



31. Mai 2011

# Klimastrategie Landwirtschaft

## Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel für eine nachhaltige Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft



## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)

Das BLW ist ein Amt des Eidg. Volkswirtschaftsdepartements (EVD)

### **Projektoberleitung:**

Direktionsbereich Strategie und Evaluation, Direktionsbereich Direktzahlungen und Ländliche Entwicklung (beide BLW), Abteilung Klima (BAFU), Gruppe Lufthygiene/Klima (ART), Departement Agrar- und Lebensmittelwissenschaften (ETHZ)

### **Projektteam:**

Fachbereich Ökologie, Fachbereich Forschung und Beratung, Direktionsbereich Direktzahlungen und Ländliche Entwicklung, Fachbereich Meliorationen, Fachbereich Pflanzliche Produkte, Fachbereich Tierische Produkte und Tierzucht, Direktionsbereich Landwirtschaftliche Produktionsmittel (alle BLW), Sektion Klimaberichterstattung und -anpassung (BAFU), Teilbereich Wissensmanagement (BVET)

### **Begleitgruppe:**

Bundesamt für Energie (BFE), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Wirtschaftliche Landesversorgung (BWL), Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO), Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA), Konferenz der Landwirtschaftsämter der Schweiz (KOLAS), Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz (KVU), PROCLIM, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ), Universität Zürich (UNIZH), Universität Bern (UNIBE), Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART), Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP), Agroscope Changins-Wädenswil (ACW), Institut für Viruskrankheiten und Immunprophylaxe (IVI), Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft (SHL), Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), Haute École d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD), Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern (LANAT), Agridea, Ökostrom Schweiz, Schweizer Hagel, Schweizer Bauernverband (SBV), suisse melio, Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für die Berggebiete (SAB), BIO-SUISSE, World Wide Fund For Nature (WWF)

### **PDF-Download:**

[www.blw.admin.ch](http://www.blw.admin.ch) >Themen >Nachhaltigkeit >Ökologie >Klima

## Vorwort

Vor dem Hintergrund der Globalisierung werden die Themen Klima und Klimawandel immer dringlicher.

Wie soll die Schweizer Agrarpolitik mit diesen grossen Herausforderungen umgehen?

- Die Entscheidungen den einzelnen Staaten und der internationalen Gemeinschaft überlassen?
- Das Problem ignorieren?
- Die Herausforderung Klimawandel ernst nehmen und dafür sorgen, dass auf kohärente und professionelle Art damit umgegangen wird?

Angesichts der Veränderungen und der Unsicherheiten, mit denen sich die Landwirtschaft konfrontiert sieht, wäre ein Aufschub durchaus verständlich und legitim.

Doch das Bundesamt für Landwirtschaft hat sich gegen dieses Vorgehen entschieden.

Da die Landwirtschaft direkt vom Klimawandel betroffen ist, einerseits zu seinen Verursachern zählt und andererseits unter seinen Auswirkungen leidet, aber vor allem weil sie konkret zur Minderung dieser Auswirkungen beitragen kann, hat das BLW die vorliegende Strategie erarbeitet.

Hinter dem vorliegenden Dokument stecken die Arbeit, das Knowhow und die Trade-offs zahlreicher Partnergruppen und Institutionen, die in direktem Zusammenhang mit der Landwirtschaft stehen und von diesen Fragen betroffen sind. Ihnen gebührt an dieser Stelle ein herzliches Dankeschön.

Das Strategiepapier liefert, sowohl bezüglich der Minderung der Treibhausgasemissionen als auch im Bereich der Anpassung an den Klimawandel eine Analyse des Status quo, legt lang- und mittelfristige Ziele fest und führt im Hinblick auf deren Konkretisierung jene Interventionsbereiche an, in denen vorrangig Handlungsbedarf besteht. Weiter werden die Vorgehensweisen und Handlungsoptionen hervorgehoben, die angesichts der aktuellen Situation am angemessensten scheinen.

Die Strategie konzentriert sich auf die Landwirtschaft; berücksichtigt jedoch die gesamte Ernährungskette, von den der landwirtschaftlichen Produktion vorgelagerten Bereichen über die Verarbeitung und den Vertrieb bis hin zum Endverbraucher und zur Wiederverwertung.

