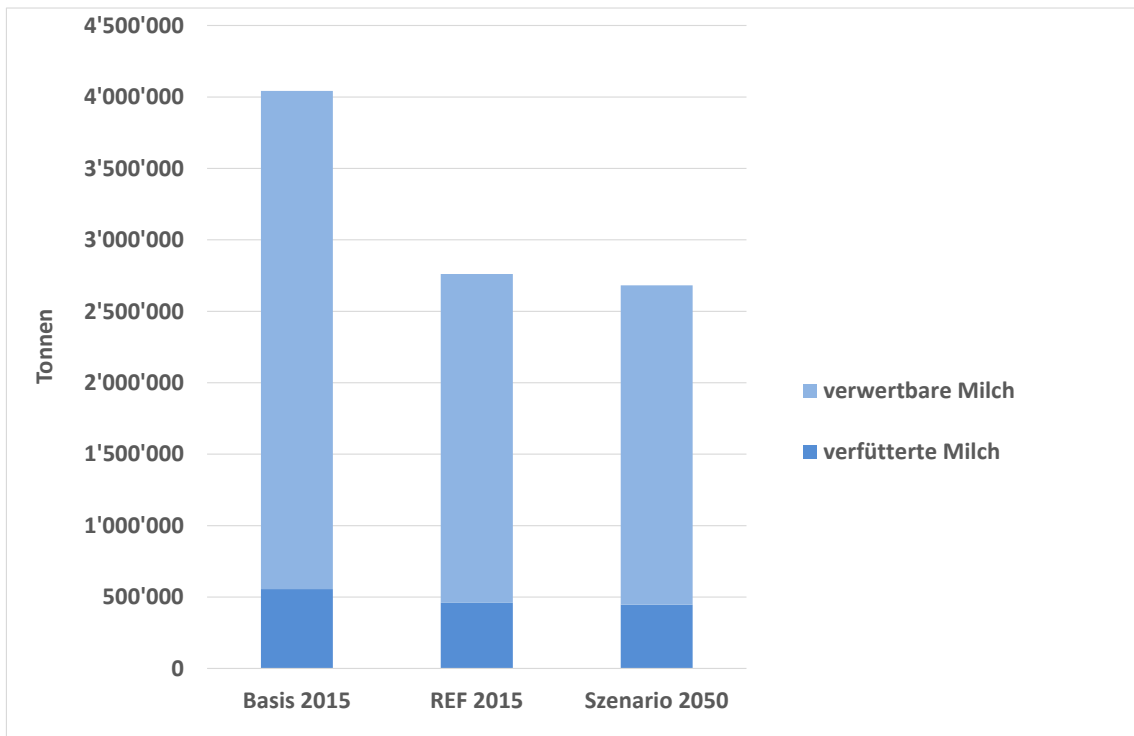
¹⁾ Kuhmilch: gesamte Produktion inkl. verfütterte Milch

²⁾ Fleisch, gemessen in Schlachtgewicht: Rind, Schwein, Geflügel (Basis 2015: inkl. Schafe/Ziegen)

Milch ist von der Menge und ihrem Wert her das wichtigste Produkt der Schweizer Landwirtschaft. Auch mit einer ökologischen und tiergerechten Produktion werden auf der Basis von Raufutter noch 2,8 (REF 2015) bzw. 2,7 Millionen Tonnen Milch (Szenario 2050) produziert. Die Umstellung auf TOP vermindert die Milchproduktion um 32 Prozent, weil weniger Milchkühe gehalten werden und weil die Milchleistung von 7'000 auf 6'000 kg pro Tier zurückgeht. Nicht alle Milch wird jedoch für Nahrungsmittel für die menschliche Ernährung verwendet. Im Basis 2015 werden rund 500'000 Tonnen Milch verfüttert und in der muttergebundenen Kälberaufzucht trinken die Kälber aufgrund der verminderten Milchproduktion sogar einen grösseren Anteil der Milch (Abbildung 12).

In der Eierproduktion bedeutet die Umstellung auf TOP, dass anstelle von leistungsstarken Legehybriden Zweinutzungsrasen mit einer längeren Lebensdauer eingesetzt werden. Die weiblichen Küken werden zu Legehennen aufgezogen und leben zwei Jahre. Obwohl mehr Legehennen gehalten werden, geht die Eierproduktion als Folge der fast halbierten Legeleistung (180 Eier pro Jahr) zurück. Die männlichen Küken werden 100 Tage gemästet. Die heute verbreitete Pouletproduktion auf der Basis von Masthybriden gibt es nicht mehr.

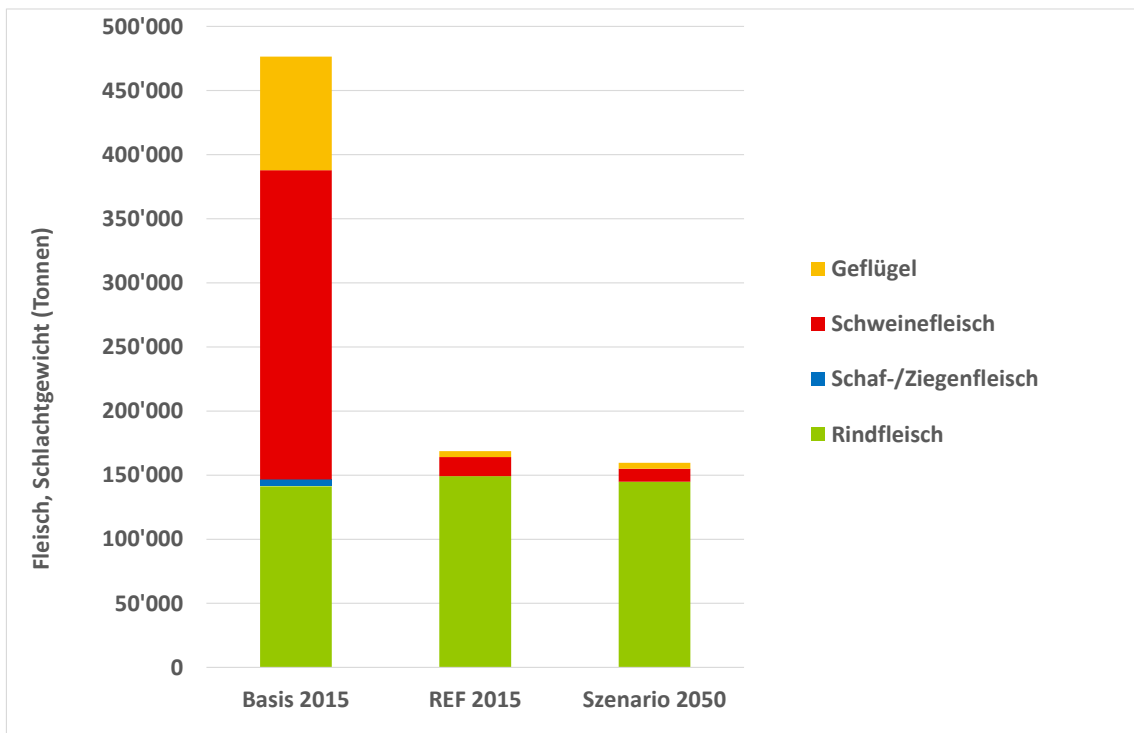
Abbildung 12 Milchproduktion



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 22, Tabelle 23 im Tabellenteil)

Die «Feed no food»-Restriktion, verbunden mit einer artgerechten Tierhaltung führt zu einer Reduktion der Schweinefleischproduktion um 94 Prozent und der Geflügelproduktion um 95 Prozent (Abbildung 13).

Abbildung 13 Fleischproduktion (Schlachtgewicht)



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 24, Tabelle 25 im Tabellenteil)

Die Rindfleischproduktion dagegen nimmt im TOP aufgrund der veränderten Herdenstruktur geringfügig zu. Die Tiere leben länger und werden nicht schon als Kälber, sondern erst mit knapp zwei Jahren geschlachtet. Insgesamt werden unter den strengen Produktionsvorgaben immer noch 169 Millionen Kilogramm (REF 2015) bzw. 160 Millionen Kilogramm (Szenario 2050) Fleisch (Schlachtgewicht) produziert.

Die pflanzlichen und tierischen Produktionsmengen stellen die «Bruttoerträge» der landwirtschaftlichen Produktion dar. Durch die Berücksichtigung von Ausbeutekoeffizienten lassen sich die für den Konsum verfügbaren Nahrungsmittelmengen berechnen. Über die pflanzlichen Ausbeutekoeffizienten wird gleichzeitig festgelegt, wie viele «Abfälle» für die Fütterung von Geflügel und Schweinen anfallen. Bei Kartoffeln beispielsweise wird mit einer Ausbeute von 90 (Basis 2015) bis 95 Prozent (REF 2015, Szenario 2050) bzw. einem Sortierabgang von 5 bis 10 Prozent gerechnet; bei Weizen mit einer Ausbeute von 74 (Basis 2015) bis 78 Prozent (REF 2015) bis 85 Prozent (Szenario 2050) bzw. Nahrungsmittelabfällen für die Tierfütterung im Umfang von 15 bis 26 Prozent; bei Rindfleisch mit einem Anteil von sogenannt verkaufsfertigem Fleisch von 68 Prozent. Alle Ausbeutekoeffizienten sind im Tabellenteil zusammengestellt: die pflanzlichen in Tabelle 13 und Tabelle 14, die tierischen in Tabelle 24 und Tabelle 25.

8. Nahrungsmittel aus Inlandproduktion pro Kopf

Verglichen wird die Nahrungsmittelproduktion aus Inlandproduktion in Kilogramm, in verfügbaren und in konsumierten Kalorien.

Nahrungsmittel in Kilogramm pro Kopf und Jahr

Mit der Umstellung auf ein Produktionssystem mit strengen ökologischen und ethologischen Anforderungen werden pro Kopf rund 130 kg pflanzliche Nahrungsmittel, 280 kg Milch, etwa 60 Eier und 14 kg verkaufsfertiges Fleisch aus inländischer Produktion zur Verfügung gestellt (REF 2015; Tabelle 4). Bis 2050 geht die pro Kopf verfügbare Menge trotz Ertragssteigerungen im Pflanzenbau weiter zurück. Die Gründe dafür sind der Rückgang landwirtschaftlich genutzter Flächen um rund 10 Prozent und das Bevölkerungswachstum von rund 30 Prozent.

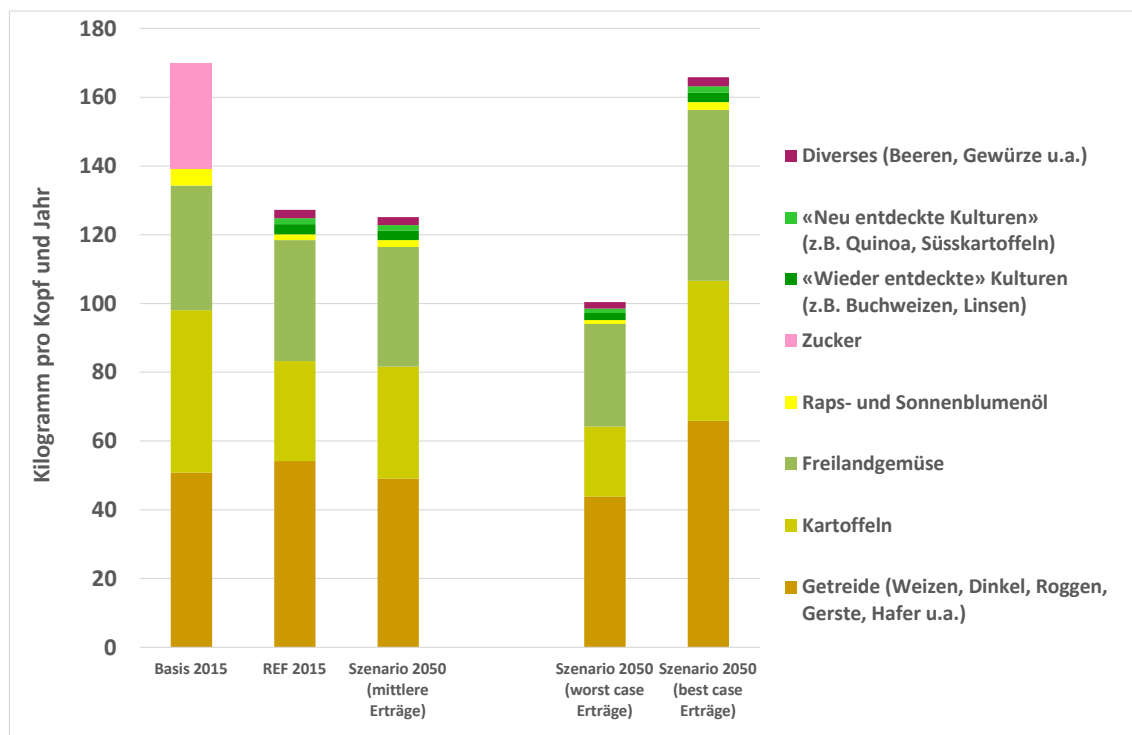
Tabelle 4 Überblick über die aus Inlandproduktion verfügbaren Nahrungsmittel

Produkt	Basis 2015	REF 2015	Szenario 2050
pflanzliche Nahrungsmittel (kg/Kopf/Jahr)	170	127	125
Kuhmilch (kg/Kopf/Jahr)	425	281	273
Eier (St./Kopf/Jahr)	104	62	48
Fleisch, Verkaufsgewicht (kg/Kopf/Jahr)	41.97	14.13	10.41

Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 13, Tabelle 14, Tabelle 22, Tabelle 23, Tabelle 24, Tabelle 25, Tabelle 26 im Tabellenteil)

Der klare Rückgang bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln im Vergleich zur Ausgangslage (Basis 2015) entsteht vor allem durch den Wegfall von 31 kg Zucker. Mit der Umstellung auf TOP sind aber auch darum weniger pflanzliche Nahrungsmittel verfügbar, weil der Rückgang der Kartoffelproduktion durch die Ausdehnung des Gemüseanbaus und die generell höhere Vielfalt pflanzlicher Kulturen im Modell nicht kompensiert wird (Abbildung 14). Die biologische Produktion von Kartoffeln ist anspruchsvoll, und es wird deshalb mit klar niedrigeren Erträgen gerechnet als im ÖLN-Anbau.

Abbildung 14 Pflanzliche Nahrungsmittel aus Inlandproduktion (kg pro Kopf und Jahr)



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 13 und Tabelle 14 im Tabellenteil).

Erläuterungen:

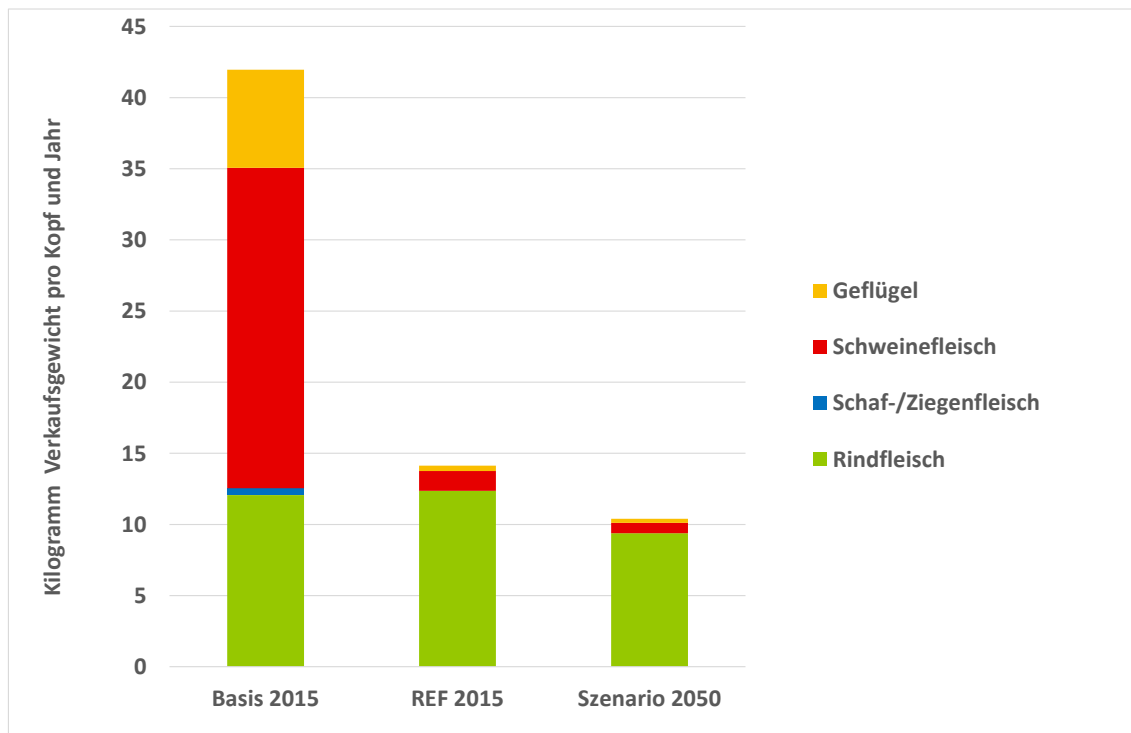
- Wegen der Unsicherheit, wie sich die Erträge im Biolandbau bis 2050 entwickeln, wurden für das Szenario 2050 Varianten gerechnet mit optimistischen (best case) und pessimistischen Ertragsersparungen (worst case).
- Stellvertretend für Nahrungsmittel aus «wieder entdeckten» Kulturen wurden Buchweizen und Erbsen verwendet und für «neu entdeckte» Kulturen Quinoa und Lupinen.

Wie sich die Erträge aus einer ökologischen Produktion bis ins Jahr 2050 entwickeln werden, ist laut FiBL-ExpertInnen sehr unsicher. Im pessimistischen Fall könnte im Jahr 2050 pro Kopf mit 100 kg pflanzlicher Nahrungsmittel gerechnet werden, im optimistischen Fall mit über 160 kg (Abbildung 14).

Milch aus Inlandproduktion steht in TOP immer noch in beträchtlichem Umfang zur Verfügung. Der aktuelle Pro Kopf-Verbrauch von ca. 320 kg (vgl. Abbildung 3) könnte nahezu gedeckt werden.

Am stärksten ins Gewicht fällt der Rückgang beim Fleisch um zwei Drittel auf 14 kg pro Kopf und Jahr (Verkaufsgewicht) (Abbildung 15). Durch die Umstellung auf ein ökologisches und tiergerechtes Produktionssystem sinken die pro Kopf verfügbaren Mengen Schweinefleisch und Geflügel um mehr als 90 Prozent: Schweinefleisch von 22,5 (Basis 2015) auf 1,4 kg pro Kopf und Jahr (REF 2015) und Geflügel von 6,9 auf 0,4 kg pro Kopf und Jahr. Bis ins Jahr 2050 sinkt als Folge der verringerten Wiesen- und Weidenflächen und des Bevölkerungswachstums auch die verfügbare Menge Rindfleisch auf 9 kg.

Abbildung 15 Fleisch aus Inlandproduktion (kg Verkaufsgewicht pro Kopf)



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 24 und Tabelle 25 im Tabellenteil)

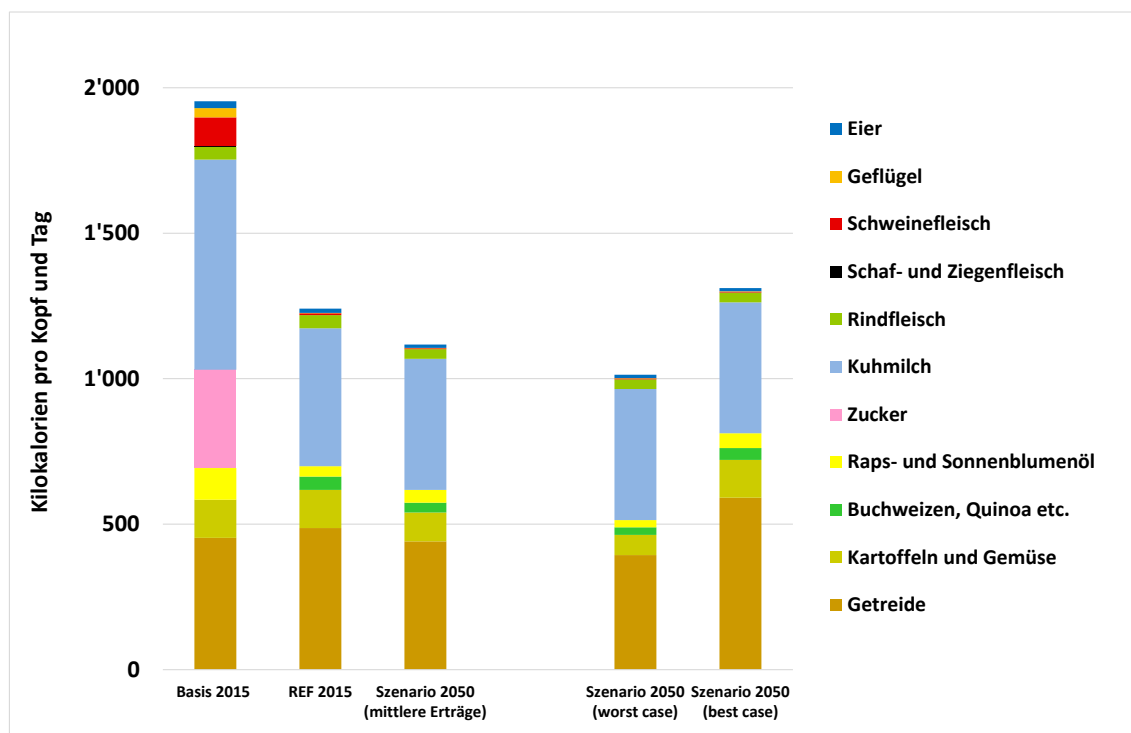
Verfügbare Nahrungsmittel in Kalorien pro Kopf und Tag

Durch die Umrechnung in Kalorien (kcal) lassen sich die im Inland produzierten Nahrungsmittel auf Ebene Energie addieren (Abbildung 16). Mit dem Produktionssystem TOP können im Durchschnitt 1'241 kcal pro Kopf und Tag produziert werden. Der Anteil tierische Nahrungsmittel beträgt 43 Prozent, wovon Kuhmilch 38 Prozentpunkte ausmacht.¹⁸

Im Vergleich zur Ausgangslage Basis 2015 mit 1'953 kcal aus inländischer Produktion nimmt mit dem Produktionssystem TOP das verfügbare Angebot um 36 Prozent ab. Bei den tierischen Kalorien beträgt der Rückgang 41 Prozent, bei den pflanzlichen, wegen des Wegfalls der inländischen Zuckerproduktion, 32 Prozent. Im Szenario 2050 liegen die verfügbaren Kalorien zwischen 1'013 und 1'311 kcal pro Kopf und Tag und bei Annahme mittlerer Erträge bei 1'117 kcal pro Kopf und Tag.

¹⁸ Ohne Obst und Wein; dadurch wird die Energie aus pflanzlichen Nahrungsmitteln um ca. 70 bis 140 kcal pro Kopf und Tag (nur Obst, ohne Wein) unterschätzt (Zimmermann, Nemecek, & Waldvogel, 2017).

Abbildung 16 Verfügbare pflanzliche und tierische Energie aus Inlandproduktion (kcal)



Quelle: Modellrechnungen (Tabelle 27 im Tabellenteil)

Die verfügbaren Kalorien sind nicht mit den konsumierten identisch. Die Differenz zwischen verfügbaren und konsumierten Nahrungsmitteln entspricht den Nahrungsmittelverlusten bzw. «food waste».

In der Schweiz stehen laut Ernährungsbilanz Nahrungsmittel im Umfang von etwa 3'400 kcal pro Kopf und Tag zur Verfügung (FAOSTAT, 2018, food supply). Dieser Wert ist seit Beginn der entsprechenden FAO Statistiken im Jahre 1961 konstant geblieben. Gemäss Agrarstatistik wurden von dieser Nahrungsmittelenergie im Durchschnitt der vergangenen Jahre und Jahrzehnte ca. 50 (netto) bis 60 (brutto)¹⁹ Prozent durch die Schweizer Landwirtschaft produziert (hypothetischer Selbstversorgungsgrad). Dies entspricht ca. 1'700 (netto) bis 2'000 kcal (brutto) pro Kopf und Tag, ein Wert, der mit den 1'953 kcal (brutto) gemäss Modellrechnungen Basis 2015 gut angenähert wird.

Konsumierte Nahrungsmittel in Kalorien pro Kopf und Tag

Laut der ersten nationalen Ernährungserhebung menuCH beträgt der durchschnittliche Konsum in der Schweiz 2'232 kcal pro Kopf und Tag (Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), 2017). Aufgrund des Vergleichs der FAO «food supply»-Daten mit den Konsumdaten der Ernährungserhebung ist in der Schweiz von Nahrungsmittelverlusten von ca. einem Drittel²⁰ auszugehen. Diese Größenordnung wird durch empirische Studien bestätigt (Beretta, Stoessel, Baier, & Hellweg, 2013).

¹⁹ Netto: nach Abzug derjenigen Produktionsmengen, die mit importierten Futtermitteln erzeugt werden.

²⁰ Ungefährer Anteil «Food waste» = (verfügbare Kalorien minus konsumierte Kalorien) / verfügbare Kalorien = (3400 - 2200) / 3400 = 35 Prozent.