Jeder Akteur wird Verantwortung übernehmen und seinen Teil zu einem progressiven Änderungsprozess beitragen müssen. Die Herausforderung Klimawandel verlangt eine Anpassung gewisser agronomischer Praktiken und Verfahren, doch auch in Industrie und Handel sowie beim Konsumverhalten und den Auswahlkriterien der Verbraucher werden Veränderungen notwendig sein.

Diese Entwicklung wird allerdings nicht von heute auf morgen stattfinden: Die wissenschaftlichen Grundlagen sind oft lückenhaft, die technologischen Lösungen noch in der Testphase; Kritik und Vorbehalte dürfen nicht ignoriert werden. Um all die offenen Fragen zu klären und die Zweifel zu beseitigen, wird viel Engagement und Aufwand erforderlich sein. Das vorliegende Dokument soll diesen Prozess einleiten. So werden wir schlussendlich die Ausrichtung und die Instrumente der Agrarpolitik dahingehend beeinflussen können, dass die Landwirtschaft und die gesamte Ernährungskette ihrer Verantwortung im Bereich Klimaschutz mehr und mehr gerecht werden.

Dominique Kohli, Vizedirektor

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Ausgangslage.....	7
2.1	<i>Treibhausgasemissionen</i> .....	7
2.2	<i>Auswirkungen des Klimawandels</i> .....	10
2.3	<i>Relevante Bereiche</i> .....	12
3	Grundsätze .....	15
4	Vision und Ziele .....	17
4.1	<i>Vision</i> .....	17
4.2	<i>Oberziel</i> .....	17
4.3	<i>Teilziele</i> .....	19
5	Handlungsfelder .....	21
5.1	<i>Beschreibung der Handlungsfelder</i> .....	22
5.2	<i>Nachgelagerter Bereich</i> .....	34
5.3	<i>Zusammenfassende Bewertung und Synthese</i> .....	35
6	Folgerungen .....	39
7	Ausblick .....	43

## 1 Einleitung

Die Minderung der Treibhausgasemissionen und die Anpassung an den Klimawandel gehören zu den wichtigsten umwelt-, gesellschafts- und wirtschaftspolitischen Herausforderungen der heutigen und kommenden Zeit. Das gilt global, national wie auch regional für alle Sektoren unserer Gesellschaft. Auch die Land- und Ernährungswirtschaft<sup>1</sup> hat sich dieser Herausforderungen zu stellen. Sie hat das Potenzial einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten: durch direkte Reduktion der Treibhausgasemissionen, durch Aufbau und Schutz von Kohlenstoffspeichern oder der Produktion erneuerbarer Energien. Um die Produktion von Nahrungsmitteln und die Erbringung der gemeinwirtschaftlichen Leistungen in Zukunft weiter sicherstellen zu können, muss sich die Land- und Ernährungswirtschaft an die Veränderung der klimatischen Bedingungen anpassen. Schritte und Massnahmen sollen rechtzeitig erfolgen, damit sich bietende Chancen genutzt werden können.

Die durch menschliche Aktivitäten ausgestossenen Treibhausgase verteilen sich in der Atmosphäre und beeinflussen die Strahlungsbilanz der Erde. Die Abstrahlung wird reduziert, was zu einem Anstieg der globalen Mitteltemperatur führt. Um gravierende und irreversible Schäden zu vermeiden, ist gemäss wissenschaftlichem Beirat für Klimafragen der UNO (IPCC) die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur gegenüber vorindustrieller Zeit auf maximal 2 °C zu begrenzen und bis 2050 eine Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen um mehr als 85 % gegenüber 1990 nötig<sup>2</sup>. Je nach Bevölkerungsentwicklung müssten die globalen Treibhausgasemissionen von heute 5,8 Tonnen pro Kopf auf maximal 1-1,5 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Kopf und Jahr gesenkt werden. Im Rahmen der Verhandlungen für eine Nachfolgeregelung zum Kyoto-Protokoll, welches Ende 2012 ausläuft, hat sich die internationale Staatengemeinschaft zum 2 °C-Ziel bekannt. Um dieses Ziel zu erreichen braucht es Beiträge aller Sektoren – auch der Land- und Ernährungswirtschaft. Werden direkte und indirekte Emissionen berücksichtigt, macht die Landwirtschaft heute zwischen 17 und 32 % aller globalen vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen aus<sup>3</sup>.

Gemäss Schätzungen der UN-Welternährungsorganisation (FAO) wird die Nachfrage nach Nahrungsmitteln bis 2030 um 50 % zunehmen. Ein wesentlicher Faktor dieser Nachfragesteigerung ist weiterhin das Wachstum der Weltbevölkerung von heute rund 6,8 Milliarden Menschen auf gut 9 Milliarden im Jahr 2050. Pro Jahr müssen heute rund 75 Millionen Menschen zusätzlich ernährt werden. Während die Nachfrage global steigt, sind Rohstoffe und Ressourcen für die Produktion begrenzt. Als Folge der Klimaerwärmung werden die globale Niederschlagsverteilung ändern, der Meeresspiegel weiter ansteigen und die Intensität und die Häufigkeit von Extremereignissen (Hitzewellen, Dürren, starke Niederschlagsereignisse sowie tropischer Wirbelstürme) zunehmen. Die Auswirkungen manifestieren sich lokal unterschiedlich. Unter diesen Voraussetzungen die ausreichende Ernährung der Weltbevölkerung zu gewährleisten, stellt eine besondere Herausforderung dar und macht Anpassungen entlang der ganzen Ernährungskette nötig.

Der Klimawandel ist ein globales Phänomen. Es ist deshalb notwendig auf globaler Ebene Verhandlungen über verbindliche Reduktionsverpflichtungen und über Finanzierungsmechanismen für die Anpassung an den Klimawandel zu führen und über einen stärkeren Einbezug der Landwirtschaft zu diskutieren. Wichtig sind auch globale Allianzen wie beispielsweise zur Vernetzung der Forschung. Handeln zahlt sich schliesslich auf regionaler und lokaler Ebene aus: Einerseits stellt die klimafreundliche Produktion ein Marktargument dar und weist verschiedene Mehrfachnutzen auf, andererseits können durch rechtzeitige Anpassung Schäden abgewendet, längerfristig Kosten reduziert und sich bietende Chancen genutzt werden.

---

<sup>1</sup> Die Bezeichnung Land- und Ernährungswirtschaft beinhaltet die ganze Ernährungskette, das heisst sowohl die landwirtschaftliche Produktion als auch die vor- und nachgelagerten Bereiche inklusive Konsum.

<sup>2</sup> IPCC 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

<sup>3</sup> Bellarby J., Foereid B., Hastings A., Smith P., 2008. Cool farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential. Greenpeace International. Amsterdam.

Der Klimawandel ist ein schleichender Prozess von grosser Komplexität und einem langen Zeithorizont. Sowohl beim Klimaschutz als auch bei der Anpassung an den Klimawandel ist staatliches Handeln notwendig. Die Herausforderung besteht darin, jene politischen Handlungsoptionen auszuwählen, die Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel mit optimalem Kosten-Nutzenverhältnis ermöglichen. Die Akteure sind zu befähigen und in die Verantwortung zu nehmen: Die rechtlichen Rahmenbedingungen und die wissenschaftlichen Grundlagen sind bereitzustellen, so dass sie rechtzeitig kluge Entscheidungen treffen können.

Die Klimastrategie Landwirtschaft steht in engem Zusammenhang mit den nationalen klimapolitischen Aktivitäten. Einerseits ist die Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes im Gange. Diese sieht eine Ausweitung auf alle Treibhausgasemissionen vor, das heisst auch für die Landwirtschaft relevanten Gase Methan und Lachgas. In der entsprechenden Botschaft wird auf die Klimastrategie und die mögliche Umsetzung von Massnahmen im Rahmen der Weiterentwicklung der Agrarpolitik verwiesen. Andererseits wird zur Anpassung an den Klimawandel sektorübergreifend eine nationale Anpassungsstrategie erarbeitet. Diese stützt sich auf Teilstrategien relevanter Sektoren – die Landwirtschaft ist einer davon.

Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind zudem eng verflochten mit einer Reihe von Herausforderungen, welche die Agrarpolitik seit vielen Jahren beschäftigen, insbesondere dem nachhaltigen Umgang mit knappen Ressourcen (Boden, Wasser, Biodiversität). Diese Themen wurden im Bericht des Bundesrats „Nahrungsmittelkrise, Nährstoff- und Ressourcenknappheit“ behandelt<sup>4</sup>. Sie bildeten auch die Grundlage für das Diskussionspapier „Land- und Ernährungswirtschaft 2025“ des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) zur strategischen Ausrichtung der Agrarpolitik<sup>5</sup>. Die Klimastrategie Landwirtschaft fügt sich in diese Überlegungen ein, übernimmt deren Stossrichtung und konkretisiert diese mit Bezug auf den Klimawandel.

Das vorliegende Strategiepapier zeigt die wichtigsten Zusammenhänge zwischen Klima und Landwirtschaft auf und benennt die relevanten Bereiche bezüglich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel (Kapitel 2). Es gibt der schweizerischen Land- und Ernährungswirtschaft im Hinblick auf ihre Bemühungen zur Minderung ihrer Treibhausgasemissionen und bei ihrem Anpassungsprozess Leitlinien vor (Kapitel 3) und setzt langfristige Vorgaben und Schwerpunkte (Kapitel 4). Schliesslich werden mögliche Handlungsfelder und -optionen vorgestellt (Kapitel 5) und der Rahmen für die weitere Konkretisierung und Umsetzung der Strategie skizziert (Kapitel 6). Die Klimastrategie legt den Fokus auf die Landwirtschaft. In Anlehnung an das Strategiepapier „Land- und Ernährungswirtschaft 2025“ werden jedoch auch vor- und nachgelagerte Bereiche inklusive der Konsum von Lebensmitteln einbezogen.

Die Strategie richtet sich an die Landwirtschaft und das landwirtschaftliche Wissenssystem (Forschung, Bildung, Beratung). Darüber hinaus werden auch die Bereitsteller von Produktionsmitteln (Landtechnik, chemische Industrie, Pflanzen- und Tierzucht etc.), der nachgelagerte Bereich (Handel, Verarbeitung und Konsum etc.) und weitere relevante Kreise angesprochen. Denn die Landwirtschaft kann bei ihren Reduktionsanstrengungen und ihrem Anpassungsprozess an den Klimawandel nicht isoliert agieren.

Aufgrund der Vielschichtigkeit der Thematik und der Betroffenheit vieler Akteure wurde die vorliegende Strategie mit breiter Beteiligung in einer Projektorganisation bestehend aus Projektoberleitung, Projektteam und Begleitgruppe erarbeitet. In den Gremien waren Personen aus Verwaltung (Bund, Kantone), Forschung und Beratung, sowie Verbänden vertreten. Durch den Austausch über gemeinsame Sitzungen und Workshops sowie mit Feedback-Runden konnte der Einbezug möglichst vieler Aspekte und Erkenntnisse in die Strategie erreicht werden. Die erarbeiteten Inhalte wurden schliesslich zur vorliegenden Strategie verdichtet.

---

<sup>4</sup> BR 2009. Nahrungsmittelkrise, Rohstoff- und Ressourcenknappheit. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats Stadler vom 29. Mai 2008 (08.3270), Bern.

<sup>5</sup> BLW 2010. Land- und Ernährungswirtschaft 2025. Diskussionspapier des Bundesamtes für Landwirtschaft zur strategischen Ausrichtung der Agrarpolitik.