Wenn Nahrungsmittelverluste von ca. einem Drittel angenommen werden, so ginge mit TOP der Konsum in Kalorien aus Inlandproduktion von rund 50 Prozent (ca. 1'100 kcal netto; Basis 2015) auf rund 40 Prozent (ca. 800 kcal; REF 2015) zurück.

9. Umwelt

Das Produktionssystem TOP ist mit zahlreichen Veränderungen verbunden, die sich günstig auf die natürlichen Ressourcen auswirken sollen. Die möglichen Folgen von TOP für die Umwelt bzw. die natürlichen Ressourcen werden – differenziert nach Boden und Wasser, Klima und Luft sowie Biodiversität und Landschaft – anhand ausgewählter flächen-, produktionsmittel- und emissionsbezogener Indikatoren beschrieben. Bei den Produktionsmitteln wird auf Dünge-, Pflanzenschutz- und Tierarzneimittel eingegangen.

Boden und Wasser

Im Produktionssystem TOP werden alle Flächen weniger intensiv bewirtschaftet, was den Druck auf Boden und Wasser allgemein vermindert. Vor allem die Änderungen im Ackerbau tragen zum Schutz von Boden, Gewässern und Trinkwasser bei. Denn mit dem Ackerbau sind zahlreiche Umweltbelastungen verbunden. Dazu zählen insbesondere Bodenerosion und -verdichtung sowie Abschwemmung und Auswaschung von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer und ins Grundwasser. In TOP wird der Ackerbau auf die am besten geeigneten Böden beschränkt (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Tabelle 5 Auswirkungen auf die Umwelt: flächenbezogene Indikatoren

Flächenbezogene Indikatoren	Basis 2015	REF 2015	Szenario 2050
Total Flächen (ha)	1'680'887	1'680'000	1'557'500
- Davon landwirtschaftlich genutzt (ha)	1'680'887	1'280'000	1'175'00
- Davon Vorranggebiete Biodiversität (ha)	--	400'000	435'000
- Davon Ackerland (ha)	398'353	380'000	345'000
Anteil Vorranggebiete Biodiversität an Total	0%	24%	37%
Anteil Kunstwiese an Ackerland	31%	39%	39%
Anteil Hackfrüchte an Ackerland	33%	14%	14%
Viehichte (GVE/ha landwirtschaftliche Nutzfläche)	1.26	0.84	0.87

Quelle: aus den Modellrechnungen abgeleitet (Tabelle 9 und Tabelle 10 im Tabellenteil)

Je grösser der Anteil Kunstwiese und je kleiner der Anteil Hackfrüchte in der Fruchtfolge, desto kleiner sind die Risiken für Auswaschung, Erosion etc. Konsequenterweise wird der Anteil Kunstwiesen von 31 auf 39 Prozent erhöht und der Anteil Hackfrüchte von 33 auf 14 Prozent vermindert.

Mineraldünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel sind verbreitete Produktionsmittel zur Ertragssicherung und -steigerung, die v.a. im Ackerbau und in Spezialkulturen eingesetzt werden. Heute werden durchschnittlich 50'000 Tonnen Stickstoff aus Mineraldüngern ausgebracht (SBV, Agristat, 2015, S. 97). Diese fallen im Produktionssystem TOP vollständig weg. Pflanzenschutzmittel werden heute im Durchschnitt im Umfang von 2'100 Tonnen Wirkstoffen pro Jahr eingesetzt (SBV, Agristat, 2015, S. 101). Bei den Pflanzenschutzmitteln kann bei der Umstellung auf biologischen Landbau laut Schätzungen von Tamm, Speiser, & Niggli (2018) auf mindestens 50 Prozent der Wirkstoffmengen verzichtet werden.

Zum Nährstoff Phosphor liegen keine Schätzungen vor. Die heutigen Phosphorüberschüsse in der Höhe von ca. 4'000 Tonnen jährlich (BFS, 2017c) sind v.a. ein Problem, weil sie zur Eutrophierung (Überdüngung) von Oberflächengewässern führen. Die Phosphormengen dürften im Produktionssystem TOP deutlich abnehmen, weil die Schweinebestände als eine Hauptursache für die Phosphorüberschüsse um mehr als 90 Prozent zurückgehen.

2014 wurden in der Tierhaltung 48'400 kg Antibiotika (Wirkstoffgewicht) eingesetzt (SBV, Agristat, 2015, S. 101). Durch die Aufgabe der bodenunabhängigen industriellen Tierhaltung mit Hunderten von Mastschweinen und Tausenden von Mastkühen geht der Antibiotikaeinsatz deutlich zurück. Auch in der Rindviehhaltung ist davon auszugehen, dass der Antibiotikabedarf klar abnimmt. Einerseits, weil robuste Rassen eingesetzt werden, die nicht auf einseitig hohe Leistungen gezüchtet sind, und andererseits durch die muttergebundene Rindviehaufzucht. Insgesamt dürften dadurch die Tierarzneimittelrückstände in Boden und Wasser deutlich zurückgehen.

Klima und Luft

Je höher die Tierbestände und je höher die Viehdichte, desto höher sind die Emissionen aus der Tierhaltung. Die Viehdichte, gemessen in Grossvieheinheiten pro Hektare, nimmt von 1,26 um knapp einen Drittel auf 0,84 bzw. 0,87 GVE/ha ab (Tabelle 5).

V.a. wegen dem Rückgang der Tierbestände bringt TOP auch bei den Treibhausgasen und bei Stickstoff eine klare Entlastung (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die jährlichen Treibhausgasemissionen nehmen um 29 Prozent und bis 2050 um 32 Prozent ab. Die jährlichen Stickstoffüberschüsse gehen sogar um 52 Prozent zurück und bis 2050 um 55 Prozent.

Tabelle 6 Auswirkungen auf die Umwelt: Treibhausgase und Stickstoffbilanz

Emissionen	Basis 2015	REF 2015	Szenario 2050
Treibhausgase (Mio. Tonnen CO ₂ eq / Jahr)	5.93	4.19	4.03
Stickstoffbilanz (1'000 Tonnen / Jahr)	91.7	44.11	41.27

Quelle: Modellrechnungen FiBL (**Tabelle 30** im Tabellenteil; die Methoden werden im Anhang beschrieben)

Erläuterungen:

- Die Berechnung der Treibhausgasemissionen stützt sich auf die IPCC (2006) Methode. Berücksichtigt werden die enterische Fermentation in Abhängigkeit von der Fütterung, das Hofdüngermanagement und die Stickstoffdüngung (mineralische, Hofdünger, Ernterückstände als wichtigste Stickstoffquellen). Die Emissionen der Mineraldüngerherstellung werden ebenfalls eingerechnet.
- Die Berechnung der Stickstoffbilanzen basiert auf der OECD-Methode (2001). Die Stickstoffüberschüsse entsprechen der Differenz zwischen allen Stickstoffinputs (Mineraldünger, Hofdünger, aber auch biologischer Fixierung und Deposition) und allen Stickstoffoutputs in Form von Nahrungs- und Futtermitteln.
- Nicht berücksichtigt ist in den Modellrechnungen, dass ältere Tiere evtl. weniger Treibhausgase emittieren (Grandl, Amelchanka, u. a., 2016, Grandl, Luzi, u. a., 2016) und dass bei Weidehaltung von Rindvieh evtl. weniger Ammoniakemissionen entstehen (Haupt, Hofer, Roesch, Gazzarin, & Nemecek, 2018).

Biodiversität und Landschaft

Der verminderte Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln vermindert flächendeckend den Druck auf die biologische Vielfalt. Die geringeren Erträge im Naturfutterbau (vgl. Tabelle 17 im Tabellenteil) lassen mehr Raum für eine vielfältige Flora und Fauna auf Wiesen und Weiden. Das Analoge gilt im Ackerbau. Es bleibt mehr Raum für eine vielfältige Ackerbegleitflora. Zentral ist jedoch die «Rückgabe von Flächen an die Natur». Im Szenario 2050 hat auf 37 Prozent der Fläche die Biodiversität klaren Vorrang (Tabelle 5).

Die Reservierung eines ausreichenden Flächenanteils ist eine grundlegende Voraussetzung für die Erhaltung der Biodiversität in der Schweiz. Diese «Grobsteuerung» muss allerdings differenziert ausgestaltet und umgesetzt werden (Guntern u. a., 2013). Für die Erhaltung und Förderung von funktionstüchtigen Auenwäldern, von natürlichen und naturnahen Fliessgewässerabschnitten und Uferzonen von stehenden Gewässern, von Mooren und von ökologisch wertvollen Flächen in agrarischen Ökosystemen braucht es gezielte räumlich differenzierte Massnahmen.

Auch die positiven ästhetischen Folgen sind nicht zu unterschätzen: So verschwinden Masthallen aus der offenen Landschaft und eine generell weniger intensive Produktion ist mit mehr Strukturvielfalt und Abwechslung verbunden. Auch naturnähere Naturwiesen und -weiden, die grössere Vielfalt angebaute Kulturen und die Begleitflora im Ackerbau bringen mehr Farbe ins Landschaftsbild, das noch zusätzlich durch weidende Tiere bereichert wird.

10. Tiere

Das ökologische und tiergerechte Produktionssystem hat den Anspruch, die Tiere, die für die Nahrungsmittelproduktion gehalten werden, respektvoll zu behandeln. Anhand von ausgewählten Kriterien wird diskutiert, wie sich die Umstellung auf TOP auf die Tiere auswirkt. Betrachtet werden Auslauf, die Anzahl für die menschliche Ernährung gehaltener und geschlachteter Tiere und der Beitrag der Tierarten zur Fleischproduktion.

Auslauf

Eine wichtige Voraussetzung für eine tiergerechte Haltung ist, dass die Tiere ausreichend Auslauf- und Weidefläche haben. Insgesamt sind ca. 60 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzflächen Naturwiesen, die sich als Weiden eignen. Weideflächen stünden damit ausreichend zur Verfügung. Heute haben jedoch 9 von 10 Tieren keinen Auslauf auf eine Weide (Baur & von Rickenbach, 2018). Dabei gibt es grosse Unterschiede zwischen den Tierarten. Während ein grosser Teil der Milchkühe bereits heute mindestens im Sommerhalbjahr Auslauf auf eine Weide hat, haben 3 von 5 Mastkälbern keinen Auslauf.

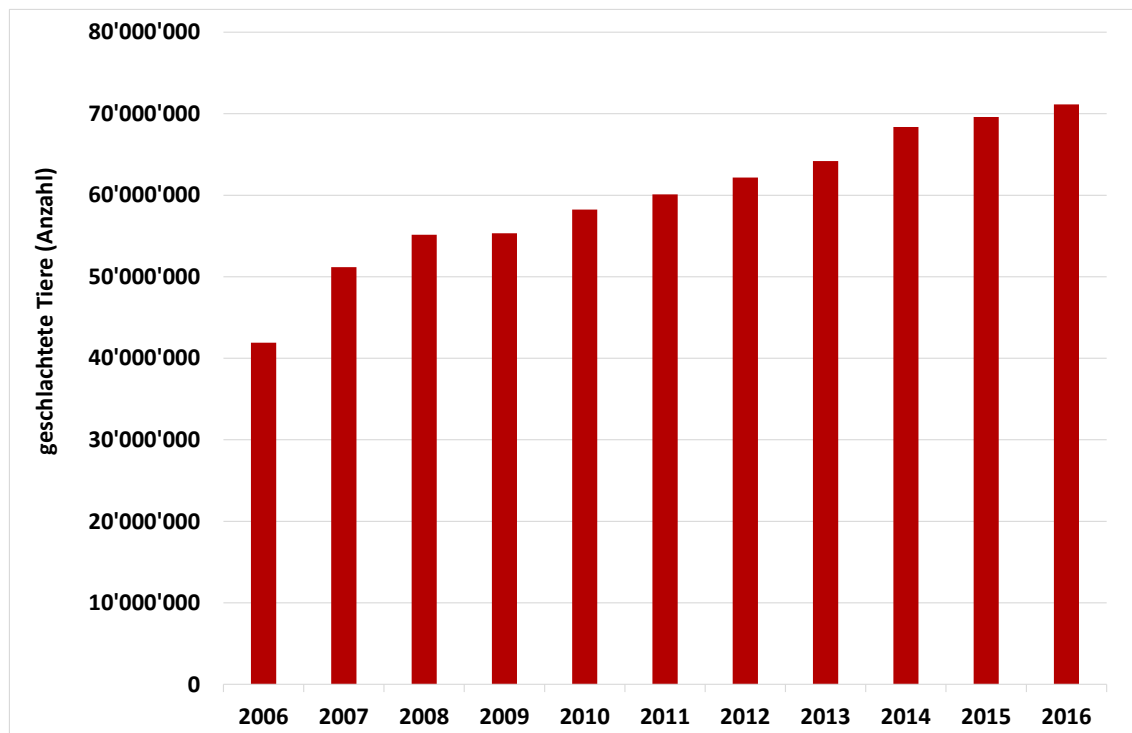
Mastschweine, Legehennen und Mastküken werden in Beständen von Hunderten bzw. Tausenden von Tieren gehalten und haben heute faktisch keinen Weideauslauf. Dies gilt auch für Tiere im Direktzahlungsprogramm «regelmässiger Auslauf im Freien» (RAUS) (Direktzahlungsverordnung SR 910.13). RAUS bedeutet, dass die Tiere die Möglichkeit für einen Auslauf in einen sogenannten Aussenklimabereich (AKB) haben müssen. Der AKB ist eine «begehbare vollständig gedeckte Fläche ausserhalb des Stalls». Die potentiell verfügbare Fläche ist aber sehr klein. Bei Schweinen beträgt der AKB im Direktzahlungsprogramm RAUS 0,5 m² pro Tier, bei Legehennen 0,043 m² pro Tier (oder 23 Legehennen pro m²) und bei Mastküken 0,013 m² pro Tier (oder 75 Mastküken pro m²).

In TOP ist Weideauslauf nicht nur für Rindvieh, sondern für alle Tiere zwingend vorgeschrieben: Für Rinder stehen im Durchschnitt fast eine halbe Hektare Weidefläche zur Verfügung, für Zuchtschweine gibt es 500 m² pro Tier, für Mastschweine 100 m² und für Legehennen und Mastküken sind es 5 m² pro Tier. Für eine Legehenne steht damit 116 Mal so viel Fläche wie heute in Form von Weide zur Verfügung und für ein Mastküken 373 Mal. Insgesamt sind im Produktionssystem TOP mehrere Tausend Hektaren Weiden für Schweine und Geflügel reserviert (REF 2015: 7'335 ha; Szenario 2050: 6'487 ha; vgl. Tabelle 28 im Tabellenteil).

Für die menschliche Ernährung gehaltene Tiere

Der Tierbestand an einem Stichtag sagt nicht aus, wie viele Tiere in einem Jahr in der Schweiz leben oder gelebt haben. Denn in der bodenunabhängigen industriellen Schweine- und Kükenmast gibt es pro Mastplatz mehrere sogenannte Umtriebe: bei Mastschweinen sind es ca. 3 Umtriebe pro Platz, bei Mastküken 6,5 bis 7,5 Umtriebe (Schweizerischer Bundesrat, 1998). Die Anzahl geschlachtete Tiere pro Jahr ist eine Hilfsgrösse, um abzuschätzen, wie viele Tiere pro Jahr in der Schweiz leben oder gelebt haben (Abbildung 17).

Abbildung 17 In der Schweiz geschlachtete Tiere 2006 bis 2016

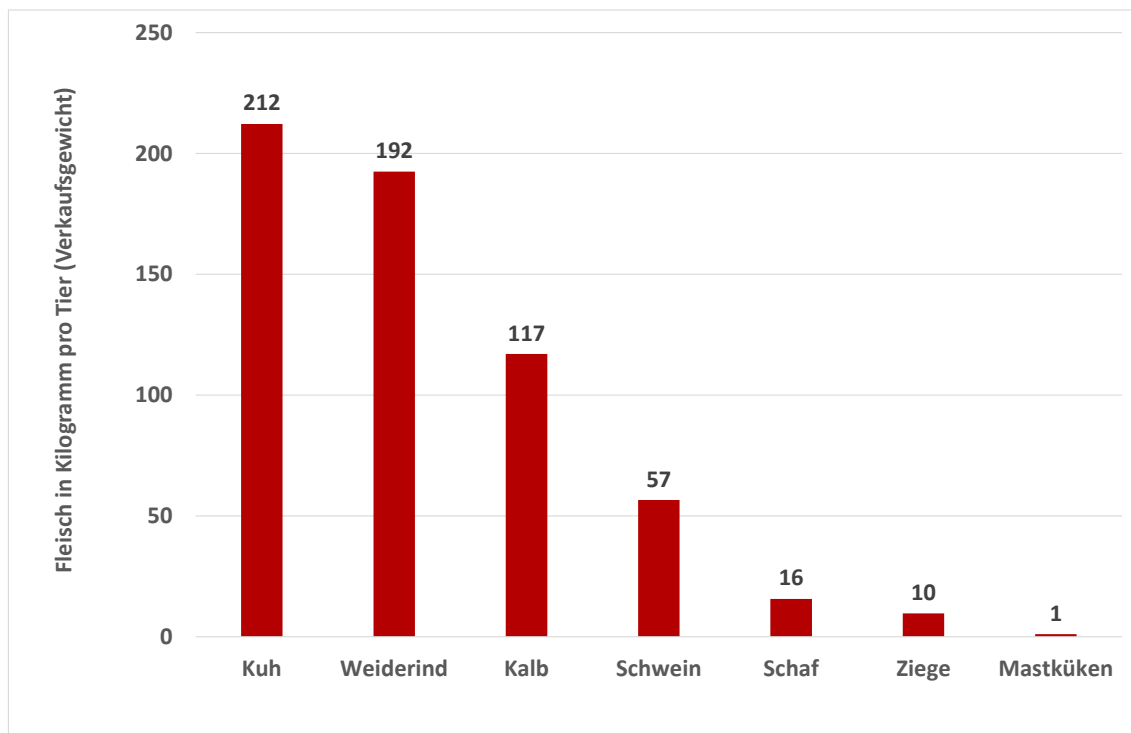


Quelle: Der Fleischmarkt im Überblick (Proviande, 2017)

In der Schweiz nahm die Anzahl geschlachtete Tiere zwischen 2006 und 2016 um 70 Prozent auf über 70 Millionen Tiere pro Jahr zu. Je mehr Tiere für den Fleischkonsum gebraucht bzw. geschlachtet werden, umso mehr Tiere können von einer nicht artgerechten Haltung betroffen sein.

Die Menge Fleisch, die von einem individuellen Tier gewonnen werden kann, unterscheidet sich zwischen den Tierarten (Abbildung 18). Während ein Mastküken ein Kilogramm (Verkaufsgewicht) liefert, gibt es von einem Mastschwein rund 60 Kilogramm Fleisch und von einem Rind bzw. einer Kuh um die 200 Kilogramm Fleisch.

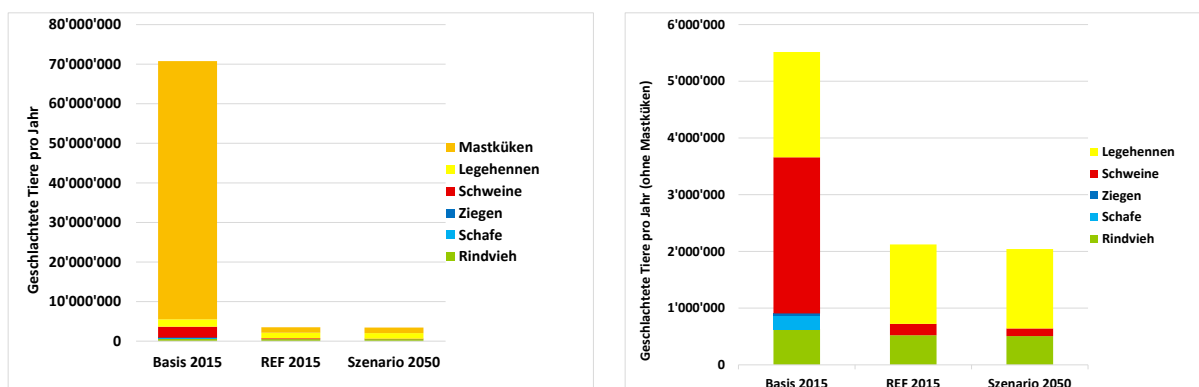
Abbildung 18 Essbares Fleisch pro Tier (kg Verkaufsgewicht)



Quelle: Berechnet aus Fleischerträgen REF 2015/Szenario 2050 (Tabelle 21 im Tabellenteil) und Verkaufs-/Schlachtgewicht-Koeffizienten (Tabelle 24 und Tabelle 25 im Tabellenteil)

Der unterschiedliche Fleischertrag spiegelt sich in den Schlachtzahlen je Tierart (Abbildung 19): Am grössten ist die Anzahl geschlachteter Mastküken. Wenn diese in die Statistik aufgenommen werden, dominieren sie alle anderen Tierarten. Im Jahr 2015 waren 65 Millionen von 70,8 Millionen Tieren, die in der Schweiz geschlachtet wurden, Mastküken (Abbildung 19, links). Im Produktionssystem TOP werden noch 3,5 (REF 2015) bzw. 3,4 Millionen Tiere (Szenario 2050) geschlachtet. Die Statistik ohne Mastküken in Abbildung 19, rechts macht sichtbar, wie durch die Umstellung auf TOP bei allen Tierarten weniger Individuen geschlachtet werden. Am meisten wirkt sich TOP auf die Schweine aus: Im Basis 2015 wurden 2'753'256 Schweine geschlachtet (Proviande Genossenschaft, 2016), mit TOP sind es noch 200'000 (REF 2015) bzw. 135'000 (Szenario 2050).

Abbildung 19 Geschlachtete Tiere nach Tierart, alle Tiere (Rindvieh, Schafe, Ziegen, Schweine, Legehennen, Mastküken) (links) und ohne Mastküken (rechts)

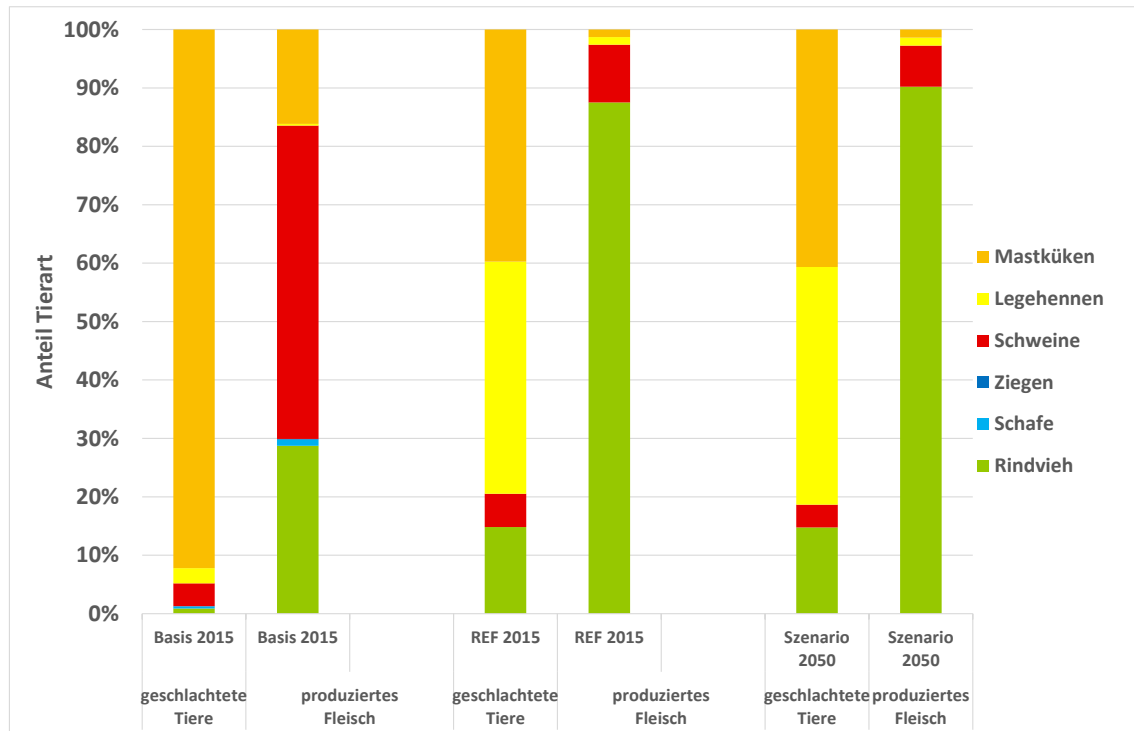


Quelle: Modellergebnisse (Tabelle 24 und Tabelle 25 im Tabellenteil)

Beitrag der Tierarten zur Fleischproduktion

Um eine bestimmte Menge Fleisch zu gewinnen, müssen also je nach Tierart sehr unterschiedlich viele Tiere getötet werden. Während in der Ausgangssituation (Basis 2015) mehr als 90 Prozent der geschlachteten Tiere weniger als 20 Prozent zur Gesamtfleischproduktion beitragen, ist es im TOP (REF 2015, Szenario 2050) gerade umgekehrt: 15 Prozent der Tiere erbringen rund 90 Prozent der Fleischproduktion (Abbildung 20). Im TOP müssen für dieselbe Fleischmenge viel weniger Tiere aufgezogen, gehalten und geschlachtet werden.