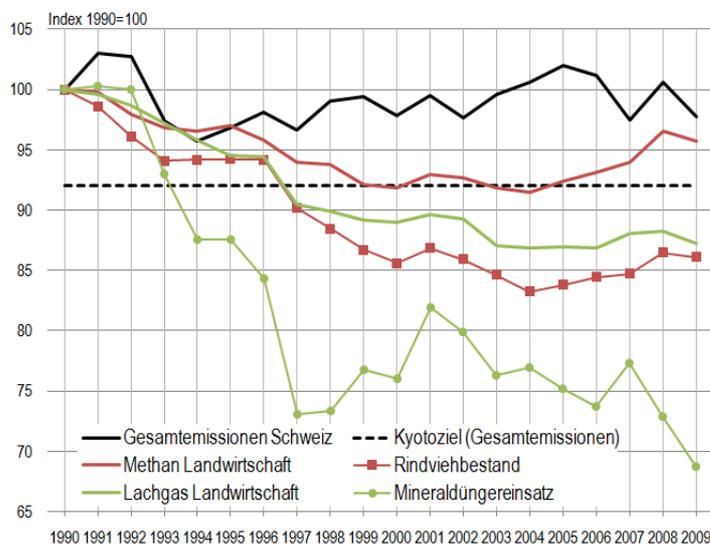
## 2 Ausgangslage

Die Land- und Ernährungswirtschaft ist sowohl Akteurin als auch Betroffene des Klimawandels. Einerseits nimmt die Land- und Ernährungswirtschaft durch die Freisetzung von Treibhausgasen beziehungsweise Speicherung von Kohlenstoff direkt Einfluss auf die Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre, andererseits beeinflussen Klimaänderungen die landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen. Diese beiden Aspekte werden im Folgenden knapp erläutert. Anschliessend werden daraus die relevanten Bereiche bezüglich Minderung des Ausstosses an Treibhausgasen und Anpassung an den Klimawandel abgeleitet.

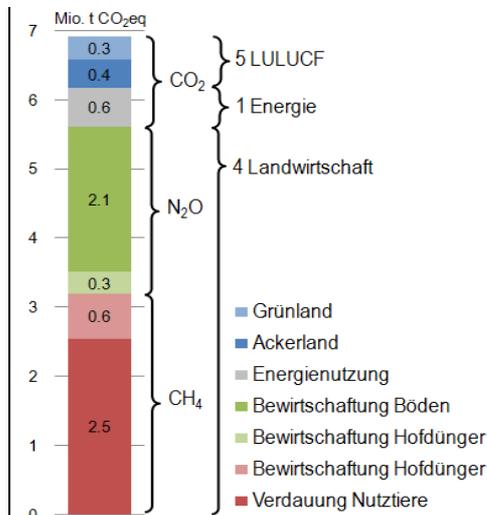
### 2.1 Treibhausgasemissionen

Die Treibhausgasemissionen werden mit Hilfe von standardisierten Methoden nach den Vorgaben der Klimakonvention im nationalen Treibhausgasinventar erfasst. Gemäss diesem Inventar hat die schweizerische Landwirtschaft 2009 5.6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>6</sup> emittiert, das entspricht gut 10 % der Gesamtemissionen der Schweiz<sup>7</sup>. Höhere Anteile gehen auf das Konto von Verkehr (rund 30 %), Industrie und Haushalte (je rund 20 %). Im Unterschied zu den meisten Wirtschaftssektoren ist der Anteil der Landwirtschaft an den fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen sehr gering. Hingegen ist die Landwirtschaft bei den Methan- und Lachgasemissionen die Hauptverursacherin, denn rund 80 % der Methanemissionen und 75 % der Lachgasemissionen stammen aus der Landwirtschaft.

Zwischen 1990 und 2009 haben sich die landwirtschaftlichen Emissionen um gut 8 % von 6.1 auf 5.6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq verringert. Dieser Rückgang ist insbesondere auf die Reduktion des Rindviehbestandes und auf den verminderten Einsatz von mineralischen Stickstoffdüngern zurückzuführen. Die Abnahme ist im Wesentlichen vor 2003 erfolgt. Seit 2004 wird, bedingt durch eine entsprechende Entwicklung der Rindviehzahlen, wieder eine leichte Zunahme beobachtet, wie Abbildung 1 zeigt.