Abbildung 20 Beitrag der Tiere zur Fleischproduktion (Verkaufsgewicht)



Quelle: Modellergebnisse (Tabelle 24 und Tabelle 25 im Tabellenteil)

Fazit

Die Umstellung auf das ökologische und tiergerechte Produktionssystem TOP bedeutet einen respektvolleren Umgang mit den Tieren. Die Tiere werden als Individuen wahrgenommen. Sie werden vom effizient zu nutzenden Produktionsfaktor zu Lebewesen mit einem individuellen Anspruch auf ein würdiges Leben.

11. Diskussion und Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, wie viele Nahrungsmittel in der Schweiz bei hohen ethischen Anforderungen an die Produktion erzeugt werden können. Dazu wurde das «Tiergerechte Ökologische Produktionssystem TOP» entwickelt und modelliert. Zentrale Ergebnisse der Modellrechnungen werden zusammenfassend interpretiert und diskutiert. Die Diskussion verläuft entlang von 14 Schlussfolgerungen:

- I. Bedürfnisse von Menschen, Tieren und Natur werden respektiert
- II. Bilder werden Wirklichkeit
- III. Die Schweiz bleibt ein Milchland
- IV. Schweinefleisch und Poulet werden zur Seltenheit
- V. Rindfleisch ist die standortangepasste Fleischproduktion
- VI. Die Natur bekommt mehr Raum
- VII. Rinder haben in einer differenzierten Klimapolitik Platz
- VIII. Die Massentierhaltung von Mastschweinen und Mastküken verschwindet als Nebeneffekt
- IX. Ohne die Massentierhaltung von Mastküken verschwinden auch die Masthallen aus der Landschaft
- X. Der Rückgang der Produktion verringert den hypothetischen Selbstversorgungsgrad, nicht jedoch die Versorgungssicherheit
- XI. Die globale Vision ist, Nahrungsmittel dort zu produzieren, wo die Ressourcen sind
- XII. Der gute Ruf der Tierhaltung in der Schweiz erhöht die Nachfrage nach Fleisch aus Schweizer Produktion
- XIII. Sozioökonomische Folgen sind verkraftbar
- XIV. Selbst mit einer ökologischen und tiergerechten Produktion können im Jahr 2050 pro Kopf erhebliche Mengen Nahrungsmittel produziert werden

I Bedürfnisse von Menschen, Tieren und Natur werden respektiert

Das Produktionssystem TOP beschreibt eine Nahrungsmittelproduktion, in der die Bedürfnisse von Menschen, Tieren und Natur berücksichtigt werden: Für die menschliche Ernährung soll eine Vielfalt gesunder pflanzlicher Nahrungsmittel produziert werden. Die tierische soll die menschliche Ernährung nicht konkurrenzieren. Mit den Tieren soll respektvoll umgegangen werden. Sie sollen artgerecht gezüchtet, gehalten und ernährt werden. Es sollen möglichst keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel und Antibiotika (Tierarzneimittel) eingesetzt werden. So sollen Rückstände in Nahrungsmitteln und schädliche Stoffe in der Umwelt vermieden werden. Auch die Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor sollen gezielt und massvoll eingesetzt werden, so dass sie nicht die Gewässer und Ökosysteme belasten. Für die Natur, d.h. die Biodiversität soll ausreichend Platz geschaffen werden. Einerseits auf Acker- und Grasland, die der menschlichen und tierischen Ernährung dienen, andererseits indem Biodiversität auf mehr als einem Drittel der Fläche Vorrang hat.

II Bilder werden Wirklichkeit

Die Bilder, die zu einer solchen Nahrungsmittelproduktion passen, beschreiben eine vielfältige und abwechslungsreiche Landschaft und eine Tierhaltung, wie sie die Bevölkerung von der Werbung kennt. Mit dem Unterschied, dass die Realität, besonders die Realität der Milch-, Eier- und Fleischproduktion, nun zu den Werbebildern passt. Dazu gehört insbesondere, dass alle Tiere – Kühe, Kälber und Rinder ebenso wie Schweine, Legehennen und Mastküken – ausreichend Auslauf auf Weideflächen haben.

Die respektvolle Einstellung gegenüber den Tieren, die wertvolle Nahrungsmittel für die menschliche Ernährung bereitstellen, zeigt sich in Vielem mehr: Die Tiere sind nicht einseitig auf eine einzige Leistung gezüchtet. Anstatt spezialisierte Milch- und Fleischrassen bei Rindvieh und Lege- und Masthybriden bei Geflügel gibt es robuste Zweinutzungsrassen. Die Milchkühe leben mit 10 Jahren doppelt so lange wie heute. Ihre Kälber werden nicht sofort nach der Geburt weggenommen, sondern wachsen in den ersten Monaten mit den Müttern auf. Die Rinder, die nicht als zukünftige Milchkühe aufgezogen werden, werden nicht in Ställen in kurzer Zeit mit Getreide, Soja und anderen Ackerfuttermitteln gemästet, sondern sie leben bis zu einem Alter von 2 Jahren hauptsächlich auf der Weide. Das Grasland Schweiz wird Wirklichkeit.

Das Analoge gilt für Geflügel: Es gibt keine «Bruderküken» mehr, die sofort nach dem Schlüpfen getötet werden, weil sie nicht schnell genug Fleisch ansetzen. Anstatt 30 bis 40 Tage wie heutige Masthybriden werden die männlichen Küken 100 Tage alt. Die Legehennen sind nach einem Jahr noch nicht verbraucht, sondern können länger Eier legen. Und wenn ihre Lebenszeit abgelaufen ist, stellt sich nicht ein «Entsorgungsproblem» wie bei den heutigen Althennen. Bei den Schweinen werden Rassen gehalten, die für eine extensive Mast geeignet sind.

III Die Schweiz bleibt ein Milchland

Der Preis für den respektvollen Umgang mit den Tieren ist, dass auch die Kühe weniger Milch geben. Dennoch bleibt die Schweiz ein Milchland. Zwar geht die gesamte Milchproduktion um ein Drittel zurück, die Milchkühe produzieren gemeinsam aber immer noch 2,7 Millionen Tonnen Milch. Dies entspricht 280 kg Milch pro EinwohnerIn der Schweiz und Jahr. Dabei leben die Milchkühe ausschliesslich von Gras. Sie brauchen weder Getreide noch Soja, um gesund zu bleiben und Milch zu geben.

IV Schweinefleisch und Poulet werden zur Seltenheit

Die «Feed no food»-Vorgabe schreibt vor, auf Ackerland keine Futtermittel für Tiere anzubauen. In der Folge fehlen die Futtermittel für diejenigen Tierarten, die nicht von Gras allein leben können. Schweine und Geflügel sind als sogenannte Nicht-Raufutterverwerter auf energie- und eiweissreiche Futtermittel vom Acker angewiesen. Nebenprodukte aus der Nahrungsmittelverarbeitung, beispielsweise aussortierte Kartoffeln, Müllereinebenprodukte und Schotte aus der Käseherstellung, reichen nur noch für vergleichsweise wenige Tiere. Bevorzugt werden im Produktionssystem TOP Zweinutzungstierarten. Dies bedeutet, dass das verfügbare Futter zunächst an Geflügel geht. Es reicht für durchschnittlich 60 Eier pro Kopf und Jahr, heute sind es 100 Eier (2015).

Schweinefleisch ist heute die wichtigste Fleischsorte in der Schweiz. 2015 wurden in der Schweiz 2'753'256 Schweine geschlachtet (Proviande, 2016), dies entspricht 22,5 kg Schweinefleisch pro Kopf und Jahr. Im Produktionssystem TOP werden die Schweine als Tierart, die «nur» für die Fleischproduktion gehalten wird, zum letzten Glied in der Nahrungsmittelkette. Das verbleibende Futter reicht dazu, so viele Schweine zu halten, dass

200'000 Tiere pro Jahr geschlachtet werden können. Damit fallen pro Kopf und Jahr noch 1,4 kg Schweinefleisch an.

Noch seltener wird Poulet: 2015 wurden in der Schweiz 65'263'614 Mastküken geschlachtet (Proviande, 2016). Das reichte für 6,8 kg Poulet pro Kopf und Jahr. Im Produktionssystem TOP sind es mit 1'400'000 Mastküken 98 Prozent weniger geschlachtete Tiere. Zusammen mit dem Fleisch der Althennen macht das pro Kopf und Jahr noch 0,36 kg Poulet aus.

V Rindfleisch ist die standortangepasste Fleischproduktion

Als hauptsächliche Quelle für Fleisch bleibt somit das Rindvieh.²¹ Von rund 169'000 Tonnen Fleisch (Schlachtgewicht), die im Produktionssystem TOP produziert werden, sind 88 Prozent Rindfleisch. Dies entspricht 12,4 kg verkaufsfertiges Rindfleisch pro Kopf und Jahr. Bei Rindfleisch kann das Produktionssystem TOP mit der heutigen Produktion von 12,1 kg pro Kopf und Jahr mithalten.

Es gibt im Produktionssystem TOP keine Rinder, die ausschliesslich für die Fleischproduktion gezüchtet wurden. Das Rindfleisch fällt als Verbundprodukt von Milch an. Es stammt von Tieren, die hauptsächlich auf der Weide gelebt haben und ausschliesslich mit Gras ernährt wurden. Unter den topographischen und klimatischen Produktionsbedingungen in der Schweiz heisst standortgerecht, Fleisch zusammen mit Milch aus Raufutter von Wiesen und Weiden zu produzieren.

VI Die Natur bekommt mehr Raum

Naturwiesen und Weiden liefern im Grasland Schweiz den mengenmässig wichtigsten Rohstoff für die Nahrungsmittelproduktion. Je nach Witterungsverlauf wachsen auf den über 1,3 Millionen Hektaren Naturwiesen und Weiden, das sogenannte Sömmerungsgebiet (alpwirtschaftlich genutzte Flächen) mit eingerechnet, jedes Jahr mehr als 25 bis gegen 30 Millionen Tonnen Raufutter²². Diese ausgedehnten Flächen haben ein teilweise hohes Potential für eine artenreiche Flora und Fauna, das im Produktionssystem TOP gezielt ausgeschöpft werden soll. Nicht jeder Grashalm und jeder Quadratmeter sollen für die Produktion von Milch und Fleisch genutzt werden, wie es in der Schweiz einst unter den Bedingungen von Armut zum schieren Überleben nötig war (Baur u.a., 2006, S.40f.).

Der Natur soll mehr Raum gelassen werden. Im Produktionssystem TOP dienen mindestens 400'000 ha Flächen vorrangig der Erhaltung und Förderung der Biodiversität. Von diesen 435'000 ha (Szenario 2050) ist ein Drittel auf Flächen oberhalb der Baumgrenze vorgesehen.²³ Die übrigen Vorranggebiete sollen dort festgelegt werden, wo das Potential besonders hoch ist.

Die Ausscheidung von Vorranggebieten ermöglicht es der Schweiz ihre Verpflichtungen, die sie als Unterzeichnerin der Biodiversitätskonvention (CBD) eingegangen ist, besser zu erfüllen. Insbesondere geht es um das Ziel, bis 2020 mindestens 17 Prozent der Landesfläche für die Biodiversität zu reservieren.²⁴ Bis heute sind 9 Prozent der Flächen nach

²¹ Im Produktionssystem TOP werden weitere Raufutterverwerter wie Zweinutzungsschaf- und -ziegenrassen nicht modelliert, da ihr Beitrag zur Nahrungsmittelproduktion vergleichsweise klein ist. Dies bedeutet nicht, dass sie in einer ökologischen und tiergerechten Produktion nicht ebenso wie heute eine Nische besetzen können.

²² Das Gewicht bezieht sich auf die Frischsubstanz (SBV, Agristat div. Jahre)

²³ Gemäss Schätzungen von Arealstatistikexperten des Bundesamtes für Statistik sind ca. 176'000 ha des Sömmerungsgebietes «nicht waldfähig» bzw. liegen oberhalb der Waldgrenze (Baur, 2006, S. 23).

²⁴ 2010 wurden im Strategischen Plan der Biodiversitätskonvention (CBD) die sogenannten Aichi-Ziele beschlossen. Das Ziel Nr. 11 bezieht sich auf die minimale Ausweisung von 17 Prozent der Landesfläche (UNEP, 2010, S.36)

CBD Kriterien ausgewiesen und 12,5 Prozent der Landesfläche dienen, zuversichtlich gerechnet, primär der Erhaltung der Biodiversität (BAFU, 2017a).

Laut ExpertInnen reicht dies für die Erhaltung der Biodiversität in der Schweiz noch nicht. Das Forum Biodiversität Schweiz geht davon aus, dass die Biodiversität auf einem Drittel der Landesfläche Vorrang haben muss (Gunter u. a., 2013). Mit TOP werden die Voraussetzungen dafür geschaffen.

Obwohl im Produktionssystem TOP viel mehr Raum für die Biodiversität bleibt und die Erträge der Naturwiesen und Weiden niedriger sind als heute, können zusammen mit dem Raufutter von temporären Wiesen auf Ackerland immer noch 460'000 Kühe und 760'000 Rinder ernährt und beträchtliche Mengen an Milch und Rindfleisch produziert werden.

VII Rinder haben in einer differenzierten Klimapolitik Platz

Rindvieh gilt aufgrund der Emissionen des besonders klimawirksamen Methans mancherorts als «Klimakiller». Im Vergleich zur Schweine- und Geflügelmast braucht Rindvieh pro Kilogramm Fleisch mehr Boden und Wasser und stösst mehr Treibhausgase aus. Diese Sichtweise greift jedoch zu kurz. Werden zusätzliche Kriterien berücksichtigt, so ergibt sich ein differenzierteres Bild der Rindviehhaltung. Das zentrale Argument für die Haltung von Rindern ist ihre grundsätzliche Fähigkeit, von Gras allein leben zu können. Damit können sie eine global wichtige natürliche Ressource, Dauergrünland, in Milch und Fleisch für die menschliche Ernährung umwandeln. Weitere ethische Erwägungen sprechen für Rindvieh: Rindvieh lässt sich weiden und damit vergleichsweise einfach artgerecht halten. Auch (arbeits)wirtschaftliche Gründe sind ein Argument für die Weidehaltung. Zudem liefert Rindvieh im Vergleich zu Schweinen und Geflügel pro Individuum deutlich mehr Nahrungsmittel. Für die gleiche Menge müssen sehr viel weniger Tiere gehalten und geschlachtet werden.

Im «Grasland Schweiz» sprechen nicht nur standortspezifische und tierethische Gründe für die Rindviehhaltung, sondern auch Überlegungen zur Verhältnismässigkeit von klimapolitischen Massnahmen. Zwar ist die Rindviehhaltung in der Schweiz heute als Folge der herausragenden Bedeutung der Milchwirtschaft für 43 Prozent der Treibhausgasemissionen (THG) der Schweizer Landwirtschaft²⁵ verantwortlich. Bezogen auf die THG der gesamten Schweizer Volkswirtschaft beträgt der Anteil des Rindviehs jedoch «nur» 5,8 Prozent²⁶. Der internationale Flugverkehr der Schweiz emittierte 2015 im Vergleich zur gesamten Rindviehhaltung fast doppelt so viele CO₂eq; dabei ist die grössere Strahlenwirksamkeit von Emissionen in hoher Flughöhe noch nicht berücksichtigt²⁷. Die Verringerung der Rinderzahl leistet deshalb einen insgesamt bescheidenen Beitrag zur Klimapolitik.

²⁵ Eigene Rückrechnung auf Basis des Treibhausgasinventars (Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2017b, S. 23): Von insgesamt 48 Mio. t CO₂eq (2015; ohne Flugverkehr) gehen 6.5 Mio. t CO₂eq auf das Konto der Landwirtschaft. Auf die Rindviehhaltung entfallen 2,8 Mio. t CO₂eq (für eine differenziertere Betrachtung des Landwirtschaftssektors vgl. FOEN, 2017, S.267).

²⁶ Der Anteil der Landwirtschaft an den Emissionen der Schweizer Volkswirtschaft beträgt je nach Bemessungsgrundlage 12,6 bis 13,5 Prozent, den internationalen Flugverkehr nicht miteingerechnet.

- 13,5 Prozent (2015): (Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2017b, S. 9).

- 12,6 Prozent (2014): inkl. indirekte THG-Quellen und solche mit einem Anteil von weniger als 1 Prozent (BAFU, 2017b, S. 55).

²⁷ Eigene Rückrechnung auf Basis des Treibhausgasinventars (BAFU, 2017b, S. 23): Der internationale Flugverkehr der Schweizer Bevölkerung trug 4,9 Mio. t CO₂eq (2015) zu den THG bei. Die Rindviehhaltung im Vergleich 2,8 Mio. t CO₂eq. Dabei ist die Strahlenwirksamkeit von Emissionen in grosser Flughöhe nicht berücksichtigt (Nipkow, 2017). Um den Klimaeffekt der Luftfahrt zu berechnen, müssen die CO₂-Emissionen mit dem sogenannten Radiative Forcing Index RFI multipliziert werden. Das deutsche Umweltbundesamt nimmt einen RFI von 3 bis 5 an. Der WWF empfiehlt, flugbedingte Emissionen mindestens mit einem Faktor 2 zu multiplizieren (WWF, 2010).

Es war nicht das primäre Ziel von TOP, die Treibhausgasemissionen der Schweizer Landwirtschaft zu minimieren. Das Potential für eine Reduktion ist deshalb grösser als ausgewiesen (vgl. Kasten «Treibhausgasemissionen Schweizer Landwirtschaft»). Dennoch trägt auch im Produktionssystem TOP die Verringerung des Rindviehbestandes dazu bei, dass die Treibhausgasemissionen zurückgehen. Es werden nur so viele Rinder gehalten, wie mit dem verfügbaren Wiesen- und Weidenfutter ernährt werden können.

Treibhausgasemissionen Schweizer Landwirtschaft²⁸

Die Vorgaben aus dem von der Schweiz ratifizierten Übereinkommen von Paris zum Schutz der Menschheit vor unkontrollierbaren Klimafolgen verlangen auch von der Landwirtschaft eine Reduktion der Emissionen auf netto null²⁹ noch in diesem Jahrhundert. Während fossile Emissionen bis 2050 auf netto null gesenkt werden sollen, wird der Landwirtschaft mehr Zeit eingeräumt. Ihre Emissionen müssen erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts netto null erreichen, sofern nicht schon früher mach- und bezahlbare Verfahren vorliegen, um grössere Mengen an Treibhausgasen dauerhaft aus der Atmosphäre zu entfernen. Der genaue zeitliche Spielraum für die grosse Herausforderung, die landwirtschaftliche Produktion anzupassen, ist noch nicht bestimmt. Klar ist jedoch schon heute, dass eine Stabilisierung der Klimaerwärmung auf deutlich unter 2°C und möglichst 1,5°C ohne Beiträge der Landwirtschaft nicht gelingen wird.

Das Produktionssystem TOP wurde nicht auf eine maximale Reduktion der Treibhausgasemissionen ausgelegt. Es gibt diverse weitere Möglichkeiten, die THG-Emissionen der Landwirtschaft zu senken, die in den Modellrechnungen nicht berücksichtigt wurden:

- Gemäss aktuellem Stand der Forschung lassen sich die Methan-Emissionen von Wiederkäuern mit pflanzlichen Futtermittelzusätzen um 10 bis 30 Prozent senken.³⁰ Bei einer angenommenen Reduktion von 15 Prozent sowie einem flächendeckenden Einsatz dieses biotechnologischen Verfahrens würden die THG-Emissionen in der Schweiz pro Jahr um weitere ca. 0,3 Mio. t CO₂eq reduziert. Vor einer Einführung von Futtermittelzusätzen müsste geklärt werden, ob sie nicht längerfristig negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit haben könnten und ob nicht die Emissionen aus Mist und Gülle ansteigen würden. Weiter müsste in einer umfassenden Metaanalyse überprüft werden, ob die Reduktionen für die Schweiz flächendeckend erwartet werden könnten, oder ob sie nur in Einzelfällen möglich wären.
- Ein zusätzliches Reduktionspotential haben drainierte bzw. trockengelegte Moorböden. Aus diesen sogenannten organischen Böden entweichen in der Schweiz pro Jahr ca. 0,74 Millionen t CO₂eq.³¹ Eine Wiedervernässung von Moorböden könnte diese Emissionen verringern bzw. verhindern. Da die Moorböden kontinuierlich organische Substanz verlieren und die Drainage-Infrastruktur in den nächsten Jahren erneuert werden muss, stehen in der Schweiz Sanierungsarbeiten in Milliardenhöhe an (Béguin & Smola, 2010). Es stellt sich die Frage, welche Investi-

²⁸ Dieser Abschnitt wurde von Adrian Müller kontrolliert bzw. überarbeitet.

²⁹ Netto null heisst, dass der Ausstoss anthropogener Treibhausgase soweit reduziert wird, dass die Aufnahmefähigkeit von Kohlenstoffsenken nicht überstrapaziert wird.

³⁰ <https://news.psu.edu/story/364787/2015/08/04/research/feed-supplement-greatly-reduces-dairy-cow-methane-emissions>; letzter Zugriff 30.10.2018

<https://animalpharm.agribusinessintelligence.informa.com/AP009392/Swiss-firm-to-reduce-methane-through-feed>; letzter Zugriff 30.10.2018

³¹ Mündliche Auskunft von Jens Leifeld, Agroscope, Oktober 2018.

tionen sich rechtfertigen lassen, und wo die Renaturierung eines Teils der Flächen die ökonomisch und ökologisch sinnvollere Lösung sein könnte. Zusätzlich wäre zu klären, wie gross das «Leck» (leakage) einer Verlagerung der Produktion auf andere Standorte wäre.

- Die Bodenbewirtschaftung hat einen grossen Einfluss auf die Kohlenstoffspeicherungsfähigkeit. Mit Methoden der regenerativen Landwirtschaft, wie zum Beispiel der Einarbeitung von Pflanzenkohle in Ackerböden, lassen sich substanzielle Kohlenstoffmengen aus der Atmosphäre entfernen. Gemäss Schätzungen könnten bis zu 12 Prozent der anthropogenen THG-Emissionen mit Pflanzenkohle dauerhaft in landwirtschaftlichen Böden gespeichert werden (Woolf, Amonette, Street-Perrott, Lehmann, & Joseph, 2010).
- Anstatt das Grasland primär für Wiederkäuer zu nutzen, könnte ein Teil davon auch mit innovativen agrarforstwirtschaftlichen Verfahren kultiviert werden. Für die THG-Emissionen hätte dies zwei positive Auswirkungen: Die tieferen Bestände an Wiederkäuern würden weniger Methan-Emissionen zur Folge haben und die neuen Baumbestände würden zusätzlich CO₂ binden.

Zusammengefasst gehen wir davon aus, dass zusätzliche Massnahmen das Potential haben, weitere THG-Emissionen in der Grössenordnung von einer Million t CO₂eq pro Jahr einzusparen. Die THG aus der Landwirtschaft könnten so bis 2050 im Vergleich zu heute um etwa die Hälfte reduziert werden. Bei allen Massnahmen gilt es jedoch abzuklären, wie (kosten)wirksam sie im Vergleich zu Massnahmen in anderen Sektoren – wie beispielsweise dem Flugverkehr und der Mobilität allgemein – sind.

VIII Die Massentierhaltung von Mastschweinen und Mastküken verschwindet als Nebeneffekt

Im Produktionssystem TOP werden im Vergleich zum Jahr 2015 nur noch wenige Mastschweine und Mastküken gehalten. Die Tierbestände an einem Stichtag³² betragen 109'000 Mastschweine (7 Prozent von 2015) und 384'000 Mastküken (6 Prozent von 2015). Sie werden in artgerechten Tierhaltungssystemen mit Auslauf auf Weideflächen gehalten.

Nicht die Vorgaben für eine tiergerechte Haltung sind jedoch der Grund für die verminderten Tierbestände. Die Massentierhaltung verschwindet als Nebeneffekt der «Feed no food»-Vorgabe, die eine Produktion tierischer Nahrungsmittel in bodenunabhängigen industriellen Tierhaltungssystemen mit Hunderten von Mastschweinen und Tausenden von Mastküken, wie sie heute in der Schweiz Standard sind, praktisch ausschliesst.

IX Ohne die Massentierhaltung von Mastküken verschwinden auch die Masthallen aus der Landschaft

Mit der stetigen Ausdehnung der Kükenmast in den letzten Jahren haben auch die Masthallen ausserhalb der Bauzonen weiter zugenommen, und die Entwicklung scheint, gemessen am steigenden Pouletkonsum, noch länger nicht am Ende angekommen. Dies ist Anlass für Diskussionen, besonders aus Sicht des Landschaftsschutzes (Zaslowski, 2017).

³² Diese Zahlen beziehen sich auf den Tierbestand an einem Stichtag. Sie weichen von der Anzahl individueller Tiere, die in einem Jahr in der Schweiz gelebt haben, massiv ab. Letztere lässt sich näherungsweise besser aus den Schlachtzahlen ablesen.

Mit der Aufgabe der Massentierhaltung verschwinden als weiterer Nebeneffekt der «Feed no food»-Restriktion die Masthallen aus der offenen Landschaft.

X Der Rückgang der Produktion verringert den hypothetischen Selbstversorgungsgrad, nicht jedoch die Versorgungssicherheit

Der Selbstversorgungsgrad (SVG) der Schweiz ist eine hypothetische Grösse, die zu Fehlinterpretationen verleiten kann. Der SVG berechnet die im Inland gesamthaft produzierten Kalorien und stellt diese den gesamthaft in der Schweiz verbrauchten bzw. verfügbaren Kalorien gegenüber (BLW, 2016). Dieses Vorgehen setzt voraus, dass alle Nahrungsmittel substituierbar sind: So kompensieren beispielsweise «Überschüsse» bei Milch den «Mangel» bei pflanzlichen Fetten und Ölen. Der tatsächliche inländische Konsum von Milch und pflanzlichen Ölen spielt in dieser Rechnung keine Rolle. Der SVG ist hypothetisch, da er die Märkte, den Handel und den tatsächlichen Konsum ignoriert.

Die Schweizer Agrarpolitik verfolgt bis heute das Ziel, den SVG aufrechtzuerhalten. Diese Absicht beruht auf der Annahme, dass die Versorgung umso gesicherter ist, je mehr Kalorien in der Schweiz produziert werden. Eine Zunahme des SVG wird deshalb positiv beurteilt, während eine Abnahme alarmiert, unabhängig davon, was konkret hinter der Veränderung steckt. So führt eine sehr gute Kartoffelernte zu einem höheren SVG, auch wenn die Mehrproduktion aufgrund des rückläufigen Konsums gar nicht gefragt ist und es am Markt ein Überschussproblem gibt. In die umgekehrte Richtung weist eine schlechte Zuckerrüben-ernte, die den SVG senkt (vgl. Kasten «Zucker»).

Zucker

Eine interessante Rolle in der Diskussion über Selbstversorgung und Versorgungssicherheit spielt die inländische Zuckerproduktion. In Bezug auf die Kalorienenerträge je Hektare übertreffen die Zuckerrüben alle anderen Kulturen. Deshalb erhöht die inländische Zuckerproduktion den hypothetischen Selbstversorgungsgrad um ca. 10 Prozentpunkte (BLW, 2016). Je nach Jahr und Witterungsverlauf schwanken die Zuckerrübenenernten allerdings stark, was sich spürbar auf den Selbstversorgungsgrad auswirkt. 2014 beispielsweise wäre der Selbstversorgungsgrad ohne die Rekordzuckerrübenenernte unter die 50 Prozentmarke gefallen. 2014 wurden erstmals in der Schweiz mehr als 300 Mio. Tonnen Zucker produziert, was pro Kopf und Tag ca. 100 g Zucker entspricht.

Es ist allerdings fraglich, inwiefern eine hohe Zuckerrübenproduktion zur sicheren Versorgung der Schweizer Bevölkerung beiträgt. Aus Sicht Produktion besteht die Unsicherheit darin, dass die Schweizer Produzenten auf importiertes Saatgut angewiesen sind. Aus Ernährungssicht ist Zucker zwar ein energiereiches Nahrungsmittel, aber aus gesundheitlichen Gründen nur begrenzt geeignet, andere Nahrungsmittel zu ersetzen. Die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung empfiehlt max. 50 Gramm Zucker pro Tag, bei einem Bedarf von 2'000 kcal (Eidgenössische Ernährungscommission, 2015).

Hinzu kommt, dass sich importierter Zucker über lange Zeit lagern lässt. Auch bei Versorgungsengpässen lässt sich so mit gelagertem importierten Zucker eine minimale Versorgung sicherstellen.

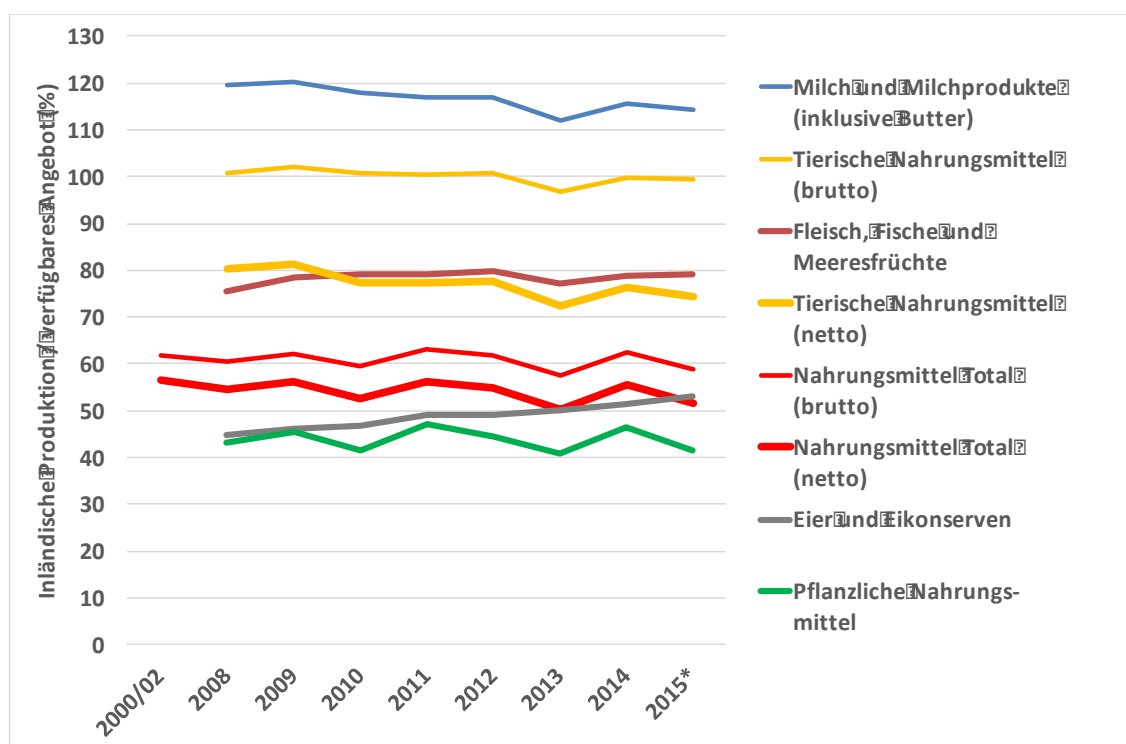
Zuckerrüben sind vor allem auch tierische Futtermittel: Ihr Erntegewicht übersteigt alle anderen Kulturen für die menschliche Ernährung. Für gute Erträge braucht es ausreichend Dünger und Pflanzenschutzmittel. Die so gewonnene Biomasse dient aber nur zum kleinen Teil der menschlichen Ernährung: Die Zuckerausbeute liegt im mehrjährigen Durchschnitt bei ca. 16 Prozent. Der grösste Teil der Zuckerrübe wird in Form von Schnitzeln an Tiere verfüttert. Mengenmässig ist die Zuckerrübe damit ein tierisches Futtermittel.

Der SVG verleitet zu Fehlinterpretationen, da er irrtümlicherweise mit dem Grad an Versorgungssicherheit gleichgesetzt wird. Er lenkt davon ab, dass die Versorgung der Schweizer Bevölkerung nicht durch eine möglichst grosse inländische Nahrungsmittelproduktion, sondern durch einen funktionierenden Handel gesichert wird, verbunden mit einer systematischen Lagerhaltung für Versorgungsengpässe.

Trotz des stetigen Wachstums der Agrarproduktion im 20. Jahrhundert blieb die Schweiz stets auf umfangreiche Nahrungsmittelimporte angewiesen. Auch die Schweizer Landwirtschaft ist für die Produktion auf Importe angewiesen, nicht nur von Futtermitteln, auch von fossilen Energieträgern, von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, von Saatgut, von Elterntieren für die Produktion von Legehennen und Mastküken etc.

Der SVG eignet sich auch wenig, um die Versorgung der Schweiz in Zeiten tatsächlich gestörter Zufuhr zu beurteilen. Denn ausgerechnet die tierischen Nahrungsmittel, wo der Brutto-SVG³³ traditionell bei 100 Prozent liegt (Abbildung 21), wären bei Versorgungsengpässen stark betroffen. Bei eingeschränktem Handel müssten aufgrund fehlender Futtermittel als Erstes die Tierbestände reduziert werden.

Abbildung 21 Hypothetischer Selbstversorgungsgrad in der Schweiz 2008-2014



Quelle: eigene Darstellung auf Basis Agrarbericht 2017 (BLW, 2017).

Erläuterungen: Seit 2011 wird die Methode «Nahrungsmittelbilanz 08» verwendet. Die Jahre 2008, 2009 und 2010 wurden rückwirkend mit der Methode «Nahrungsmittelbilanz 08» revidiert. Die Werte für 2015* sind provisorisch.

³³ Bei der Berechnung wird zwischen einem Brutto- und einem Netto-Selbstversorgungsgrad unterschieden. Der Brutto-SVG lässt ausser Acht, dass die Produktion tierischer Nahrungsmittel teilweise auf Futtermittelimporten beruht. Der Netto-SVG weist aus, welcher Anteil (tierische) Nahrungsmittel ohne Futtermittelimporte produziert werden kann.

Im Produktionssystem TOP geht die Produktion tierischer Nahrungsmittel in der Schweiz stark zurück. Da die verbleibenden Rindviehbestände mit dem verfügbaren Wiesen- und Weidefutter ernährt werden können, sind Versorgungsengpässe für die Tierernährung irrelevant. Die Produktion von Milch und Rindfleisch ist auch ohne Handel gesichert.

Erhöht wird im Produktionssystem TOP jedoch die Vielfalt der inländischen Produktion pflanzlicher Nahrungsmittel. Mengenmässig geht die inländische pflanzliche Produktion für die menschliche Ernährung dennoch zurück. Dafür sind einerseits die niedrigeren Erträge eines Anbaus ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und mineralische Dünger verantwortlich. Ins Gewicht fällt aber besonders der Verzicht auf Zuckerrüben (vgl. Kasten).

Auch bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln ist die Schweiz auf einen funktionierenden Handel angewiesen. Dies gilt unabhängig vom gewählten Produktionssystem. TOP verringert die Versorgungssicherheit bei pflanzlichen Nahrungsmitteln kaum, sondern trägt durch eine grössere Vielfalt an pflanzlichen Nahrungsmitteln sogar zu mehr Versorgungssicherheit bei.

Trotz Bevölkerungswachstum und Rückgang der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen und trotz veränderten Ernährungsgewohnheiten als Folge des zunehmenden Wohlstands blieb der hypothetische Selbstversorgungsgrad der Schweiz im 20. Jahrhundert praktisch unverändert. Das zugrunde liegende Wachstum der inländischen Nahrungsmittelproduktion war dank eindrucklicher Ertragssteigerungen möglich und kann zweifellos als Erfolg der Schweizer Landwirtschaft gewertet werden. Die Kosten dieser Intensivierung gehen allerdings zu Lasten der Umwelt und der Tiere.

XI Die globale Vision ist, Nahrungsmittel dort zu produzieren, wo die Ressourcen sind

Nicht nur aus versorgungspolitischer, sondern auch aus ökologischer Sicht stellt sich die Frage, wo und wie die Nahrungsmittel produziert werden sollen, die die Schweizer Bevölkerung konsumiert. Sollen möglichst viele in der Schweiz produziert werden? Oder sollen sie dort produziert werden, wo die natürlichen Standortbedingungen für die Nahrungsmittelproduktion vergleichsweise günstiger sind? In der vorliegenden Studie wurde dieser Frage nicht nachgegangen, sondern es interessierte «nur» das Potential des Standortes Schweiz für eine ökologische und tiergerechte Produktion.

Mit welchen Nahrungsmitteln der Kalorienbedarf der Schweizer Bevölkerung gedeckt werden soll, wenn gleichzeitig die Umweltbelastungen minimiert werden sollen, beschäftigt sich jedoch die an der Agroscope durchgeführte Studie «Umwelt- und ressourcenschonende Ernährung: Detaillierte Analyse für die Schweiz» von Zimmermann, Nemecek & Waldvogel (2017) im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft. Während die vorliegende Studie vom **Produktionspotential** des Standorts Schweiz ausgeht, wählte die Studie von Zimmermann et al. den **Kalorienbedarf** der Bevölkerung der Schweiz als Ausgangspunkt.

Die Fragestellung der BLW Studie hängt dabei direkt mit dem Modell Green DSS-ESSA, das für die Analyse eingesetzt wurde, zusammen. Dieses ist eine Weiterentwicklung des Modellsystems DDSS-ESSA (Distributed Decision System Ernährungs-Sicherungs-Strategie Angabotslenkung), das in den 1970er Jahren für die Schweizerische Ernährungsplanung für Krisenzeiten entwickelt wurde. Die Schweiz hat eine lange Tradition der Ernährungsplanung für Krisenzeiten (vgl. Delegierte für Wirtschaftliche Kriegsvorsorge, 1975, S. 22). Zu Beginn war ein Institut der ETH Zürich für die Ernährungsplanung zuständig, später eines an der Universität Freiburg. Seit Ende 2010 ist die Agroscope ART Täni- kon damit beauftragt.

Das Produktionssystem TOP und das Agroscope-Modell Green weisen neben Unterschieden auch bemerkenswerte Gemeinsamkeiten auf. Zu den Gemeinsamkeiten zählen die Reduktion der Fleischproduktion und der hohe Stellenwert einer Milchproduktion auf Rau-
futterbasis. Gemeinsam ist auch die Absicht, die negativen Umweltwirkungen der Nahrungsmittelproduktion zu vermindern. Zu den Unterschieden gehört, dass das Agroscope-Modell Green auf eine Erhöhung der Kalorienproduktion und der (hypothetischen) Selbstversorgung abzielt und deshalb die kalorienreichen Kulturen Zucker, Raps und Kartoffeln ausbaut. Unterschiede gibt es jedoch besonders beim Umgang mit den Tieren: Im Produktionssystem TOP hat der Tierschutz Vorrang vor der Kosteneffizienz einer bodenunabhängigen industriellen Tierhaltung.

Möglicherweise betrifft der entscheidende Unterschied die unterschiedlichen Wertvorstellungen und Weltbilder, die den Studien zugrunde liegen. Die Agroscope-Studie orientiert sich an einer Autarkievision und einer Schweiz, die sich aus ökologischen und sicherheitspolitischen Gründen möglichst selber ernährt. Die vorliegende Studie orientiert sich an einer globalen ökologischen und ethologischen Vision, in der die mögliche Produktion durch den jeweiligen konkreten Standort bestimmt wird (vgl. Kasten «Umweltbelastung durch die Nahrungsmittelproduktion im Vergleich»).

Umweltbelastung durch die Nahrungsmittelproduktion im Vergleich

Die Schweiz verfügt über eine ausgebaute Umweltschutzgesetzgebung. Die Agrarpolitik wurde seit der grundsätzlichen Reform der Agrarpolitik Anfang 1990er Jahre «ökologisiert», indem die Direktzahlungen an die Landwirtschaft zunehmend an ökologische Vorschriften gebunden wurden (Ökologischer Leistungsnachweis ÖLN). Inwiefern die Nahrungsmittelproduktion in der Schweiz die Umwelt generell weniger belastet als in anderen Ländern, ist allerdings – in Abweichung zur verbreiteten «Our country is best»-Überzeugung (Lazzarini, Visschers, & Siegrist, 2017)³⁴ – weniger eindeutig.

Das Ergebnis eines früheren Vergleichs von Agrarumweltschriften war, dass die Schweiz in keinem untersuchten Bereich die strengsten Vorschriften aufwies (Steinmann, 2008). Eine ausführliche Studie mit dem Ziel, den Umwelt- und Tierschutz in der Schweizer Landwirtschaft im Vergleich zu ausgewählten Ländern Europas einzuordnen, unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs, machte v.a. die Grenzen der Vergleichbarkeit sichtbar (Baur & Nitsch, 2013). Einerseits aufgrund von ungenügenden vergleichbaren Daten, andererseits aufgrund sehr unterschiedlicher Vollzugskulturen. Eine Besonderheit der Schweiz mit ihren 26 Kantonen ist das komplexe föderalistische Vollzugssystem, verbunden mit einer zentralen Rolle privater Akteure im Vollzug, d.h. privatrechtliche Kontrollstellen und Landwirte, die als Teilzeitkontrolleure arbeiten. Mit den verfügbaren Daten konnte nicht belegt werden, dass die Schweizer Landwirtschaft die Umwelt weniger belastet.

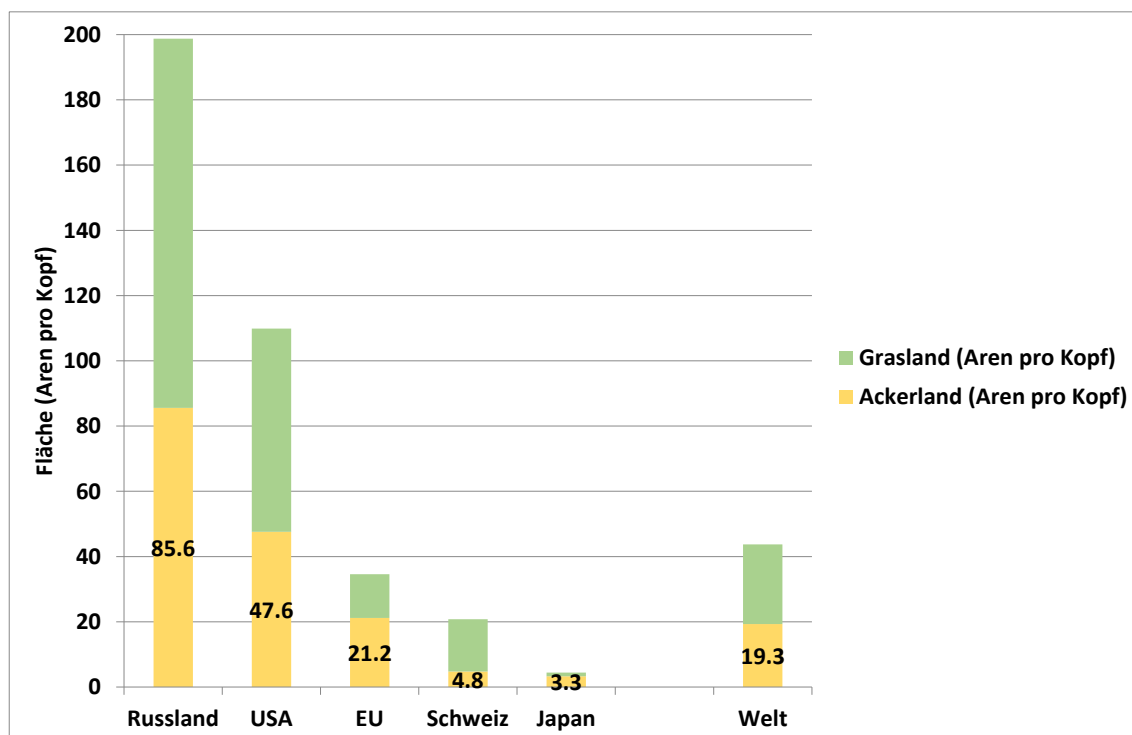
Auch die Ökobilanzierung von Schweizer Landwirtschaftsprodukten im Vergleich zum Import ergab kein einheitliches Bild (Bystricky, Alig, Nemecek, & Gaillard, 2015). Die Autoren leiten aus den Ergebnissen ab, «dass die alleinige Einhaltung der Vorgaben des Ökologischen Leistungsnachweises noch keine Gewähr ist für eine ökologisch günstigere Produktion verglichen mit Importländern.» (Bystricky et al. 2015, S. 265).

³⁴ Lazzarini et al. (2017) kommen in ihrer Arbeit zur Wahrnehmung von Nachhaltigkeit von Nahrungsmitteln zum Schluss, dass die KonsumentInnen der einfachen Regel «our country is best» folgen und generell Nahrungsmittel aus Schweizer Produktion für nachhaltiger halten.

Selbst beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) lässt sich keine Vorrangstellung der Schweiz belegen. In einer Untersuchung zum PSM-Einsatz zeigten sich zudem grosse Unterschiede zwischen den Kulturen und zwischen Schlägen der gleichen Kultur, was gemäss der Autoren ein Hinweis dafür ist, dass der PSM-Einsatz reduziert werden könnte (de Baan, Spycher, & Daniel, 2015).

Die natürlichen Standortbedingungen in der Schweiz schränken die Produktion von Nahrungsmitteln ein. Zu den klimatischen und topographischen Restriktionen kommt die ausgeprägte absolute Knappheit an fruchtbaren Ackerböden hinzu. Deshalb ist jede Steigerung der Nahrungsmittelproduktion in der Schweiz mit einer Intensivierung verbunden, besonders bei den tierischen Nahrungsmitteln. In der Schweiz stehen pro Kopf im Durchschnitt knapp 5 Aren fruchtbares Ackerland zur Verfügung (Abbildung 22). In der EU sind es pro Kopf vier mal so viel, in den USA 10 mal und in Russland 18 mal.

Abbildung 22 Ackerland und Grasland pro Kopf ausgewählter Länder



Quelle: eigene Darstellung auf Basis FAO (FAOSTAT, 2018).

Erläuterungen: Das verfügbare Ackerland pro Kopf basiert auf Agrarstatistiken der jeweiligen Länder. Die Zahlen zum verfügbaren Grasland stammen von global ausgewerteten Satellitendaten. Für die CH beinhalten die Satelliten Graslanddaten auch die alpwirtschaftlich genutzten Flächen; sie stimmen dabei mit der Agrarstatistik überein. Dies gilt beispielsweise nicht für die USA: In den USA weisen die Satellitendaten aus unbekanntem Gründen viel weniger Grasland aus als die Agrarstatistiken.

Wenn die Schweiz die Produktion tierischer Nahrungsmittel in nennenswertem Umfang über das Niveau des Produktionssystems TOP hinaus erhöhen will, so ist sie auf Futtermittelimporte angewiesen. Mit den wachsenden Tierbeständen nehmen gleichzeitig die Hofdünger und damit auch die Treibhausgasemissionen, die Stickstoff- und Phosphorüberschüsse zu.

Aus einer ökologischen Perspektive stellt sich die Frage, ob es nicht sinnvoller ist, die Nahrungsmittel dort zu produzieren, wo die Ressourcen sind, und wo die anfallenden Hofdünger auch wieder dem Stoffkreislauf zugeführt werden können. Es dürfte ökologisch effizienter sein, tierische Nahrungsmittel zu importieren, als sie in der Schweiz mit importierten Futtermitteln zu produzieren und die anfallenden Hofdünger dann wieder zu exportieren. Das Ziel kann allerdings nicht sein, mehr Fleisch zu importieren als heute. Die Lösung ist, den Fleischkonsum auf ein umweltverträgliches Niveau zurückzuführen.

XII Der gute Ruf der Tierhaltung in der Schweiz erhöht die Nachfrage nach Fleisch aus Schweizer Produktion

Die Schweizer Tierhaltung hat in der Bevölkerung einen sehr guten Ruf. Dieser hängt einerseits damit zusammen, dass die Tierschutzgesetzgebung zu den weltweit strengsten zählt. Andererseits ist davon auszugehen, dass auch bei tierischen Nahrungsmitteln eine «Our own country is best»-Überzeugung vorliegt. Doch wie artgerecht ist die Schweizer Tierhaltung tatsächlich? Und wie wirkt sich der gute Ruf auf die Nachfrage nach Fleisch aus inländischer Produktion aus?

Viele KonsumentInnen gehen irrtümlicherweise davon aus, dass die Vorschriften privatrechtlicher Labels Schweizer Standard seien, d.h. dass alle Tiere Auslauf, Stroh zum Liegen und viel Platz hätten. Die Realität der Tierhaltung unterscheidet sich jedoch von den Werbebildern. Beispielsweise hat die überwiegende Mehrheit der Tiere in der Schweiz keinen Auslauf auf eine Weide. Grundsätzlich gilt, dass das Tierschutzgesetz (TSchG) nicht festlegt, was tiergerecht ist, sondern was dem Tier noch zugemutet werden kann. Es definiert die rechtliche Grenze zur Tierquälerei. Die Tierschutzvorschriften sind gemessen an den Zielen (Art. 3 TSchG) Kompromisse zu Gunsten der Tierhalter.³⁵ Besonders in der bodenunabhängigen industriellen Tierhaltung von Mastkükern und Mastschweinen überwiegen tendenziell die Gemeinsamkeiten zwischen den Ländern:

- Beispiel Mastkükern: Die Gemeinsamkeiten betreffen die Tierzucht (Verwendung von Masthybriden), die Haltung von Tausenden von Tieren auf wenig Raum, die Mast in wenigen Tagen bzw. das Schlachten der Tierkükern im Alter von 30-40 Tagen und die Erfassung der Tiere in Kilogramm. Die Unterschiede betreffen beispielsweise die Höchstbestände und das Platzangebot (Frei, 2017a): In der Schweiz dürfen 18'000 bis 27'000 Tiere gehalten werden, in der EU gibt es keine Höchstbestände. In der Schweiz dürfen max. 30 kg/m² gehalten werden, in Deutschland 39 kg/m² und in der EU 42 kg/m².
- Beispiel Schweine: Die Gemeinsamkeiten betreffen die Haltung von Hunderten von Tieren auf wenig Raum; dazu gehört auch, dass die Tiere nie auf einer Weide sind. Die Unterschiede betreffen beispielsweise das konkrete Platzangebot (Frei, 2017b): In der Schweiz haben Schweine mit einem Gewicht von 25-60 kg Anrecht auf mindestens 0.60 m², mit einem Gewicht von 60-85 kg auf mindestens 0.75 m², mit 85-110 kg auf 0.90 m² und mit über 110 kg auf 1.65 m². In Deutschland (EU) haben Schweine mit einem Gewicht von 30-50 kg Anrecht auf mindestens 0.50 m² (0.40

³⁵ Quellen:

- Interview mit Tierschutzexperte des Bundes (Mitarbeiter des früheren Bundesamtes für Veterinärwesen) am 21.7.2011 (Baur und Nitsch, 2013).
- Hansuli Huber, Direktor des Schweizer Tierschutzes spricht von «largen» gesetzlichen Vorschriften (Huber, 2016, S. 25f).

m²), mit einem Gewicht von 50-85 kg auf mindestens 0.75 m² (0.55 m²), mit 85-110 kg auf 0.75 m² (0.65) und mit über 110 kg auf 1.00 m² (1.00 m²).