**Abbildung 1:** Entwicklung von Treibhausgasemissionen, Rindviehbestand und Düngereinsatz in der Schweiz relativ zum Stand von 1990<sup>8</sup>.



**Abbildung 2:** Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft nach Gas und Kategorie gemäss nationalem Inventar im Jahr 2009<sup>9</sup>.

<sup>6</sup> Emissionen der einzelnen Treibhausgase werden gemäss ihren Treibhauspotenzialen bezogen auf einen bestimmten Zeitraum (oft 100 Jahre) gewichtet in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, kurz CO<sub>2</sub>eq, angegeben. Dies erlaubt, dass bei bekannten Emissionsmengen die unterschiedlichen Beiträge einzelner Treibhausgase verglichen werden können.

<sup>7</sup> BAFU 2011. Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2009. National Inventory Report 2009. Submission of 15 April 2011 under the United Nations Framework on Climate Change and under the Kyoto Protocol.

<sup>8</sup> siehe Fussnote 7.

<sup>9</sup> siehe Fussnote 7.

Die Emissionen von Methan (CH<sub>4</sub>) sind auf die Verdauung durch die Nutztiere (insbesondere Wiederkäuer) sowie die Hofdüngerbewirtschaftung zurückzuführen, wobei letztere auch zu Lachgasemissionen beiträgt. Direkte und indirekte Emissionen von Lachgas (N<sub>2</sub>O) entstehen ausserdem durch die Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Böden, insbesondere durch die Ausbringung von stickstoffhaltigen Düngern. Die Emissionen stehen im Zusammenhang mit dem Stickstoffkreislauf. N-Verluste in Form von Stickoxid, Nitrat und Ammoniak bilden die Ursache für indirekte Lachgasemissionen.

Darüber hinaus stehen weitere Treibhausgasemissionen in Verbindung mit der Landwirtschaft. Die Emissionen in Form von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), welche bei der Verbrennung fossiler Treib- und Brennstoffe von landwirtschaftlichen Maschinen und Gebäuden entstehen, werden gemäss den Vorgaben der Klimakonvention in der Kategorie „Energie“ bilanziert. 2009 wurden diese Emissionen inklusive Forstwirtschaft auf 0.6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> beziffert. CO<sub>2</sub> wird auch – beeinflusst durch Landnutzung (Bodenbearbeitung, Düngung, Fruchtfolge) und Landnutzungsänderungen – von landwirtschaftlichen Böden aufgenommen oder freigesetzt. Die entsprechenden Emissionen werden unter der Kategorie „LULUCF“<sup>10</sup> aufgeführt und wiesen 2009 eine Quelle von 0.8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> aus. Die Emissionen sind in Abbildung 2 dargestellt.

Es bleibt anzumerken, dass die Bilanzierung im Inventar nach dem Territorialprinzip erfolgt. Im Sinne einer umfassenden Betrachtung müssten auch die grauen Emissionen, die mit der Herstellung und Bereitstellung von Vorleistungen verbunden sind (z.B. Dünger), beziehungsweise der Saldo aus Importen minus Exporten (z.B. bei den Futtermitteln) dazugerechnet werden. Schliesslich fallen auch in den der Produktion nachgelagerten Bereichen relevante Emissionen an, welche es zu berücksichtigen gilt. Im Allgemeinen entstehen rund 75 % der Treibhausgasemissionen des nachgelagerten Bereichs in der Verarbeitung und beim Konsum, während der Handel mit 20 % und die Entsorgung mit 4 % einen wesentlich geringeren Anteil haben<sup>11</sup>. Gerade auch beim Nahrungsmittelkonsum ist die Import-Export-Statistik von Bedeutung. Aus einer Studie ist bekannt, dass 2004 bei Nahrungsmitteln und lebenden Tieren der Importüberschuss an grauen Emissionen für die Schweiz rund 4.1 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq betrug<sup>12</sup>. Gemäss Kaenzig und Jolliet (2006)<sup>13</sup> stehen rund 16 % der Treibhausgasemissionen der Schweiz im Zusammenhang mit der Ernährung.