Die positiven Vorstellungen in der Bevölkerung werden nicht zuletzt durch die staatliche Politik und die (staatlich subventionierten) Werbekampagnen der Fleischbranche bestätigt: Der Bund suggeriert durch beschönigende Begriffe wie «Tierwohl»-Beiträge, «besonders tierfreundliche Stallhaltung» (BTS), «regelmässige Auslaufhaltung» (RAUS), dass die Tierhaltung in der Schweiz tierfreundlich ist.

Die Fleischbranche doppelt mit manipulativen Zahlen und Bildern nach. Ein besonders eindrückliches Beispiel ist, dass Proviande in der jüngsten Werbekampagne schreibt: «75 Prozent unserer Nutztiere profitieren von RAUS» und dazu ein Bild einer Kuh auf der Weide bringt. Fakt ist, dass es nicht 75 Prozent der Tiere, sondern 75 Prozent der Grossvieheinheiten³⁶ (und zwar nur in direktzahlungsberechtigten Betrieben) sind und dass RAUS nicht Weide bedeutet, sondern «Aussenklimabereich» (AKB). Beispielsweise bei Mastküken sind im «Tierwohl»-Programm «besonders tierfreundliche Stallhaltung» 13,4 m² AKB pro 1'000 Tiere vorgeschrieben. Damit teilen sich – theoretisch – 75 Mastküken einen Quadratmeter AKB, wobei der Zugang zum AKB an den ersten 21 Lebenstagen – bei einer Mindestmastdauer von 30 Tagen – fakultativ ist (Anhang 6 Direktzahlungsverordnung; Schweizerischer Bundesrat, 2013).

Fazit: Die Tiere in der Schweiz werden mehrheitlich nicht artgerecht gehalten. Hinzu kommt, dass besonders bei der bodenunabhängigen Kükenmast die Unterschiede zwischen der Schweiz und anderen Ländern weniger ins Gewicht fallen als die Gemeinsamkeiten. D.h. die Bevorzugung von Schweizer Poulets lässt sich mit Tierschutzargumenten nicht überzeugend begründen.

Der gute Ruf der Schweizer Tierhaltung erhöht jedoch die Nachfrage nach Schweizer Fleisch, weil das Fleisch mit «gutem Gewissen» gegessen werden kann. Die höhere Nachfrage führt zu einer höheren Fleischproduktion, und in der Folge werden mehr Tiere in Haltungssystemen gehalten, deren Tiergerechtigkeit fragwürdig ist. Insgesamt geht das «Tierleid» trotz einer Tierschutzgesetzgebung, die im Vergleich zu anderen Ländern strenger ist, wenig oder gar nicht zurück, sondern nimmt im Extremfall sogar zu. Feststellen lässt sich eine Art Rebound-Effekt³⁷, ausgelöst durch psychologische Entlastungseffekte.

XIII Sozioökonomische Folgen sind verkraftbar

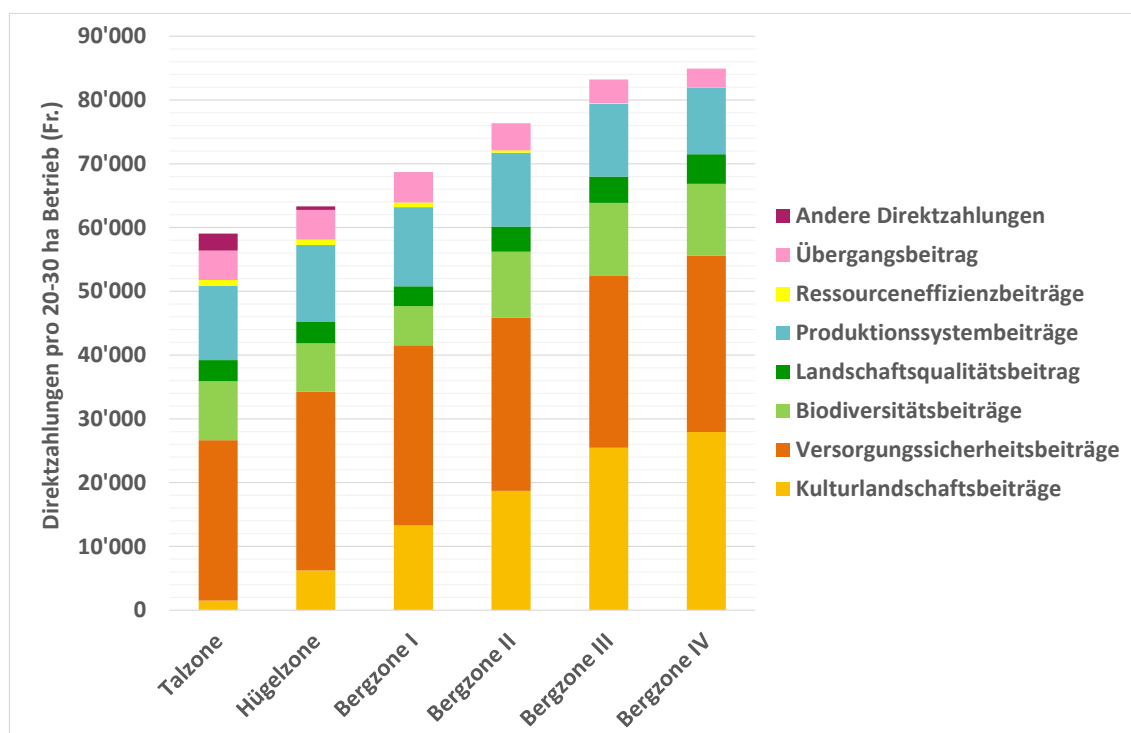
Die wirtschaftlichen Folgen des Produktionssystems TOP wurden nicht modelliert. Dennoch sollen ein paar Überlegungen dazu angestellt werden. Die heutige Spezialisierung der Schweizer Landwirtschaft auf die Tierproduktion bringt es mit sich, dass die wirtschaftlichen Folgen einer Verringerung der Produktion tierischer Nahrungsmittel für den ganzen Sektor bedeutsam wären. Sie würden allerdings besonders die vor- und nachgelagerten Branchen treffen: Denn bei einem Rückgang der Tierproduktion würde die Landwirtschaft sehr viel weniger Produktionsmittel (Futtermittel, Dünger, chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, Antibiotika u.a.) benötigen, und die milch- und fleischverarbeitenden Betriebe könnten weniger inländische Produkte verarbeiten.

³⁶ Zu den Grossvieheinheiten vgl. Erläuterungen zu Abbildung 11.

³⁷ Zum Rebound-Effekt allgemein vgl. Berkhout, Muskens, & W. Velthuisen (2000). Zu psychologischen Rebound-Effekten vgl. den Sozialpsychologen Heinz Gutscher (Stadler, 2014). Zu einem überkompensierenden Rebound-Effekt («Backfire-Effekt») vgl. Nyhan & Reifler (2010).

Während die vor- und nachgelagerten Branchen wenig politische Unterstützung erwarten können, gehen wir davon aus, dass die Landwirtschaft weiterhin mit einem Sympathiebonus rechnen kann und dass der politische Wille, die Landwirtschaft zu unterstützen, auch in Zukunft gesichert ist. Heute erhalten die ca. 50'000 Schweizer Landwirtschaftsbetriebe jährliche Direktzahlungen im Umfang von 2,8 Milliarden (Total) bzw. von 60'000 Fr. (im Durchschnitt pro direktzahlungsberechtigter Betrieb).³⁸ Die einzelbetrieblichen Direktzahlungen hängen von der Lage (z.B. Berggebiet), der Flächenausstattung und der betrieblichen Ausrichtung (z.B. Biolandbau) ab. In der Betriebsgrössenklasse 20-30 ha erhält ein Betrieb im Durchschnitt zwischen 59'000 Fr. (Talzone) und 84'900 Fr. (Bergzone IV) Direktzahlungen (Abbildung 23).

Abbildung 23 Durchschnittliche Direktzahlungen pro Schweizer Landwirtschaftsbetrieb in der Grössenklasse 20-30 ha (2016)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis Agrarbericht 2017 (Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2017a)

Erläuterungen: Zu den sogenannten Produktionssystembeiträgen zählen Beiträge für den Biologischen Landbau (45 Mio. Fr.), für die extensive Produktion von Getreide und Raps (34 Mio. Fr.) und für die graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion (109 Mio. Fr.); alle Zahlen betreffen das Jahr 2016.

Die Direktzahlungen bedeuten Einkommenssicherheit und eine substantielle Unabhängigkeit von den Marktentwicklungen. Diese grundsätzliche Einkommensstützung und -sicherheit bliebe in TOP unverändert.

Hinzu kommt, dass sich die Schweizer Landwirtschaft mit der Umstellung auf TOP auf ihre traditionellen Stärken besinnt: die Produktion von Milch und von Rindfleisch aus Wiesenfutter. Charakteristische Eigenschaften des TOP Produktionssystems wie langlebige Kühe,

³⁸ Alle Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2016 und stammen aus dem Agrarbericht 2017 (Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2017a) bzw. wurden vom Agrarbericht Downloadcenter heruntergeladen. (<https://www.agrarbericht.ch/de/service/dokumentation/download-center>).

Weidehaltung und Verzicht auf Krafffutter wirken sich auf die Wirtschaftlichkeit zudem positiv aus.³⁹

Ein weiterer spezieller Grund, weshalb die wirtschaftlichen Folgen für die Landwirtschaft für verkraftbar gehalten werden, ist, dass die stärksten Veränderungen die Schweine- und Kükenmast betreffen (Tabelle 7).

Tabelle 7 Schweizer Landwirtschaftsbetriebe mit Schweinen oder Mastküken (2015)

Landwirtschaftsbetriebe	Anzahl	Anteil an allen Betrieben	Bemerkungen
Alle Landwirtschaftsbetriebe	53'232	100.00%	
Betriebe mit Schweinehaltung	6'865	12.90%	
- davon mit mehr als 500 Schweinen	839	1.58%	Die 839 Betriebe halten 57% des gesamten Schweinebestandes.
- davon mit 200-499 Schweinen	1'373	2.58%	Die 1'373 Betriebe halten 33% des gesamten Schweinebestandes.
Betriebe mit Mastküken	897	1.69%	
- davon mit mehr als 5'000 Mastküken	517	0.97%	Die 517 Betriebe halten 82.40% des Mastkükenbestandes.

Quelle: SBV, agristat, 2015 (S. 11, 63, 68)

Im Jahr 2015 hielten zwar 13 Prozent aller Schweizer Landwirtschaftsbetriebe Schweine, jedoch nur 4 Prozent Bestände mit mehreren Hundert Tieren. Auf diesen 2'212 Betrieben lebten 90 Prozent aller Schweine. Noch stärker konzentriert ist die Haltung von Mastküken: Nur ein Prozent aller Schweizer Landwirtschaftsbetriebe hielt im Jahr 2015 Bestände mit mehr als 5'000 Mastküken. Auf diesen 517 Betrieben lebten jedoch 82 Prozent aller Mastküken. Insgesamt wäre nur ein sehr kleiner Teil der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe wirtschaftlich von einer Aufgabe der Massentierhaltung betroffen.

XIV Selbst mit einer ökologischen und tiergerechten Produktion können im Jahr 2050 pro Kopf erhebliche Mengen Nahrungsmittel produziert werden

Mit dem Modell wurde zusätzlich berechnet, wie das verfügbare Angebot tierischer und pflanzlicher Nahrungsmittel aus inländischer Produktion im Jahr 2050 aussehen könnte. Die Veränderungen bis 2050 betreffen den Flächenrückgang, die Bevölkerungszunahme und die erwarteten Ertragssteigerungen im Pflanzenbau. Konkret wurden folgende Annahmen getroffen:

³⁹ Zur Wirtschaftlichkeit vgl. verschiedene Studien und Quellen:

- Die Analyse ausgewählter Massnahmen auf die Nachhaltigkeit in der Schweizer Milchproduktion ergibt zusammenfassend, dass sich eine längere Lebensdauer der Milchkühe, eine niedrigere Krafffutterintensität und ein hoher Wiesenfutteranteil positiv auf das wirtschaftliche Ergebnis auswirken (Haupt, Hofer, Roesch, Gazzarin, & Nemecek, 2018).
- Im Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain schnitten Betriebe, die Milch in Weidesystemen produzieren, bzgl. Einkommen pro Betrieb und Einkommen pro Arbeitskraft besser ab als Betriebe mit Stallhaltungssystemen, die auf hohe Milchleistungen auf Krafffutterbasis setzen (Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain: Stallhaltung versus Weidehaltung, Teil I und Teil II; Kontakt: Reidy, o. J.).
- Auswertungen von Buchhaltungen von Schweizer Verkehrsmilchbetrieben zeigten, dass Betriebsgrösse und biologischer Landbau sich positiv auf den finanziellen Erfolg auswirken, der Einsatz von Krafffutter hingegen negativ (Lips, 2017).

- Als Folge der Ausdehnung der Siedlungsgebiete und der Reservierung von Biodiversitätsvorranggebiete stehen im Jahr 2050 weniger Flächen für die Produktion von Nahrungsmitteln zur Verfügung: Das Ackerland geht um 9 Prozent zurück und die Naturwiesen und Weiden um 6 Prozent.
- Die Bevölkerung der Schweiz nimmt um 28 Prozent auf 10,5 Millionen EinwohnerInnen zu.
- Die Hektarerträge im Bio-Ackerbau bleiben im pessimistischen Fall etwa gleich wie heute, im mittleren Fall nehmen sie in der Grössenordnung von 25 bis 30 Prozent und im optimistischen Fall von 50 bis 58 Prozent zu (Tabelle 8).
- Die Milch-, Eier- und Fleischleistungen bei den Tieren bleiben unverändert, da angenommen wird, dass eine Leistungssteigerung mit dem Tierschutz unvereinbar ist.

Tabelle 8 Ertragserwartungen Ackerkulturen 2015 bis 2050: Veränderungen der prozentualen Hektarerträge

Erträge	Ungünstige Entwicklung «worst case»	Mittlere Entwicklung	Günstige Entwicklung «best case»
Durchschnittliche Veränderung	-0.66%	30.21%	57.77%
Median Veränderung	0.00%	25.00%	50.00%

Quelle: Modellannahmen (Tabelle 12, Tabelle 13 und Tabelle 14 im Tabellenteil)

Trotz weniger Fläche und mehr Menschen werden im Jahr 2050 mit dem Produktionssystem TOP pflanzliche und tierische Nahrungsmittel mit einem Energiewert zwischen 1'000 und 1'300 kcal pro Kopf und Tag produziert. Wenn wir annehmen, dass ein Viertel der Nahrungsmittelabfälle («Food waste»)⁴⁰ nicht vermeidbar ist, so könnten im Jahr 2050 mit einer ökologischen und tiergerechten Produktion weiterhin 34 bis 44 Prozent des durchschnittlichen Energiekonsums von 2'233 kcal pro Kopf (BLV, 2017) gedeckt werden.

⁴⁰ Beretta et al. (2013) gehen von «unavoidable losses» von 21 Prozent aus.

12. Ausblick

Trotz hoher ökologischer und ethologischer Anforderungen kann mit dem modellierten Produktionssystem TOP eine beeindruckende Menge an Nahrungsmitteln produziert werden. In TOP sind die Schweizer Bauern nicht Landschaftsgärtner. Ihre hauptsächliche Aufgabe ist es, wertvolle Nahrungsmittel zu produzieren, für die es eine Nachfrage gibt. Besonders Milch ragt im «Grasland» Schweiz, das diesen Namen nun zu Recht trägt, heraus. Konservativ sind die TOP Modellannahmen, was die zukünftige Vielfalt pflanzlicher Nahrungsmittel betrifft. Das Potential für den Anbau pflanzlicher Nahrungsmittel in der Schweiz ist mit Sicherheit grösser als modelliert.

Zurückhaltend ist TOP weiter bei den Annahmen zu den Erntemengen. Das anbautechnische und das züchterische Potential des ökologischen Pflanzenbaus dürfen jedoch nicht unterschätzt werden. Der hohe ethische Anspruch heisst zudem nicht, dass technologische Entwicklungen nicht genutzt werden, im Gegenteil. Vordringlich ist bei tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln die Zucht robuster Tierrassen und robuster Pflanzensorten.

In Zukunft werden neue Akteure, Geschäftsmodelle und Unternehmensformen die Nahrungsmittelbranchen bereichern. Die Vielfalt der Produktion, Verarbeitung und des Konsums besonders von pflanzlichen Nahrungsmitteln wird in allen Bereichen zunehmen. Vorausgesetzt, die ökonomisch-politischen Rahmenbedingungen erlauben diese neue Dynamik. Mit Wohlstand und Bildung wächst die Bereitschaft vieler Menschen, mehr Verantwortung zu übernehmen, auch für die eigene Ernährung. Urbane Lebensformen halten wir für wichtige Treiber einer ökologisch- und tierversantwortlichen Ernährung.

Ökologisch und tiergerecht produzierte Milch und Rindfleisch sind ihren Preis wert

Besonders hoch ist das Potential des Standortes Schweiz für eine ökologische und tiergerechte Milchproduktion. Obwohl die Kälber in den ersten Lebensmonaten bei ihren Müttern trinken, liefern die TOP-Milchkühe für die menschliche Ernährung pro Kopf und Tag immer noch rund 8 dl Milch bzw. rund 500 kcal. Da mengenmässige Leistungssteigerungen zum Schutz der Tiere praktisch ausgeschlossen sind, ist das Milchangebot nach oben begrenzt. Dieses Angebot ragt jedoch im internationalen Vergleich aufgrund seiner Prozess- (ökologisch und tiergerecht) und Produktqualität (z.B. Omega-3-Fettsäuren; (Schildknecht, 2017)) heraus. TOP-Milch ist kein Massenprodukt, sondern ein hochwertiges Nahrungsmittel, das seinen Preis wert ist. Die Begrenzung der Menge fördert ihren Wert zusätzlich.

Nicht nur Milch, auch TOP-Rindfleisch wird vollständig mit Futter von Wiesen und Weiden produziert. Und auch das Rindfleischangebot ist durch die strengen ökologischen und Tierschutzvorgaben begrenzt, was seinen Wert zusätzlich steigert. Die Preise für Milch und Fleisch sind nicht wie heute hauptsächlich das Ergebnis des Agrarschutzes, sondern entwickeln sich aus der Zahlungsbereitschaft einer sensibilisierten Kundschaft für die wertvollen und knappen Nahrungsmittel Milch und Rindfleisch.

Pflanzliche Vielfalt hat Zukunft: von smart bis biovegan

Nicht zu unterschätzen ist das Potential des Standortes Schweiz, eine grosse Vielfalt pflanzlicher Nahrungsmittel zu produzieren. Obwohl im Produktionssystem TOP, selbst bei Verzicht auf kalorienreichen Zucker, mit über 600 kcal pro Kopf und Tag bereits eine eindruckliche Menge pflanzlicher Nahrungsmittel produziert wird, ist dies – im Unterschied zu den tierischen Nahrungsmitteln – erst der Anfang. Denn die Modellannahmen für eine ökologische und tiergerechte Landwirtschaft sind konservativ, was das Innovations-Potential des Pflanzenbaus angeht.

Die Festlegung des Produktionssystems TOP orientierte sich an den heute verbreiteten Kulturen. Der Pflanzenbau in der Schweiz konzentriert sich ebenso wie der globale Anbau auf wenige ertragreiche Arten und Sorten. Damit wird heute jedoch nur ein winziger Ausschnitt vom bestehenden Reichtum essbarer Pflanzen kultiviert und gezüchtet. In der vorliegenden Studie wurde diese regionale und globale Vielfalt nicht annähernd abgebildet. Sie wurde lediglich beispielhaft dargestellt anhand ausgewählter «wieder» und «neu» entdeckter Kulturen wie Buchweizen und Linsen, Quinoa und Lupinen.

Ebenso vielfältig wie die Kulturen werden sich unterschiedliche Anbautechniken entwickeln. Die zukünftige «normale» Landwirtschaft, die auf grossen Flächen pflanzliche Nahrungsmittel anbaut, wird eine ressourceneffiziente und umweltschonende Präzisionslandwirtschaft (smart farming) sein. Dies wird auch den (Schweizer) Biolandbau verändern, es werden sich neue Formen ökologischer Landwirtschaft entwickeln. Darüber hinaus wird sich, in Koevolution mit neuen Unternehmensformen (beispielsweise urbanen Produktions-Konsum-Gemeinschaften), eine Vielfalt innovativer Produktionssysteme entwickeln. Stichworte müssen an dieser Stelle genügen. Die Rede ist beispielsweise von vertikaler und urbaner Nahrungsmittelproduktion, von Permakultur und veganen Produktionsformen.

Die wirtschaftlichen Folgen einer Umstellung des Pflanzenbaus auf TOP hängen davon ab, welche Zahlungsbereitschaft die KonsumentInnen für ökologisch nachhaltige Produkte aus Schweizer Anbau haben. Da der inländische Pflanzenbau nur einen Teil des Gesamtkonsums decken kann, dürfte es realistisch sein, dass auch im Pflanzenbau ökologisch nachhaltige Schweizer Produkte im Vergleich zu Importprodukten höhere Preise erzielen können. Empirische Untersuchungen bestätigen regelmässig die Präferenz der KonsumentInnen für regionale und Schweizer Produkte.⁴¹

Die KonsumentInnen von morgen leben urban und essen flexitarisch

Die ökologische und tiergerechte Landwirtschaft setzt auf aufgeklärte und verantwortungsbewusste KonsumentInnen. Diese essen – für das eigene Wohlbefinden und im eigenen gesundheitlichen Interesse – deutlich weniger tierische Nahrungsmittel als heute. Damit ist nicht gemeint, dass sie darben und von Kartoffeln, Rüebli und Salat leben. Eine vermehrt pflanzliche Ernährung hat nichts mit Verzicht zu tun. Es geht vielmehr darum, einen wenig bekannten Reichtum zu entdecken und zu kultivieren. Es geht um «das gute Leben» schlechthin, wozu nicht zuletzt auch genussvolles vielfältiges Essen zählt.

Die Mehrheit der KonsumentInnen von morgen sind weder Vegetarierinnen noch Veganer, sondern ernähren sich flexitarisch. Fleisch wird in ihrer Ernährung jedoch nicht mehr dieselbe Bedeutung haben wie heute. Mehrheitlich essen sie vegetarisch. Wenn sie aber Fleisch geniessen, dann bewusst und auch nicht nur das vermeintlich beste Stück. Dass das ganze Tier «from nose to tail» gegessen wird, ist «normaler» Alltag, ebenso Gerichte mit ausschliesslich pflanzlichen Zutaten. Die KonsumentInnen von morgen sind weltoffen und urban.

Gastronomie und Nahrungsmittelindustrie gestalten den Wandel

Die Menschen essen immer häufiger auswärts und kaufen Convenience Gerichte auch für die Verpflegung zuhause. Eine ökologische und tiergerechte Nahrungsmittelproduktion braucht als starke Partnerinnen deshalb die Gastronomie und die Nahrungsmittelindustrie.

⁴¹ Gemäss einer aktuellen Umfrage von Trusted Brands 2018 sind in der Schweiz 62 Prozent der Befragten bereit, für regionale Produkte einen Zuschlag zu bezahlen und bei Bio-Produkten sind es immerhin noch 43 Prozent (Schinker, o. J.).

Diese stehen heute noch mehrheitlich für vergangenheitsorientierten Esskulturen, in deren Zentrum tierische Nahrungsmittel stehen. Gastronomie und Nahrungsmittelindustrie sind heute noch nicht vorbereitet für die Ernährung von morgen. Ihre Rolle ist aber zentral. Es braucht sie dringend, um den Wandel hin zu kreativen pflanzenbasierten Esskulturen zu gestalten. Erfolgreiche Pfadfinder weisen den Weg.

Die Politik setzt die Leitplanken für die Nahrungsmittelproduktion

Die Politik verfolgt bis heute das Ziel, möglichst viele Kalorien in der Schweiz zu produzieren. Dazu schützt sie die Nahrungsmittelproduktion vor Konkurrenz. Ohne diese Politik wäre es unmöglich gewesen, in der Schweiz immer mehr tierische Nahrungsmittel zu produzieren. Würde der Agrarschutz rückgebaut, so gingen auch die Produktion tierischer Nahrungsmittel und die damit verbundenen Umweltbelastungen zurück.

Die gegenwärtige Politik privilegiert die bisherigen Akteure. Womöglich schwerer wiegt, dass sie neue Akteure und Entwicklungen behindert. Sie ist mitverantwortlich für Fehlanreize, die verhindern, dass mit ihrem Beruf unzufriedene und wirtschaftlich wenig erfolgreiche LandwirtInnen aus der Agrarproduktion aussteigen. Noch grösser sind die Hürden für QuereinsteigerInnen. Was von anderen Branchen bekannt ist, dass Inspirationen und Innovationen von den «Rändern» her kommen, ist in der Agrarproduktion stark eingeschränkt. Für die Entwicklung einer ökologischen und tiergerechten Nahrungsmittelproduktion braucht es eine neue Dynamik.

13. Quellen

Literatur und Materialien

- Abele, M., & Imhof, S. (2009). *Univox Landwirtschaft 2009* (S. 21). Zürich: gfs-zürich und BLW.
- Agridea, & FiBL. (2015). *Deckungsbeiträge Ausgabe 2015*.
- Aviforum. (2017a). Expertenankunft.
- Aviforum. (2017b). *Zahlen und Fakten Schweizer Geflügelwirtschaft*. Abgerufen von http://www.aviforum.ch/Portaldata/1/Resources/wissen/statistiken/de/FB_11_17.pdf
- Baur, P. (2006). Die Rückkehr des Waldes im südlichen Alpenraum der Schweiz: Hintergründe eines Landschaftswandels. *Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie*, 2, 3–26.
- Baur, P. (2011). *Sojaimporte Schweiz: Möglichkeiten und Grenzen der Reduktion / Vermeidung von Sojaimporten in die Schweiz. Eine Untersuchung im Auftrag von Greenpeace*. Frick: Agrofutura AG.
- Baur, P. (2013). *Ökologische Nutztierhaltung – Produktionspotential der Schweizer Landwirtschaft*. (Eine Untersuchung im Auftrag von Greenpeace Schweiz). Frick: Agrofutura AG. Abgerufen von http://www.greenpeace.org/switzerland/Global/switzerland/publications/Greenpeace/2013/Oeko_Nutztierhaltung.pdf
- Baur, P., & Nitsch, H. (2013). *Umwelt- und Tierschutz in der Landwirtschaft: Ein Vergleich der Schweiz mit ausgewählten europäischen Ländern unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs* (Studie im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft). Frick: Agrofutura AG. Abgerufen von <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/studien.survey-id-298.html>
- Baur, P., Peter, B., Gellrich, M., & Rutherford, G. (2006). *WaSAp Waldausdehnung im Schweizer Alpenraum. Eine quantitative Analyse naturräumlicher und sozio-ökonomischer Ursachen unter besonderer Berücksichtigung des Agrarstrukturwandels* (NRP 48 Landschaften und Lebensräume der Alpen). Eidg. Forschungsanstalt WSL. Abgerufen von http://www.alpfutur.ch/src/2006_WasAlp_schlussbericht
- Baur, P., & von Rickenbach, F. (2018). *Nutztiere in der Schweiz. Statistische Daten, Schätzungen und Fragen* (NOVANIMAL Faktenblatt No. Nr. 5). Wädenswil: ZHAW. Abgerufen von https://novanimal.ch/wp-content/uploads/2018/10/Faktenblatt_Nutztiere.pdf
- Béguin, J., & Smola, S. (2010). *Stand der Drainagen in der Schweiz. Bilanz der Umfrage 2008*. Bern: Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Fachbereich Meliorationen.
- Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management*, 33(3), 764–773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>
- Berkhout, P. H. G., Muskens, J. C., & W. Velthuijsen, J. (2000). Defining the rebound effect. *Energy Policy*, 28(6), 425–432. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00022-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00022-7)

- biofarm. (2016). *Merkblatt für den Anbau von Rispenhirse im biologischen Landbau*. Abgerufen von <http://www.biofarm.ch/docs/default-source/default-document-library/merkblatt-bio-hirse.pdf?sfvrsn=0>
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). (2015). *Agrarbericht 2015*. Bern.
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). (2016). *Faktenblatt für Ernährungssicherheit*. Nr. 1 Selbstversorgungsgrad.
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). (2017a). *Agrarbericht 2017*. Bern: Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). Abgerufen von <https://agrarbericht.ch/de>
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). (2017b). *Weisungen und Erläuterungen 2017 (Änderung gegenüber 2016). Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft*.
- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV). (2017). *Fachinformation Ernährung Energiezufuhr in der Schweiz 2014/15*.
- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV). (2018). *Nährwertdaten*. Abgerufen von <http://www.naehrwertdaten.ch/request?query=TopCategoryList&xml=MessageData&xml=MetaData&xsl=ListCategories&lan=de&range=0-19>
- Bundesamt für Statistik (BFS). (2017a). *Arealstatistik 2004/09*. Abgerufen 21. März 2018, von <http://www.landuse-stat.admin.ch>
- Bundesamt für Statistik (BFS). (2017b). *Schätzung von Sömmerungsweiden (Extrapolation von Arealstatistik)*.
- Bundesamt für Statistik (BFS). (2017c). *Umweltindikator – Phosphorbilanz*. Abgerufen 27. März 2018, von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/ressourcen/umweltindikatorensystem/emissionen-und-abfaelle/phosphorbilanz.html>
- Bundesamt für Umwelt (BAFU). (2017a). *Faktenblatt Ausgewiesene Gebiete zum Schutz und Förderung der Biodiversität in der Schweiz*.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU). (2017b). *Kenngrossen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990–2015 (S. 77)*. Bern.
- Bundesrat. (2017). *Gesamtschau zur mittelfristigen Weiterentwicklung der Agrarpolitik (S. 85)*. Bern. Abgerufen von <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/50150.pdf>
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. *Tierschutzgesetz (TSchG), Pub. L. No. SR 455, AS 2008 2965 18 (2008)*. Abgerufen von <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20022103/index.html>
- Bystricky, M., Alig, M., Nemecek, T., & Gaillard, G. (2015). *Ökobilanz von Schweizer Landwirtschaftsprodukten im Vergleich zum Import. Agrarforschung Schweiz, 6(6), 264–269*.
- DairyNZ Farmer Information Service. (o. J.). *Lactating Cows*. Abgerufen 28. März 2018, von <https://www.dairynz.co.nz/feed/nutrition/lactating-cows/>
- de Baan, L., Spycher, S., & Daniel, O. (2015). *Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz von 2009 bis 2012. Agrarforschung Schweiz, 6(2), 48–55*.
- Delegierte für Wirtschaftliche Kriegsvorsorge (Hrsg.). (1976). *Ernährungsplanung 1975*. Kriegsernährungsamt.

- Dietl, W., & Lehmann, J. (2006). *Ökologischer Wiesenbau: nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden* (2. Auflage). Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag.
- Eidgenössische Ernährungskommission. (2015). Empfehlungen BLV. Abgerufen 3. Mai 2018, von <http://www.sge-ssn.ch/grundlagen/lebensmittel-und-naehrstoffe/naehrstoffempfehlungen/empfehlungen-blv/>
- Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL). (2005). *Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz* (Schriftenreihe Umwelt (SRU) No. 384) (S. 168). Bern.
- Fairlie, S. (2010). *Meat: a benign extravagance*. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing.
- Federal Office for the Environment (FOEN). (2017). *Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2015. National Inventory Report 2017* (S. 623). Bern.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2006). *Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options*. Abgerufen 13. April 2018, von <http://www.fao.org/3/a-a0701e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics (FAOSTAT). (2018). *Commodity Balances - Livestock and Fish Primary Equivalent*. Abgerufen 20. April 2017, von <http://www.fao.org/faostat/en/#data/BL>
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). (2012). *Hearing Pflanzenbau 2050. Abschätzung des Ertragspotentials des Bio Landbaus im Jahr 2050 unter Berücksichtigung der heute absehbaren biologisch-technischen Entwicklungen*. Unveröffentlichtes Protokoll, P. Baur., Frick.
- Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL). (2017). *Expertenauskunft*.
- Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL). (2018). *Expertenauskunft*.
- Frei, S. (2017a). Schweizer Poulets haben Vorsprung. Serie: Tierschutz im Vergleich - Teil 2/6. *UFA-Revue*, 6, 7–8.
- Frei, S. (2017b). Schweizer Schweine haben Schwein. Serie: Tierschutz im Vergleich - Teil 6/6. *UFA-Revue*, 12, 58–59.
- GfK Switzerland AG. (2016). *Auslandseinkäufe 2015*. Abgerufen von http://www.igdhs.ch/sites/default/files/uploads/d_2016_02_18_externe_charts_gfk_ig_dhs_2015.pdf
- Grandl, F., Amelchanka, S. L., Furger, M., Clauss, M., Zeitz, J. O., Kreuzer, M., & Schwarm, A. (2016). Biological implications of longevity in dairy cows: 2. Changes in methane emissions and efficiency with age. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3472–3485. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10262>
- Grandl, F., Luzi, S. P., Furger, M., Zeitz, J. O., Leiber, F., Ortmann, S., ... Schwarm, A. (2016). Biological implications of longevity in dairy cows: 1. Changes in feed intake, feeding behavior, and digestion with age. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3457–3471. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10261>
- Guntern, J., Lachat, T., Pauli, D., & Fischer, M. (2013). *Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz*. Bern: Forum Biodiversität Schweiz, Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT).

- Haupt, C., Hofer, N., Roesch, A., Gazzarin, C., & Nemecek, T. (2018). Nachhaltigkeit der Schweizer Milchproduktion: Analyse ausgewählter Massnahmen. *Agrarforschung Schweiz*, 9(3), 98–101.
- Hiltbrunner, E., & Körner, C. (2018). *Hotspot Furka. Biologische Vielfalt im Gebirge*. Basel: Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka und Universität Basel.
- Huber, H. (2016). *Tierwohl im Detailhandel 2015/2016*. Basel: Schweizer Tierschutz STS.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. (Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., & Tanabe K., Hrsg.). Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Abgerufen von <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- Jungbluth, N., Nathani, C., Stucki, M., & Leuenberger, M. (2011). *Gesamt-Umweltbelastung durch Konsum und Produktion der Schweiz: Input-Output Analyse verknüpft mit Ökobilanzierung* (Umwelt-Wissen No. 1111) (S. 15). Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU.
- KAGfreiland. (2016). *KAGfreiland-Tierhaltungs-Richtlinien 2017*. St.Gallen: KAGfreiland.
- Kohli, R., Bläuer Herrmann, A., Perrenoud, S., & Babel, J. (2015). *Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz: 2010 - 2045*. (Bundesamt für Statistik (BFS), Hrsg.). Neuchâtel: BFS.
- Lazzarini, G. A., Visschers, V. H. M., & Siegrist, M. (2017). Our own country is best: Factors influencing consumers' sustainability perceptions of plant-based foods. *Food Quality and Preference*, 60, 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.04.008>
- Lichtenhahn, M., & Dierauer, H. (2000). *Merkblatt Buchweizen*. Frick: Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).
- Lips, M. (2017). *Wirtschaftliche Heterogenität auf Stufe Betrieb und Betriebszweig*. (Agroscope Science No. 53). Tänikon.
- Marktgemeinschaft der Naturland Bauern AG, & Terra Naturkost Handels KG. (o. J.). Regionalprojekt Zweinutzungshuhn eicare - FAQ. Abgerufen von http://www.aktion-ei-care.de/fileadmin/eicare/eicare-documents/eicare_FAQ_09.2017_v2.pdf
- Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.-H., ... Niggli, U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>
- Nipkow, F. (2017). Die Politik versagt beim klimaschädlichsten Verkehrsmittel. *Energie & Umwelt*, (4).
- Nyhan, B., & Reifler, J. (2010). When Corrections Fail: The Persistence of Political Misperceptions. *Political Behavior*, 32(2), 303–330. <https://doi.org/10.1007/s11109-010-9112-2>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2001). OECD national soil surface nitrogen balances: explanatory notes. Abgerufen von <http://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/moreinfoontheoecdnitrogenbalancedatabase.htm>

- Pflegel, J. (2017, Juni 21). Quinoa: Gesundes Inka-Getreide mit Schattenseiten. Abgerufen 12. März 2018, von <https://utopia.de/ratgeber/quinoa/>
- Proviande Genossenschaft. (2016). *Der Fleischmarkt im Überblick 2015*. Bern. Abgerufen von <https://www.proviande.ch/de/dienstleistungen-statistik/statistik/publikationen/archiv.html>
- Proviande Genossenschaft. (2017). *Der Fleischmarkt im Überblick 2016*. Bern. Abgerufen von <https://www.proviande.ch/de/dienstleistungen-statistik/statistik/publikationen/archiv.html>
- Reidy, B. (o. J.). Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain: Stallhaltung versus Weidehaltung, Teil I und Teil II. Abgerufen von <http://www.milchprojekt.ch/cms/>
- RGD Rindergesundheitsdienst. (o. J.). Milchkühe, Allgemeines. Abgerufen 12. März 2018, von <http://www.gesunderinder.ch/Milchk%C3%BChe.aspx>
- SBV, Agristat. (2015). Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung.
- Schader, C., Muller, A., Scialabba, N. E.-H., Hecht, J., Isensee, A., Erb, K.-H., ... Niggli, U. (2015). Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *Journal of The Royal Society Interface*, 12(113), 20150891. <https://doi.org/10.1098/rsif.2015.0891>
- Schildknecht, A. (2017, September 20). Weniger Kraftfutter - bessere Milch. *K-Tipp*, (15), 18–19.
- Schinker, J. (o. J.). Worauf Schweizer beim Einkaufen achten - Reader's Digest Deutschland: Verlag Das Beste GmbH. Abgerufen 13. April 2018, von <http://readersdigest-verlag.com/ch/presse/item/trusted-brands-2018-thema3>
- Schweizer Fleisch-Fachverband (SFF). (2017). Positionspapier Einkaufstourismus und Schmuggel beim Fleisch. Abgerufen von https://m.sff.ch/de-wAssets/docs/weitere-medienbeitraege/2017_09_12PositionspapierSFF_EinkaufstourismusFleischschmuggel_D.pdf
- Schweizer Zucker AG. (2016). *Geschäftsbericht 2015/16* (S. 54).
- Schweizerischer Bundesrat. Landwirtschaftliche Begriffsverordnung, LBV, Pub. L. No. SR 910.91 (1998). Abgerufen von <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19983381/201801010000/910.91.pdf>
- Schweizerischer Bundesrat. Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Direktzahlungsverordnung, DZV) vom 23. Oktober 2013 (Stand am 1. Januar 2018), Pub. L. No. SR 910.13 (2013).
- Seitler, E., & Thöni, L. (2017). *Ammoniak- Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2016 Messbericht*. Forschungsstelle für Umweltbeobachtung.
- Simon, I., & Stegemann, J. (2007). *Neue Hähnchenlinien im Fokus*. Landwirtschaftszentrum Haus Düsse der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Abgerufen von https://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/tierhaltung/gefluegel/versuche/masthaehnchen/2007_haehnchenherkuenfte.pdf

- Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E. A., ... Tubiello, F. (2014). Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). In Edenhofer, O., R., Pichs-Madruga, R., Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, ... J.C. Minx (Hrsg.), *Climate change 2014: mitigation of climate change : Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Spengler Neff, A., Schneider, C., & Ivemeyer, S. (2017). *Merkblatt Mutter- und Ammengebundene Kälberaufzucht in der Milchviehhaltung* (4. Auflage). Frick: Merkblatt / FiBL.
- Stadler, L. (2014). Der Mensch handelt nicht rational. Interview mit dem Sozialpsychologen Heinz Gutscher. *WWF Magazin*, 3(2014), 22–24.
- Steinmann, P. (2008). Agrarumweltvorschriften im Vergleich, *15*(2), 82–87.
- SV (Schweiz) AG. (2016). Medienmitteilung - Fleisch aus artgerechter Tierhaltung: SV Schweiz übernimmt Vorreiterrolle in der Gastronomie. Abgerufen 15. März 2018, von <http://www.sv-group.ch/de/ueberuns/aktuell/medien/page/2016/fleisch-aus-artgerechter-tierhaltung/>
- Swiss granum. (2017a). Expertenankunft.
- Swiss granum. (2017b). Übernahmebedingungen Ölsaaten Ernte 2017.
- Tamm, L., Speiser, B., & Niggli, U. (2018). Reduktion von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz: Beitrag des Biolandbaus. *Agrarforschung Schweiz*, 9(2), 52–59.
- TSM Treuhand GmbH. (2017). Expertenankunft.
- Tukker, A., & Jansen, B. (2006). Environmental Impacts of Products: A Detailed Review of Studies. *Journal of Industrial Ecology*, 10(3), 159–182. <https://doi.org/10.1162/jiec.2006.10.3.159>
- UNEP. (2010). Convention on Biological Diversity, Aichi Target 11. Abgerufen von <https://www.cbd.int/sp/targets/rationale/target-11/>
- United States Department of Agriculture (USDA). (2018). National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. Abgerufen von <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4814?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=lupines&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing>
- Universität St. Gallen. (2007). *Was erwartet die schweizerische Bevölkerung von der Landwirtschaft?* (Ein Auftragsprojekt zuhanden des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW)) (S. 76). St.Gallen: Forschungsstelle für Business Metrics (FBM-HSG).
- Urselmans, S., & Damme, K. (2014). Das Zweinutzungshuhn - Hintergründe, Fakten und aktueller Stand der Dinge. In K. Wiesinger & S. Obermaier (Hrsg.), *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern* (Bd. Ökolandbautag 2014, Tagungsband, S. 91–95).
- Wood, S. W., & Cowie, A. (2004). A review of greenhouse gas emission factors for fertiliser production. *IEA Bioenergy*, (Task 38), 20.
- Woolf, D., Amonette, J. E., Street-Perrott, F. A., Lehmann, J., & Joseph, S. (2010). Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications*. Abgerufen von <https://www.nature.com/articles/ncomms1053>

WWF. (2010). *Strahlenwirksamkeit von Flugemissionen. Wie die Emissionen des Flugverkehrs auf den Treibhauseffekt wirken.* (Factsheet). Abgerufen von <https://www.wwf.ch/sites/default/files/doc-2017-09/2010-01-Factsheet-Strahlenwirksamkeit-Flugemissionen.pdf>

Zaslowski, V. (2017). Zerpickte Landschaft. *Neue Zürcher Zeitung*. Abgerufen von <https://zeitungsarchiv.nzz.ch/neue-zuercher-zeitung-vom-10-07-2017-seite-10.html>

Zimmermann, A., Nemecek, T., & Waldvogel, T. (2017). Umwelt- und ressourcenschonende Ernährung: Detaillierte Analyse für die Schweiz, 50, 170.

ExpertInnen

Agroscope: Stoll Peter, Fütterung, 2017

Agroscope: Leifeld Jens, Klima und Landwirtschaft, 2018

Aviforum: Zweifel Ruedi, Geflügelhaltung/-mast, 2017

Bundesamt für Landwirtschaft: Ingold Walter, Importe Eiweissfuttermittel, 2018

FiBL: Ammer Stefanie, Geflügelhaltung, 2017

FiBL: Dierauer Hansueli, Ackerbau, 2017

FiBL: Frick Rebekka, 2017/18

FiBL: Früh Barbara, Schweinproduktion, 2017/2018

FiBL: Moakes Simon, Futterbau, 2017

FiBL: Müller Adrian, Treibhausgasemissionen, Stickstoffüberschüsse, 2018

FiBL: Notz Christoph, Milchviehhaltung, 2017

Forum Biodiversität: Pauli Daniela, Schutzgebiete, 2018

Metzger treuhand: Schnider Daniel, 2018

Swissgranum: Scheuner Stephan, Getreideexperte, 2017

TSM: Streit Peter, Milchverwertung, 2017

14. Anhang: Berechnung Treibhausgase und Stickstoffbilanz

Grundlage für die Berechnung der Treibhausgasemissionen (THG) und der Stickstoffbilanz ist das sogenannte SOL-Modell (Muller u. a., 2017; Schader u. a., 2015). Nachfolgend wird das Modell in seinen Grundzügen beschrieben.

Die Berechnungen basieren auf einer Massenfluss- respektive Nährstoffbilanz. Für die Treibhausgasemissionen und die Stickstoffbilanz sind die Futtermittelflüsse, die Futtermittelrationen und die Tierbestände, die Hofdüngermengen und deren Lagerung sowie die gedüngten Flächen und die ausgebrachten Stickstoffmengen zentral.

Treibhausgase

Die Treibhausgase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) werden in Kohlendioxid-Äquivalente (CO₂eq) umgerechnet. Für Methan wird ein Global Warming Potential von 25 Tonnen CO₂eq je Tonne CH₄ und für Lachgas von 298 Tonnen CO₂eq je Tonne N₂O gewählt, um mit den IPCC-Richtlinien, nach denen auch die nationalen THG-Inventare erstellt werden, kompatibel zu sein (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006).

Für die Ausgangslage (Basis 2015) sowie die Nahrungsmittelproduktion mit dem Produktionssystem TOP im Referenzszenario 2015 und im Zukunftsszenario 2050 wurden, ausgehend von den Tierbeständen (differenziert nach Tierarten: Rindvieh, Schafe/Ziegen (nur in Basis 2015), Schweine, Geflügel), und unter Berücksichtigung der Futtermittelrationen, zunächst die THG aus der Tierhaltung und die Stickstoffmengen im Hofdünger berechnet. Dabei wurde gemäss den IPCC-Richtlinien für die Erstellung von Treibhausgasinventaren vorgegangen (IPCC, 2006).

Für die Futtermittelrationen der Wiederkäuer wurden zuerst die Parameter Verdaulichkeit und Energiegehalt abgeleitet, die im Wesentlichen durch das Verhältnis von Rau- und Kraffutter in der Ration bestimmt werden. Diese beiden Parameter definieren zusammen mit der totalen Futtermittelaufnahme die Methanemissionen pro Tier, die wegen der sogenannten enterischen Fermentation im Verdauungstrakt von Tieren entstehen.

Die Emissionen der Milchkühe wurden detaillierter berechnet. Der Berechnung wurde das einfache Fütterungsmodell DairyNZ zugrunde gelegt, das den Futtermittelbedarf aus dem Grundbedarf, dem Bedarf für die trüchtige Zeit, dem Bedarf für Bewegung und dem Bedarf für die Milchproduktion in Abhängigkeit vom Milchertrag ableitet (DairyNZ Farmer Information Service, o. J.).

Für die Berechnung der Hofdüngermengen und der Stickstoffausscheidungen wurde von IPCC Standardwerten und vom Treibhausgasinventar der Schweiz ausgegangen. Die Stickstoffausscheidungen wurden proportional zu den Stickstoffmengen in den Futtermitteln angepasst, um die Nährstoffkreisläufe im Tier besser zu modellieren. Mit IPCC Standardemissionsfaktoren pro Tonne Hofdünger beziehungsweise pro Tonne Stickstoff im Hofdünger wurden dann die Methanemissionen aus der Hofdüngerlagerung, die Stickstoffverluste durch direkte und indirekte Emissionen (z.B. Verflüchtigung von Ammoniak und Stickstoffauswaschung) sowie die daraus resultierenden Lachgasemissionen abgeleitet. Die Verteilung verschiedener Hofdüngerlagerungssysteme und die für die Emissionsberechnung teils wichtigen Durchschnittstemperaturen bei der Lagerung wurden dem Treibhausgasinventar der Schweiz entnommen.

Die Emissionen aus der Düngung wurden über IPCC Standardemissionsfaktoren modelliert. Die IPCC Standardemissionsfaktoren beziehen sich auf direkte Emissionen der Stick-

stoffdüngung sowie auf die Verflüchtigung und Auswaschung von Stickstoff und die damit einhergehenden Lachgasemissionen. Dazu wurden die verfügbaren Düngemittel proportional zum Bedarf der Kulturen auf die Flächen verteilt (Mineraldünger, Hofdünger, Biomasserückstände).

Die Emissionen der Mineraldüngerproduktion wurden dem globalen SOL-Modell entnommen und basieren auf einer Review von Wood & Cowie (2004). Die Emissionen der Kompostierung von Biomasse wurden gemäss den Vorgaben der IPCC-Richtlinien 2006 berechnet und benutzen die dort ausgewiesenen Emissionsfaktoren für direkte Lachgas- und Methanemissionen pro Tonne kompostierter Biomasse sowie für die Verflüchtigung und Auswaschung und die daraus resultierenden Lachgasemissionen. Die energiebezogenen Emissionen wurden gemäss Cumulative Energy Demand CED (ecoinvent) berechnet.

Stickstoffbilanz

Die Stickstoffbilanz wurde gemäss OECD (2001) berechnet. Die biologische Stickstoff-Fixierung wurde gemäss den im SOL modellierten Fixierungsleistungen pro Tonne Ertrag berechnet. Die Stickstoffmengen im Saatgut und in den Erträgen wurden aus den Nährstoffgehalten pro Tonne Biomasse und aus den entsprechenden Produktionsmengen abgeleitet.

Die atmosphärische Deposition wurde mit Daten der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (2005) und von (Seitler & Thöni, 2017) für die Schweiz abgeschätzt und zu 60 Prozent der Landwirtschaft angelastet. Das bedeutet insbesondere, dass die atmosphärische Deposition in Abhängigkeit von abnehmenden Tierbeständen und Hofdüngermengen entsprechend zurückgeht.

15. Tabellenteil: Daten und Modellergebnisse

Tabelle 9 Übersicht über die Bodennutzung

	Basis 2015		REF 2015		Szenario 2050	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Total Ackerfläche (offenes Ackerland und KW)	398'353	23.70%	380'000	22.62%	345'000	20.54%
Total Naturwiesen (ohne Alp- und potentielle Waldweiden)	612'960	36.47%	580'000	34.52%	545'000	32.44%
Typ: intensive Naturwiesen bio	143'928	8.56%	150'000	8.93%	145'000	8.63%
Typ: mittel-intensive Naturwiesen bio	208'647	12.41%	210'000	12.50%	200'000	11.90%
Typ: wenig intensive Naturwiesen bio	177'163	10.54%	180'000	10.71%	170'000	10.12%
Typ: extensive Naturwiesen bio	83'222	4.95%	40'000	2.38%	30'000	1.79%
Total Alpweiden	474'574	28.23%	320'000	19.05%	285'000	16.96%
Total potentielle Waldweiden	195'000	11.60%	0	0.00%	0	0.00%
Total landwirtschaftliche Nutzflächen (ohne Alp- und potentielle Waldweiden)	1'011'313	60.17%	960'000	57.14%	890'000	52.98%
Total landwirtschaftlich genutzt (inkl. Alp- und potentielle Waldweiden)	1'680'887	100.00%	1'280'000	76.19%	1'175'000	69.94%
Vorranggebiete Biodiversität			400'000	23.81%	382'500	22.77%
Zunahme Siedlungsgebiete			0	0.00%	70'000	4.17%
Vorranggebiete Biodiversität (Wald, neu)			0	0.00%	52'500	3.13%
Total Flächen	1'680'887	100.00%	1'680'000	100.00%	1'680'000	100.00%

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Baur (2013), BFS (2017b, 2017a) und SBV, Agristat (2015). Reben, Obstbau, Streue und übriges Kulturland werden nicht modelliert.
- REF 2015: Eigene Festlegungen der Flächen (18'000 ha Ackerflächen werden dem Futterbau zugewiesen, v.a. Grenzertragsböden, die sich nicht für die ackerbauliche Nutzung eignen. Potentielle Waldweiden werden zu Biodiversitätsvorranggebieten. Insgesamt werden mindestens 400'000 ha Vorranggebiete für die Biodiversität ausgeschieden).
- Szenario 2050: REF 2015 unter Berücksichtigung von Flächenreduktionen (Ackerflächen -1'000 ha, Naturwiesen -1'000 ha, Alpweiden -1'000 ha, Siedlungsräume +2'000 ha und Wald +1'500 ha pro Jahr).

Tabelle 10 Bodennutzung im Ackerbau

Subtotal:	Basis 2015		REF 2015		Szenario 2050	
	(ha)	%-Anteil Ackerland	(ha)	%-Anteil Ackerland	(ha)	(%)
Ackerkulturen für menschliche Ernährung	152'228	38.21%	202'000	53.16%	185'000	53.62%
Getreide	81'967	20.58%	136'000	35.79%	125'000	36.23%
Weizen	75'931	19.06%	105'000	27.63%	96'000	27.83%
Dinkel	3'907	0.98%	10'000	2.63%	9'500	2.75%
Roggen	1'890	0.47%	9'000	2.37%	8'500	2.46%
Hafer (Anbau heute vernachlässigbar)	0	0.00%	5'000	1.32%	4'500	1.30%
Gerste (Anbau heute vernachlässigbar)	0	0.00%	5'000	1.32%	4'500	1.30%
Diverse Getreide (Hirse, Emmer, Reis etc.): Berechnung mit Hirse	240	0.06%	2'000	0.53%	2'000	0.58%
Hackfrüchte (inkl. Freilandgemüse und div. Kulturen)	69'515	17.45%	54'000	14.21%	49'000	14.20%
Kartoffeln	10'891	2.73%	10'000	2.63%	9'000	2.61%
Gemüse, Freiland	10'865	2.73%	13'000	3.42%	12'000	3.48%
Raps	23'432	5.88%	9'000	2.37%	8'000	2.32%
Sonnenblumen	4'568	1.15%	8'000	2.11%	7'000	2.03%
Zuckerrüben	19'759	4.96%	0	0.00%	0	0.00%
Div. Kulturen "wieder entdeckt" (Buchw., Süssmais, Lein etc.): Berechnung Buchweizen	0	0.00%	7'000	1.84%	6'500	1.88%
Div. Kulturen "neu entdeckt" wie Quinoa, Süsskartoffeln etc.): Berechnung Quinoa	0	0.00%	7'000	1.84%	6'500	1.88%
Hülsenfrüchte	0	0.00%	10'000	2.63%	9'000	2.61%
Div. Kulturen "wieder entdeckt" (Erbsen, Linsen, Bohnen etc.): Berechnung Erbsen	0	0.00%	5'000	1.32%	4'500	1.30%
Div. Kulturen "neu entdeckt" (Lupinen, Soja etc.): Berechnung Lupinen	0	0.00%	5'000	1.32%	4'500	1.30%
Diverse Kulturen für menschliche Ernährung	745	0.19%	2'000	0.53%	2'000	0.58%
Div. Beeren, Gewürze, Ölkürbisse etc.: Berechnung Erd-/Himbeeren-Mix	745	0.19%	2'000	0.53%	2'000	0.58%
Ackerkulturen für tierische Ernährung	237'827	59.70%	175'000	46.05%	160'000	46.38%
Futtergetreide:	44'205	11.10%	0	0.00%	0	0.00%
Futterweizen	6'381	1.60%	0	0.00%	0	0.00%
Gerste	27'986	7.03%	0	0.00%	0	0.00%
Triticale	8'090	2.03%	0	0.00%	0	0.00%
Andere (Hafer, Mischel etc.)	1'748	0.44%	0	0.00%	0	0.00%
Hackfrüchte:	61'756	15.50%	0	0.00%	0	0.00%
Futterrüben	530	0.13%	0	0.00%	0	0.00%
Körnermais	15'322	3.85%	0	0.00%	0	0.00%
Silo- und Grünmais (maximale Fläche, ansonsten Kunstwiese)	45'904	11.52%	0	0.00%	0	0.00%
Kunstwiese und Körnerleguminosen	131'866	33.10%	175'000	46.05%	160'000	46.38%
Soja	1'719	0.43%	0	0.00%	0	0.00%
Futtererbsen (Elweiss-)	4'355	1.09%	25'000	6.58%	25'000	7.25%
Andere (Ackerbohnen, Lupinen etc.)	731	0.18%	0	0.00%	0	0.00%
Kunstwiesen	125'060	31.39%	150'000	39.47%	135'000	39.13%
Div. Kulturen auf Ackerland (nicht für Ernährung Mensch/Tier)	8'299	2.08%	3'000	0.79%	0	0.00%
Ökoflächen und Saatgutprod. (Ackerschonstreifen, Grün-/Buntbrache etc.)	7'821	1.96%	3'000	0.79%	0	0.00%
Andere Kulturen wie Tabak	478	0.12%	0	0.00%	0	0.00%
Total Ackerland für menschliche und tierische Ernährung	390'054	97.92%	377'000	99.21%	345'000	100.00%
Total Ackerland (inkl. nicht für Ernährung bestimmte Flächen)	398'353	100.00%	380'000	100.00%	345'000	100.00%

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: BFS (2017a) und SBV, Agristat (2015).
- REF 2015: Eigene Festlegungen bzw. Zuteilung der Flächen (siehe Erläuterungen in Tabelle 9).
- Szenario 2050: REF 2015 unter Berücksichtigung von Flächenreduktionen (siehe Erläuterungen in Tabelle 9).

Tabelle 11 Fruchtfolgeanteile im Ackerbau

	Basis 2015*	REF 2015*	Idealwert**
Getreide	31.67%	35.79%	40%
Futterleguminosen	33.10%	48.68%	50%
Hackfrüchte	32.95%	14.21%	10%
Total (ohne Flächen, die nicht für Ernährung sind)	97.73%	98.68%	100.00%

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Zahlen stützen sich auf SBV, Agristat (2015).
- REF 2015: Berechnung der Fruchtfolgeanteile mit den Ackerflächen in Tabelle 10.

* Die Vergleichbarkeit ist leicht verzerrt, weil die Flächen, die weder für die menschliche noch die tierische Ernährung zur Verfügung stehen, keinem Fruchtfolgeanteil zugeordnet werden.

** Idealwert gemäss FiBL (2017).

Tabelle 12 Flächenerträge im Ackerbau

	Basis 2015	REF 2015	Szenario 2050		
	Erträge Niveau ÖLN (dt/ha)	Erträge Bio (dt/ha)	Ertragsniveau pessimistisch (dt/ha)	mittleres realistisches Ertragsniveau (dt/ha)	Ertragsniveau optimistisch (dt/ha)
Ackerkulturen für menschliche Ernährung					
Getreide					
Weizen (Winterweizen)	70	43	45	50	70
Dinkel	49	35	35	45	50
Roggen (Winterroggen)	65	46	45	48	55
Hafer (Sommerhafer)	55	45	45	50	55
Gerste (Wintergerste)	70	44	45	50	55
Hirse	27	20	20	25	30
Hackfrüchte (inkl. Freilandgemüse)					
Kartoffeln	395	265	250	400	500
Gemüse, Freiland	347	282	300	350	500
Raps	36	20	20	35	40
Sonnenblumen	34	22	20	35	40
Hülsenfrüchte und Andere					
Lupinen	30	20	20	25	30
Andere: Beeren (Mix aus Erdbeeren und Heidelbeeren)		100	100	120	140
Andere: Quinoa		10	10	15	20
Andere: Buchweizen		20	20	25	30
Ackerkulturen für tierische Ernährung					
Hackfrüchte:					
Körnermais (ÖLN intensiv 116 dt/ha)	97	78	75	80	90
Körnerleguminosen und Kunstwiese					
Futtererbsen (Eiweisserbsen)	42	32	30	40	50
Kunstwiese	145	108	108	124	140

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: basieren auf Standardzahlen des DB-Katalogs (Agridea & FiBL, 2015), d.h. Niveau ÖLN; Ausnahmen sind: Hirse: biofarm (2016) und SBV, Agristat (2015); Lupinen: werden von Erbsenerträgen abgeleitet.
- REF 2015: Erträge Biolandbau aus Agridea & FiBL (2015); Ausnahmen sind Beeren: Mix aus Erdbeeren bio (120 dt/ha) und Heidelbeeren bio (80 dt/ha); Hirse: siehe in Basis 2015; Buchweizen: Lichtenhahn & Dierauer (2000); Quinoa: Pfliegl (2017); Lupinen: siehe in Basis 2015.
- Szenario 2050: Die Schätzwerte für das Szenario 2050 stammen von FiBL (2012; 2017). Ausnahme sind Gemüse, Beeren, Quinoa, Buchweizen: eigene Schätzungen auf der Basis von REF 2015.

Tabelle 13 Produktion von pflanzlichen Nahrungsmitteln (Basis 2015 und REF 2015)

	Basis 2015					REF 2015				
	Ertrag (dt/ha)	Produktion (t)	Ausbeute (%)	Nahrungsmittel (t)	Nahrungsmittel pro Person (kg)	Ertrag (dt/ha)	Produktion (t)	Ausbeute (%)	Nahrungsmittel (t)	Nahrungsmittel pro Person (kg)
Getreide		563'598		416'850	50.84		576'400		444'308	54.18
Weizen	70	531'515	74%	393'321	47.97	43	451'500	78%	352'734	43.02
Dinkel	49	19'144	72%	13'784	1.68	35	35'000	74%	25'900	3.16
Roggen	65	12'283	74%	9'089	1.11	46	41'400	78%	32'344	3.94
Hafer (Anbau heute vernachlässigbar)						45	22'500	58%	13'050	1.59
Gerste (Anbau heute vernachlässigbar)						44	22'000	74%	16'280	1.99
Diverse Getreide (Hirse, Emmer, Reis etc.): Hirse	27	655	100%	655	0.08	20	4'000	100%	4'000	0.49
Kartoffeln und Freilandgemüse	0	807'639		684'377	83.46		631'600		527'161	64.29
Kartoffeln (inbegr. Saatgut)	395	430'206	90%	387'185	47.22	265	265'000	90%	238'500	29.09
Gemüse, Freiland	347	377'433	79%	297'191	36.24	282	366'600	79%	288'661	35.20
Öle und Fette		99'888		40'283	4.91		35'600		13'364	1.63
Raps	36	84'357	41%	35'003	4.27	20	18'000	41%	7'380	0.90
Sonnenblumen	34	15'531	34%	5'280	0.64	22	17'600	34%	5'984	0.73
Diverse Getreide und Hackfrüchte		1'357'768		252'812	30.83		21'000		12'600	1.54
Div. Kulturen (wieder entdeckt wie Buchw., Süssmais, Lein): Buchweizen						20	14'000	60%	8'400	1.02
Diverse Kulturen (neu entdeckt wie Quinoa, Süsskartoffeln): Quinoa						10	7'000	60%	4'200	0.51
Zuckerrüben	700	1'357'768	19%	252'812	30.83					
Hülsenfrüchte							26'000		26'000	3.17
Div. Kulturen (wieder entdeckt wie Erbsen, Linsen, Bohnen): Erbsen						32	16'000	100%	16'000	1.95
Diverse Kulturen (neu entdeckt wie Lupinen, Soja): Lupinen						20	10'000	100%	10'000	1.22
Diverse Kulturen für menschliche Ernährung							20'000		20'000	2.44
Beeren, Gewürze, Ölkürbisse: Mix Erd-/Heidelbeere bio						100	20'000	100%	20'000	2.44

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Erträge gemäss Tabelle 12; Flächen siehe Tabelle 10; Ausbeute: Koeffizienten stützen sich auf Swiss granum (2017b, 2017a) und Zimmermann, Nemecek, & Waldvogel (2017); Zuckerrüben: Flächenertrag von Agridea & FiBL (2015), Produktion und Ausbeute von Schweizer Zucker AG (2016).
- REF 2015: dito Basis 2015; Ausnahme ist Ausbeute von Buchweizen: Gemäss (Lichtenhahn & Dierauer, 2000); Quinoa: analog Buchweizen; Erbsen: Annahme, dass 100% verwertet; Lupinen: analog Erbsen; Beeren: keine Verarbeitungsverluste.

Tabelle 14 Produktion von pflanzlichen Nahrungsmitteln (Szenario 2050)

	Szenario 2050 (mittleres Ertragsniveau)						Szenario 2050 (Niveau pessimistisch)						Szenario 2050 (Niveau optimistisch)					
	Flächen (ha)	Ertrag (dt/ha)	Produktion (t)	Ausbeute (%)	Nahrungsmittel (t)	Nahrungsmittel pro Person (kg)	Ertrag (dt/ha)	Produktion (t)	Ausbeute (%)	Nahrungsmittel (t)	Nahrungsmittel pro Person (kg)	Flächen (ha)	Produktion (t)	Ausbeute (%)	Nahrungsmittel (t)	Nahrungsmittel pro Person (kg)		
Getreide			613'550		515'405	49.09		548'000		460'381	43.85		821'750		691'825	65.89		
Weizen	96'000	50	480'000	85%	408'000	38.86	45	432'000	85%	367'200	34.97	70	672'000	85%	571'200	54.40		
Dinkel	9'500	45	42'750	82%	35'055	3.34	35	33'250	82%	27'265	2.60	50	47'500	82%	38'950	3.71		
Roggen	8'500	48	40'800	85%	34'680	3.30	45	38'250	85%	32'513	3.10	55	46'750	85%	39'738	3.78		
Hafer (Anbau heute vernachlässigbar)	4'500	50	22'500	64%	14'355	1.37	45	20'250	64%	12'920	1.23	55	24'750	64%	15'791	1.50		
Gerste (Anbau heute vernachlässigbar)	4'500	50	22'500	81%	18'315	1.74	45	20'250	81%	16'484	1.57	55	24'750	81%	20'147	1.92		
Diverse Getreide (Hirse, Emmer, Reis etc.): Hirse	2'000	25	5'000	100%	5'000	0.48	20	4'000	100%	4'000	0.38	30	6'000	100%	6'000	0.57		
Kartoffeln und Freilandgemüse			780'000		707'400	67.37		585'000		526'950	50.19		1'050'000		949'500	90.43		
Kartoffeln (inbegr. Saatgut)	9'000	400	360'000	95%	342'000	32.57	250	225'000	95%	213'750	20.36	500	450'000	95%	427'500	40.71		
Gemüse, Freiland	12'000	350	420'000	87%	365'400	34.80	300	360'000	87%	313'200	29.83	500	600'000	87%	522'000	49.71		
Öle und Fette			52'500		20'860	1.99		30'000		11'920	1.14		60'000		23'840	2.27		
Raps	8'000	35	28'000	43%	12'040	1.15	20	16'000	43%	6'880	0.66	40	32'000	43%	13'760	1.31		
Sonnenblumen	7'000	35	24'500	36%	8'820	0.84	20	14'000	36%	5'040	0.48	40	28'000	36%	10'080	0.96		
Diverse Getreide und Hackfrüchte			26'000		16'900	1.61		19'500		12'675	1.21		32'500		21'125	2.01		
Div. Kulturen (wieder entdeckt wie Buchw., Süssmais, Lein): Buchweizen	6'500	25	16'250	65%	10'563	1.01	20	13'000	65%	8'450	0.80	30	19'500	65%	12'675	1.21		
Diverse Kulturen (neu entdeckt wie Quinoa, Süsskartoffeln): Quinoa	6'500	15	9'750	65%	6'338	0.60	10	6'500	65%	4'225	0.40	20	13'000	65%	8'450	0.80		
Hülsenfrüchte			29'250		29'250	2.79		22'500		22'500	2.14		36'000		36'000	3.43		
Div. Kulturen (wieder entdeckt wie Erbsen, Linsen, Bohnen): Erbsen	4'500	40	18'000	100%	18'000	1.71	30	13'500	100%	13'500	1.29	50	22'500	100%	22'500	2.14		
Diverse Kulturen (neu entdeckt wie Lupinen, Soja): Lupinen	4'500	25	11'250	100%	11'250	1.07	20	9'000	100%	9'000	0.86	30	13'500	100%	13'500	1.29		
Diverse Kulturen für menschliche Ernährung			24'000		24'000	2.29		24'000		20'000	2.29		28'000		20'000	2.29		
Beeren, Gewürze, Ölkürbisse: Mx Erd-/Heidelbeere bio	2'000	120	24'000	100%	24'000	2.29	100	20'000	100%	20'000	1.90	140	28'000	100%	28'000	2.67		

Quellen und Erläuterungen:

- Szenario 2050: dito REF 2015 mit Ausnahme von Ausbeute: Grundlage ist Zimmermann et al. (2017) mit Erhöhung von 5-10 Prozentpunkten (Veränderung Ausmahgrad); Nahrungsmittel pro Person: Berechnung mit den Bevölkerungszahlen von 2050 (Kohli u. a., 2015).

Tabelle 15 Futtermittelangebot für Nicht-Raufutterverwerter

	Basis 2015		REF 2015			Szenario 2050 (mittel)				
	Futtermittel-mengen (t FS)	Futtermittel-mengen (t TS)	Mengen Produktion (t FS)	Mengen Nahrungsmittel (t FS)	Differenz effektiv (t FS)	Futtermittel-mengen (t TS)	Mengen Produktion (t)	Mengen Nahrungsmittel (t)	Differenz effektiv (t FS)	Futtermittel-mengen (t TS)
Futtergetreide	483'942	421'030				0				0
Getrocknete Hülsenfrüchte (Körner)	16'980	14'775				0				0
Futterkartoffeln (Sortierabgang)	65'900	14'498	265'000	238'500	26'500	5'830	360'000	342'000	18'000	3'960
Andere Produkte pflanzlichen Ursprungs	2'424	2'182				2'182				2'182
Nebenerzeugnisse Müllerei	79'790	69'546	576'400	444'308	132'092	115'133	615'250	516'850	98'400	85'767
Nebenerzeugnisse Ölherstellung	56'667	51'532	35'600	13'364	22'236	20'221	52'500	20'860	31'640	28'773
Andere Nebenerzeugnisse (der Kartoffel- und Fruchtsaftindustrie)	34'755	7'882				7'882				7'882
Nicht marktfähige Futtermittel wie Abfälle	10'323	7'949				7'949				7'949
Neue und wieder entdeckte Produkte	0	0	21'000	12'600	8'400	7'560	26'000	16'900	9'100	8'190
Total:	750'780	589'393				166'756				144'702

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Übernommen von SBV, Agristat (2015, S. 88); FS: Mengen in Frischsubstanz; TS: Mengen in Trockensubstanz.
- REF 2015: berechnet aus Differenz zwischen Erntemengen und Nahrungsmittelproduktion (t FS, siehe Tabelle 13). Die Umrechnung in TS erfolgt mit dem gleichen Koeffizienten wie in Basis 2015. Nicht berücksichtigt Futtergetreide und getrocknete Hülsenfrüchte (werden auf max. 25'000 ha angebaut und im Fütterungsmodell in die Berechnung integriert). Auch nicht berücksichtigt werden die Nebenprodukte der Milchverarbeitung (Molke/Schotte), welche ebenfalls im Fütterungsmodell in die Berechnungen integriert werden. Andere pflanzliche Produkte, andere Nebenerzeugnisse und nicht marktfähige Futtermittel (Abfälle) werden mit den gleichen Mengen wie in Basis 2015 übernommen.
- Szenario 2050: dito REF 2015. Differenz zwischen Erntemengen und Nahrungsmittelproduktion gemäss Tabelle 14.

Tabelle 16 Angebot und Nährwerte von Futtermitteln für Nicht-Raufutterverwerter

	Basis 2015	REF 2015	Szenario 2050
	Ausgew ählte FM (ohne Molke)	Ausgew ählte FM (ohne Molke)	Ausgew ählte FM (ohne Molke)
Frischsubstanz FS (t)	750'780	144'319	184'324
Trockensubstanz TS (t)	589'393	113'296	144'702
Bruttoenergie (TJ)	10'878	2'091	2'671
Rohprotein (t)	88'467	17'006	21'720

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Mengen (t FS und t TS), Bruttoenergie (BE in Terajoule) und Rohprotein (RP in Tonnen) aus SBV, Agristat (2015, S.88).
- REF 2015: Mengen in t TS gemäss Tabelle 21; Umrechnung in t FS, BE und RP mit gleichen Koeffizienten wie in Basis 2015 (vgl. Quellen REF 2015, Tabelle 15).
- Szenario 2050: dito REF 2015.

Tabelle 17 Flächenerträge im Futterbau

	Basis 2015	REF 2015	Szenarien 2050		
	Erträge Niveau ÖLN	Niveau Bio	Ertragsniveau pessimistisch	mittleres realistische Ertragsniveau	Ertragsniveau optimistisch
	TS (dt/ha)	TS (dt/ha)	(dt/ha)	(dt/ha)	(dt/ha)
Typ: Kunstwiese	120	108	108	124	140
Typ: Naturwiese intensiv	100	85	85	85	85
Typ: Naturwiese mittel intensiv	90	64	64	64	64
Typ: Naturwiese wenig intensiv	50	45	45	45	45
Typ: Naturwiese extensiv	30	27	27	27	27
Alpweiden	9	9	9	9	9
Waldweiden	5	5	5	5	5

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Agridea & FiBL (2015). Erträge Waldweiden übernommen von Baur (2013).
- REF 2015: Agridea & FiBL (2015).
- Szenario 2050: Zahlen stützen sich auf Dietl & Lehmann (2006) und FiBL (2017) (Basis Expertenhearing im Rahmen von FiBL, 2012).

Tabelle 18 Schätzung Raufutterangebot

	Basis 2015			REF 2015			Szenario 2050 (mittel)			
	Produktion (FM-Bilanz)	Erträge	Flächen	Produktion (kalk.)	Erträge	Flächen	Produktion (kalk.)	Erträge	Flächen	Produktion (kalk.)
	TS (dt)	TS (dt/ha)	(ha)	TS (t)	TS (dt/ha)	(ha)	TS (t)	TS (dt/ha)	(ha)	TS (t)
Typ: Naturwiese intensiv		100	143'928	1'439'279	85	150'000	1'275'000	85	145'000	1'232'500
Typ: Naturwiese mittel intensiv		90	208'647	1'877'819	64	210'000	1'344'000	64	200'000	1'280'000
Typ: Naturwiese wenig intensiv		50	177'163	885'815	45	180'000	810'000	45	170'000	765'000
Typ: Naturwiese extensiv		30	83'222	249'667	27	40'000	108'000	27	30'000	81'000
Alpweiden		9	474'574	427'117	9	320'000	288'000	9	285'000	256'500
Waldweiden		5	195'000	97'500	5	0	0	5	0	0
Total Naturwiesen/-weiden (auf Feld)*			1'282'534	4'977'196		900'000	3'825'000		830'000	3'615'000
Kunstpiesen		120	125'060	1'500'725	108	150'000	1'620'000	124	135'000	1'674'000
Total Raufutterproduktion (auf Feld)*	5'793'621		1'407'594	6'477'921		1'050'000	5'445'000		965'000	5'289'000
			Korrekturfaktor**:	0.89		Korrekturfaktor**:	0.89		Korrekturfaktor**:	0.89
			Raufutterangebot effektiv im Stall (Berücksichtigung von Verlusten)				4'869'813			4'730'292

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Flächenerträge übernommen von Agridea & FiBL (2015), vgl. Tabelle 13; Flächen vgl. Tabelle 9.
- REF 2015: dito Basis 2015.
- Szenario 2050: Zahlen stützen sich auf Dietl & Lehmann (2006) und FiBL (2012; 2017); Berechnung potentielle Waldweiden übernommen von Baur (2013).

* Total Naturwiesen/-weiden (auf Feld): Mit der Berechnung werden die Mengen ab Feld ausgewiesen (ohne Berücksichtigung von Feld-, Verarbeitungs- und Konservierungsverlusten); Total Raufutterproduktion (auf Feld): inkl. Raufutterangebot der Kunstpiese.

** Korrekturfaktor: Um in REF 2015 und Szenario 2050 das effektiv verfütterte Futter zu berechnen (im Stall, d.h. mit Berücksichtigung von Verlusten), werden die produzierten Mengen auf dem Feld mit dem Korrekturfaktor von 0.89 multipliziert (Korrekturfaktor wird in Basis 2015 mit der kalkulierten Produktion und der ausgewiesenen Produktion gemäss SBV, Agristat (2015, S.88) berechnet).

Tabelle 19 Tierbestände Raufutterverwerter

	Basis 2015			REF 2015			GVE: Vergleich REF 2015/ Basis 2015 (Prozent)	Szenario 2050 (mittel)			GVE: Vergleich Szenario 2050/ Basis 2015 (Prozent)
	Tierbestand (Tiere)	GVE Bestand (GVE)	GVE Anteile (Prozent)	Tierbestand (Tiere)	GVE Bestand (GVE)	Anteile (Prozent)		Tierbestand (Tiere)	GVE Bestand (GVE)	Anteile (Prozent)	
Rindvieh total	1'554'319	967'336	94.9%	1'216'575	757'140	100%	78.27%	1'181'720	735'448	100%	76.03%
Milchkühe *	701'172	701'172	68.8%	460'184	460'184	60.8%	65.63%	447'000	447'000	60.8%	63.75%
übriges Rindvieh **	853'147	266'164	26.1%	756'391	296'956	39.2%	111.57%	734'720	288'448	39.2%	108.37%
Schafe bio (vorwiegend Fleischschafe)	347'025	40'142	3.9%								0.00%
Ziegen bio (vorwiegend Milchziegen)	74'269	11'370	1.1%								0.00%
Total Raufutterverzehr ohne Ziegen/Schafe	1'554'319	967'336	94.94%	1'216'575	757'140	100.0%	78.27%	1'181'720	735'448	100.0%	76.03%
Total Raufutterverzehr	1'975'613	1'018'848	100.00%	1'216'575	757'140	100.00%	74.31%	1'181'720	735'448	100.00%	72.18%

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Tierbestand und GVE-Bestand übernommen aus SBV, Agristat (2015).
- REF 2015: Die Berechnung der Tierbestände basiert auf dem effektiven Raufutterangebot (siehe Tabelle 18). Die Bedarfszahlen pro Tier stammen auf Agridea & FiBL (2015); Anpassung des Bedarfs bei der Milchkuh Zweinutzungstyp von 5.9 auf 6.5 t TS (gemäss FiBL, 2017). Weil die Milchkühe eine durchschnittliche Lebensdauer von 10 Jahre erreichen, sind 12.5% der Kälber für die Aufzucht (Bedarf 5.0 t TS) und 87.5% der Kälber für die Weidemast vorgesehen (Bedarf Weidebeef (Lebensdauer 23 Monate) 30.0 t TS und Remonte/Aufzucht (6 Monate) 5.0 t TS); Schafe/Ziegen: es werden keine Schafe und Ziegen im Modell gehalten.
- Szenario 2050 (mittleres Szenario): dito REF 2015.

* Milchkühe: In Basis 2015 sind alle Kühe enthalten (Milch- und Fleischtypen); in REF 2015 und Szenario 2050 sind nur Milchkühe (Zweinutzungstyp) und die Aufzuchttiere aufgeführt.

** übriges Rindvieh: In Basis 2015 sind alle Masttiere enthalten; in REF 2015 und Szenario 2050 sind nur Bio-Weidebeef-Masttiere und Weidebeef-Aufzuchttiere aufgeführt.

Tabelle 20 Tierbestände Nicht-Raufutterverwerter

	Basis 2015		REF 2015		Tierbestand: Ver- gleich REF 2015/ Basis 2015 (Prozent)	Szenario 2050		Tierbestand: Ver- gleich Szenario 2050/ Basis 2015 (Prozent)
	Tierbestand (Tiere)	GVE Bestand (GVE)	Tierbestand (Tiere)	GVE Bestand (GVE)		Tierbestand (Tiere)	GVE Bestand (GVE)	
Schweine	1'495'737	193'061	108'652	14'024	7%	73'340	9'466	5%
Geflügel	10'752'686	60'917	3'406'027	32'910	32%	3'406'027	32'910	32%
davon Mastpoulet (REF 2015/Szen. 2050: Zweinutzungshähnchen)	6'897'769		383'562		6%	383'562		6%
davon Legehennen (REF 2015/Szen.2050: Zweinutzungshennen)	2'651'551		3'022'466		114%	3'022'466		114%

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: übernommen aus SBV, Agristat (2015); Geflügel aus Aviform (2017b) und SBV, Agristat (2015).
- REF 2015: Tierbestand gemäss Modellrechnungen (Vorgabe 2.8 Mio. Legehennen, Restliches Futterangebot für Schweine); GVE Umrechnung beim Schwein gemäss Koeffizient von Basis 2015; beim Geflügel: Legehennen 0.01 und Mastpoulet 0.007 (Mittelwert) aus Landwirtschaftlicher Begriffsverordnung LBV (Schweizerischer Bundesrat, 1998).
- Szenario 2050: dito REF 2015.

Die Tierbestände in REF 2015 und Szenario 2050 werden auf der Basis des Futterangebots aus der Nahrungsmittelverarbeitung (Nebenprodukte siehe Tabelle 15 und Tabelle 16) kalkuliert. Zur Optimierung der Fütterung können auf einer Fläche von maximal 25'000 ha Ackerfuttermittel (Eiweisserbsen oder Körnermais) angebaut werden. In den Modellberechnungen werden diese Flächen sowohl in REF 2015 wie in Szenario 2050 ausschliesslich den eiweissreichen Eiweisserbsen zugewiesen. Die aus der Milchverarbeitung anfallende Molke/Schotte ist ein fester Bestandteil der Fütterungsration (Schweine max. 20% Flüssigschotte, Geflügel max. 5% Schottenpulver gemäss Aviform (2017a)). Mit den kalkulierten Tierbeständen werden in REF 2015 22% und in Szenario 2050 18% der anfallenden Schotte verwertet (Total anfallende Schotte jährlich 1.5 Mio. t gemäss TSM Treuhand (2017)).

Tabelle 21 Erträge in der tierischen Produktion

	Basis 2015	REF 2015	Szenario 2050
	Erträge Niveau ÖLN (kg/Tier)	Niveau Bio (kg/Tier)	Experten-schätzungen (kg/Tier)
Erträge Milch:			
Kühe	7'045	6'000	6'000
Erträge Fleisch:			
Kuhfleisch	299.5	312.0	312.0
Kalbfleisch (REF 2015/Szen.2050: Bio-Weidebeef)	123.1	283.0	283.0
Schweinefleisch (REF 2015/Szen.2050: Ertrag -15%)	87.6	74.5	74.5
Mastpoulet (REF 2015/Szen.2050: Zweinutzungshuhn)	1.33	1.68	1.68
Althennenfleisch (REF 2015/Szen.2050: Zweinutzungshuhn)	0.77	1.68	1.68
Eier:			
Legeleistung (Eier/Huhn)	338	180	180

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Milchleistung aus SBV, Agristat (2015); Kuhfleisch und Kalbfleisch: SBV, Agristat (2015) (kalkuliert aus Verwendbare Fleischproduktion in Schlachtgewicht und Schlachtungen); Schweinefleisch und Mastpoulet: Proviande (2016) (kalkuliert aus Schlachtgewicht und Schlachtungen); Althennenfleisch: Abgeändert nach SBV, Agristat (2015) (gemäss Aviforum (2017a) werden rund 70% des Legehennenbestandes verwertet); Legeleistung: SBV, Agristat (2015).
- REF 2015: Milchleistung für Zweinutzungstyp gemäss FiBL (2017); Kuhfleisch: Agridea & FiBL (2015); Kalbfleisch: Agridea & FiBL (2015) (Bio-Weidebeef); Schweinefleisch: Für extensive Weidehaltung wird der Ertrag von Basis 2015 um 15% reduziert (FiBL, 2017, 2018); Mastpoulet und Legeleistung (Zweinutzungshuhn): Marktgesellschaft der Naturland Bauern AG (o.J.) und Simon & Stegemann (2007); Althennenfleisch: gleicher Fleischertrag wie Mastpoulet.
- Szenario 2050: analog zu Basis 2015.

Tabelle 22 Milchproduktion insgesamt und pro Kopf (Basis 2015)

	Basis 2015					
	Tierbestand (Tiere)	Milch- produktion (t)	Milchleistung (kg/Jahr)	verfütterte MÄV (t)	verwertbare Milch (t)	verfügbare Milch pro Kopf (kg/Kopf)
Kuhmilch	574'537	4'042'500	7'045	556'323	3'486'177	425.14
Ziegenmilch	34'935	22'009	630	12'859	9'150	1.12
Milchschafe	13'564	5'800	430	4'200	1'600	0.20
Total:						426.45

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Tierbestand (gemolkene Kühe), Milchproduktion, Milchleistung und verfütterte Milchäquivalente übernommen von SBV, Agristat (2015); Berechnung Mengen pro Kopf gemäss Bevölkerungszahlen von (Kohli u. a., 2015).

Tabelle 23 Milchproduktion insgesamt und pro Kopf (REF 2015 und Szenario 2050)

	REF 2015						Szenario 2050 (Ertragsniveau mittel)					
	Tierbestand (gemolk. Kühe)	Milch- produktion (t)	Milchleistung (kg/Jahr)	verfütterte MÄV (t)	verwertbare Milch (t)	verfügbare Milch pro Kopf (kg/Kopf)	Tierbestand (gemolk. Kühe)	Milch- produktion (t)	Milchleistung (kg/Jahr)	verfütterte MÄV (t)	verwertbare Milch (t)	verfügbare Milch pro Kopf (kg/Kopf)
Kuhmilch:	460'184	2'761'107	6'000	460'184	2'300'922	280.60	447'000	2'682'001	6'000	447'000	2'235'001	272.56
Ziegenmilch												
Milchschafe												
Total:						280.60						272.56

Quellen und Erläuterungen:

- REF 2015: Tierbestand, Milchproduktion, Milchleistung und verfütterte Milchäquivalente gemäss Berechnungen im Modell (Tierbestand siehe Tabelle 19, Erträge Tabelle 21). Die Milch wird ausschliesslich mit Raufutter erzeugt (Leistung: 6'000 kg/Tier, wovon 1'000 kg für das Kalb weggehen laut FiBL (2017). Fürs das Kalb wird als tierfreundliche Variante die muttergebundene Kälberaufzucht vorgegeben, wo das Kalb je nach Modell teilweise oder ganz beim Muttertier bleibt (Spengler Neff, Schneider, & Ivemeyer, 2017) .
- Szenario 2050: Angaben analog zu REF 2015.

Die Ertragsabweichungen im Szenario pessimistisch und optimistisch sind gering. Es werden keine Varianten gerechnet.

Tabelle 24 Fleischproduktion insgesamt und pro Kopf (Basis 2015)

	Basis 2015					
	Tier- bestand	Schlach- tungen	Schlacht- gewicht	Verkaufs- /Schlacht- gewicht	Verkaufs- gewicht	verfügbares CH-Fleisch
	(Tiere)	(Anzahl)	(t)	(%)	(t)	(kg/Kopf)
Grossvieh/Kühe	1'554'319	393'600	112'153	68%	76'184	9.29
Kälber		236'343	29'103	78%	22'700	2.77
Schafffleisch	347'025	231'625	4'776	76%	3'620	0.44
Ziegenfleisch	74'269	45'336	549	80%	439	0.05
Schweinefleisch	1'495'737	2'753'256	241'322	76%	184'611	22.51
Geflügel: Mastpoulet	6'897'769	65'263'614	87'096	64%	55'647	6.79
Geflügel: Althennen	2'651'551	1'856'085	1'437	64%	920	0.11
Total:			476'436			41.97

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Tierbestand, Schlachtungen, Schlacht- und Verkaufsgewicht von Rind-/Kalb- und Schweinefleisch aus SBV, Agristat (2015) und Proviande (2016); Geflügel: Mastpoulet aus Proviande (2016) und Aviforum (2017b); Geflügel Althennen: Aviforum (2017b) und Proviande (2016).

Tabelle 25 Fleischproduktion insgesamt und pro Kopf (REF 2015 und Szenario 2050)

	REF 2015							Szenario 2050 (Ertragsniveau mittel)						
	Tierbestand	Schlachtgewicht (SG)	Schlachtungen	Schlachtgewicht	Anteil Verkaufsgewicht /Schlachtgew.	Verkaufsgewicht	verfügbares CH-Fleisch	Tierbestand	Schlachtgewicht (SG)	Schlachtungen	Schlachtgewicht	Anteil Verkaufsgewicht /Schlachtgew.	Verkaufsgewicht	verfügbares CH-Fleisch
	(Tiere)	(kg/Tier)	(Anzahl)	(t)	(%)	(t)	(kg/Kopf)	(Tiere)	(kg/Tier)	(Anzahl)	(t)	(%)	(t)	(kg/Kopf)
Milchkühe	460'184	312.00	46'018	14'358	68.0%	9'763	1.19	447'000	312.00	44'700	13'946	68.0%	9'484	0.90
Weidebeef	756'391	283.00	476'526	134'857	68.0%	91'703	11.18	734'720	283.00	462'874	130'993	68.0%	89'075	8.48
Schafffleisch														
Ziegenfleisch														
Schweinefleisch	108'652	74.46	200'000	14'892	76.5%	11'392	1.39	73'340	74.46	135'000	10'052	76.5%	7'690	0.73
Geflügel: Mastpoulet	383'562	1.68	1'400'000	2'352	64.0%	1'505	0.18	383'562	1.68	1'400'000	2'352	64.0%	1'505	0.14
Geflügel: Althennen	3'022'466	1.68	1'400'000	2'352	64.0%	1'505	0.18	3'022'466	1.68	1'400'000	2'352	64.0%	1'505	0.14
				168'811			14.13				159'696			10.41

Quellen und Erläuterungen:

- REF 2015: Tierbestand Milchkühe und Weidebeeftiere gemäss Modellberechnungen (siehe Tabelle 19); Schlachtungen Kühe: 10% der Tiere werden jährlich geschlachtet (Lebensdauer 10 Jahre; Fleischertrag pro Tier siehe Tabelle 21); Schlachtungen Weidebeeftiere: 63% der Weidebeeftiere werden jährlich geschlachtet (87.5% der Kälber werden gemästet mit 0.72 Umtriebe gemäss Agridea & FiBL, 2015); Schlacht-/Verkaufsgewicht: Umrechnungskoeffizient analog zu Basis 2015 (Proviande, 2016).
- REF 2015 Schweinefleisch: Umrechnung der Schlachtungen in Tierbestand gemäss Koeffizient von Basis 2015 (Proviande, 2016); Fleischertrag pro Schwein siehe Tabelle 21; Schlacht-/Verkaufsgewicht siehe oben.
- REF 2015 Geflügel: Mastpoulet und Althennenfleisch basieren auf einem Zweinutzungstyp, d.h. es wird vorgegeben, dass jährlich 1.4 Mio. Hennen neu eingestallt und ebenso viele Masthähnchen und Althennen geschlachtet werden; Fleischertrag pro Tier siehe Tabelle 21; Schlacht-/Verkaufsgewicht siehe oben; für Tierbestand Mastpoulet wird von 100 Tagen Lebensdauer und bei Legehennen wird von 788 Tagen Lebensdauer ausgegangen.

Bzgl. Vorgaben zur Fütterung der Nicht-Raufutterverwerter (Schotte, Nebenprodukte Nahrungsmittelverarbeitung) siehe Erläuterungen Tabelle 15.

Die Abweichungen im Szenario pessimistisch und optimistisch sind gering. Es werden deshalb keine Varianten gerechnet.

Tabelle 26 Eierproduktion insgesamt und pro Kopf

	Basis 2015				REF 2015				Szenario 2050			
	Legehennen	Jährliche Leistung	Total Lieferungen Eier	Verfügbare CH-Eier pro Kopf	Legehennen	Jährliche Leistung	Total Lieferungen Eier	Verfügbare CH-Eier pro Kopf	Legehennen	Jährliche Leistung	Total Lieferungen Eier	Verfügbare CH-Eier pro Kopf
	(Tiere)	(Eier/Huhn)	(St.)	(St./Kopf)	(Tiere)	(Eier/Huhn)	(St.)	(St./Kopf)	(Tiere)	(Eier/Huhn)	(St.)	(St./Kopf)
Eierproduktion	2'651'551	338	851'340'000	103.82	2'800'000	180	504'000'000	61.5	2'800'000	180	504'000'000	48.0

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Bestand Legehennen, Eier je Legehenne und Lieferungen aus SBV, Agristat (2015). Die Berechnung der verfügbaren CH-Eier pro Kopf basiert auf einer Bevölkerung von 8.2 Mio. (Kohli u. a., 2015).
- REF 2015: Die Produktion von inländischen Eiern (Lieferungen pro Jahr) wird mit der Anzahl Legehennen (gemäss Modellvorgaben 2.8 Mio.) und der durchschnittlichen Legeleistung (Tabelle 21) berechnet. Für die Zahlen pro Kopf für das Jahr 2050 wird eine Bevölkerung von 10.5 Mio. angenommen (Kohli u. a., 2015).
- Szenario 2050: dito REF 2015.

Tabelle 27 Pflanzliche und tierische Nahrungsmittel aus Inlandproduktion (in kcal pro Person und Tag)

	Basis 2015 (kcal pro Person/Tag)	REF 2015 (kcal pro Person/Tag)	Szenario 2050 (mittlere Erträge) (kcal pro Person/Tag)	Szenario 2050 (worst case) (kcal pro Person/Tag)	Szenario 2050 (best case) (kcal pro Person/Tag)
Getreide	453.27	487.01	441.25	394.00	591.33
Kartoffeln und Gemüse	131.08	131.08	99.28	69.36	129.72
Buchweizen, Quinoa etc.	0.00	45.36	33.35	25.78	40.93
Raps- und Sonnenblumenöl	108.88	36.12	44.03	25.16	50.32
Zucker	337.87	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuhmilch	721.92	473.92	450.14	450.14	450.14
Rindfleisch	44.28	45.12	33.48	33.48	33.48
Schaf- und Ziegenfleisch	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00
Schweinefleisch	98.69	6.09	3.21	3.21	3.21
Geflügel	31.75	1.69	1.32	1.32	1.32
Eier	23.80	14.19	10.98	10.98	10.98
Total	1953.45	1240.58	1117.05	1013.42	1311.43

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Die Nahrungsmittel pro Person stammen aus Tabelle 13, Tabelle 22, Tabelle 24 und Tabelle 26. Die Angaben der Kilokalorien (kcal) stammen von BLV (2018), Ausnahme Daten zu Lupinen vom USDA (2018).
- REF 2015: Die Nahrungsmittel pro Person stammen aus Tabelle 13, Tabelle 23, Tabelle 25 und Tabelle 26. Rest dito Basis 2015.
- Szenario 2050: Die Nahrungsmittel pro Person stammen aus Tabelle 14, Tabelle 23, Tabelle 25 und Tabelle 26. Rest dito Basis 2015.
- Obst und Weinbau wurden nicht modelliert; dadurch wird die Energie aus pflanzlichen Nahrungsmitteln um ca. 70 bis 140 kcal pro Kopf und Tag (nur Obst, ohne Wein) unterschätzt (Zimmermann u. a., 2017).

Tabelle 28 Minimaler Bedarf Weideflächen

	Bedarf Weidegras pro Tier (dt TS)	REF 2015			Szenario 2050		
		Tierbestand	Bedarf Total	Weideflächen	Tierbestand	Bedarf Total	Weideflächen
		(Stück)	(t TS)	(ha)	(Stück)	(t TS)	(ha)
Rindvieh Muttertiere	35.0	460'184	1'610'646	756'000	447'000	1'564'500	717'950
Rindvieh Bio-Weidebeeftiere	21.8	756'391	1'648'932		734'720	1'601'690	
Total Bedarf Weidefläche: Raufutterverwerter				756'000			717'950
Nicht-Raufutterverwerter	Bedarf Fläche pro Tier (m2)	Tierbestand (Stück)	Umtrieb Weide pro Jahr	Bedarf Weidefläche (ha)	Tierbestand (Stück)	Umtrieb Weide pro Jahr	Bedarf Weidefläche (ha)
Mastschweine	100	108'652	1	2'000	73'340	1	1'350
Zuchtschweine	500	12'195	1	610	8'232	1	412
Geflügel: Mastpoulet	5	383'562	1	192	383'562	1	192
Geflügel: Legehennen	5	3'022'466	1	4'534	3'022'466	1	4'534
Total Bedarf Weidefläche: Nicht-Raufutterverwerter				7'335			6'487
Total Weidefläche				763'335			724'437

Quellen und Erläuterungen:

- REF 2015 Raufutterverwerter: Tierbestand siehe Tabelle 19. Berechnung der minimalen Weideflächen aus dem Bedarf pro Tier: Bio Weidebeef gemäss Agridea & FiBL (2015): 21.8 dt TS (davon Masttier 19.2 und Aufzucht tier 2.6 dt TS); Milchkuh: Erhöhung von 32.3 auf 35 dt TS gemäss FiBL (2017); es wird ein Korrekturfaktor für die Weideverluste angewendet (Korrekturfaktor analog wie Verlustfaktor Feld/Stall bei Stallfütterung); 84% der Naturwiesenflächen werden als Weide genutzt.
- Szenario 2050 Raufutterverwerter: Berechnung der Weideflächen aus dem Bedarf pro Tier analog zu REF 2015; 87% der Naturwiesenflächen werden als Weide genutzt.
- REF 2015 Nicht-Raufutterverwerter: Tierbestände siehe Tabelle 20. Folgender m2-Bedarf pro Tier wird hochgerechnet: Mastschweine: 100 m2 und Zuchtschweine 500 m2, jeweils ein Umtrieb pro Jahr laut FiBL (2017, 2018); Zweinutzungshuhn und Masthähnchen jeweils 5 m2 pro Tier (KAGfreiland, 2016) mit einem Umtrieb. Nicht genutztes Raufutter aus nicht genutzten Weiden wird nicht berücksichtigt.
- Szenario 2050 Nicht-Raufutterverwerter: analog zu REF 2015.

Tabelle 29 Umweltindikatoren

	Basis 2015 (ha)	REF 2015 (ha)	Szenario 2050 (ha)
Landwirtschaftliche Nutzflächen (ohne Alpweiden)	1'011'313	960'000	890'000
Landwirtschaftlich genutzt (inkl. Alpweiden)	1'680'887	1'280'000	1'175'000
	(GVE)	(GVE)	(GVE)
GVE total:	1'272'826	804'074	777'824
	(GVE/ha)	(GVE/ha)	(GVE/ha)
Gesamt GVE pro LN	1.26	0.84	0.87
Gesamt GVE pro landwirtschaftliche genutzt	0.76	0.63	0.66

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015: Flächen siehe Tabelle 9, GVE siehe Tabelle 19 und Tabelle 20.
- REF 2015 und Szenario 2050: dito Basis 2015.

Tabelle 30 Treibhausgase und Stickstoffbilanz

	Basis 2015	REF 2015	Vergleich: REF 2015 / Basis 2015	Szenario 2050	Vergleich: Szenario 2050 / Basis 2015
Treibhausgasemissionen (Mio. t CO ₂)	5.93	4.19	71%	4.03	68%
N-Überschüsse (kt N)	91.7	44.11	48%	41.27	45%

Quellen und Erläuterungen:

- Basis 2015, REF 2015, Szenario 2050: Modellergebnisse (FiBL, 2018).
- Die Berechnung der Treibhausgasemissionen stützt sich auf die IPCC (2006) Methode. Berücksichtigt werden die enterische Fermentation in Abhängigkeit von der Fütterung, das Hofdüngermanagement und die Stickstoffdüngung (mineralische, Hofdünger, Ernterückstände als wichtigste Stickstoffquellen). Die Emissionen der Mineraldüngerherstellung werden ebenfalls eingerechnet.
- Die Berechnung der Stickstoffüberschüsse basiert auf der OECD-Methode (2001). Die Stickstoffüberschüsse entsprechen der Differenz zwischen allen Stickstoffinputs (Mineraldünger, Hofdünger, aber auch biologischer Fixierung und Deposition) und allen Stickstoffoutputs in Form von Nahrungs- und Futtermitteln.