Bezogen auf den Einzelbetrieb zeigen Ökobilanzen, dass es bei den Treibhausgasemissionen grosse Streuungen zwischen verschiedenen Betrieben und selbst zwischen Betrieben ähnlichen Typs gibt. Ackerbaubetriebe weisen tendenziell ein tiefes, Verkehrsmilch- und Mutterkuhbetriebe ein hohes Treibhauspotenzial auf. Bezogen auf die Bereitstellung von einem Kilogramm Milch (ab Hof) schneiden Betriebe der Talregion leicht besser ab als Bergbetriebe. Bio-Milch und Milch aus ÖLN-Betrieben unterscheiden sich nicht signifikant bezüglich ihres Treibhauspotenzials<sup>14</sup>. Die Gründe für das Abschneiden eines Betriebs sind jedoch vielfältig und allgemeingültige Empfehlungen schwierig. Dass gute und schlechte Betriebe um den Faktor zwei, im Extremfall um den Faktor fünf auseinanderliegen, deutet auf individuelle Verbesserungspotenziale hin (siehe Abbildung 3). Die mit der Ausschöpfung dieser Verbesserungspotenziale verbundenen Kosten dürften in Abhängigkeit von den betrieblichen Voraussetzungen stark variieren. Sie werden massgeblich davon bestimmt, inwieweit die Potenziale zur Treibhausgasemissionsreduktion bereits ausgeschöpft wurden. Da die landwirtschaftlichen Emissionen grösstenteils durch die Tierhaltung verursacht werden und ein bedeutender Teil der pflanzlichen Produktion in der Tierernährung eingesetzt wird, ist die Bewertung

---

<sup>10</sup> Abkürzung für: Land use, land use change and forestry.

<sup>11</sup> Garnett T., 2011. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Policy* (36) S. 25-32.

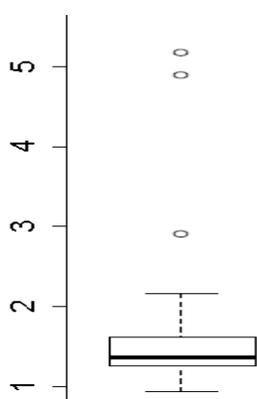
<sup>12</sup> Jungbluth N., Steiner R. & Frischknecht R., 2007. Graue Treibhausgasemissionen der Schweiz 1990-2004. Erweiterte und aktualisierte Bilanz. *Umwelt-Wissen Nr. 0711. BAFU, Bern.*

<sup>13</sup> Kaenzig J. & Jolliet O., 2006. Umweltbewusster Konsum: Schlüsselentscheide, Akteure und Konsummodelle. *Umwelt-Wissen Nr. 0616. BAFU, Bern.*

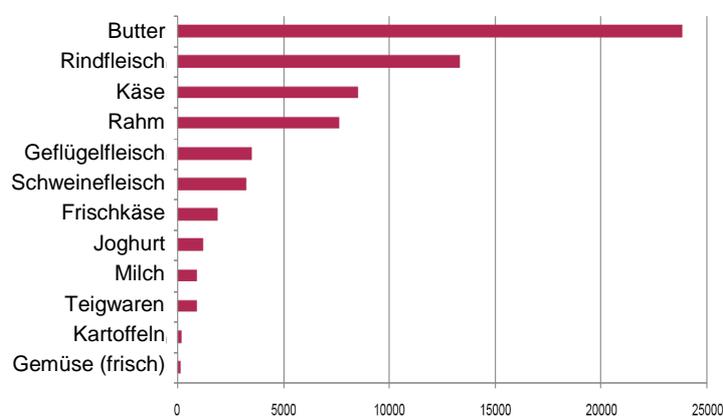
<sup>14</sup> Unveröffentlichter Schlussbericht der ART zum Projekt zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe, Veröffentlichung im 2011.

und Optimierung von tierischen Produktionsverfahren hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit von zentraler Bedeutung für den Klimaschutz in der Landwirtschaft.

Mittels Ökobilanzen lässt sich auch die Klima-Bilanz von Nahrungsmitteln über den gesamten Herstellungsprozess berechnen. Daraus wird ersichtlich, dass neben der landwirtschaftlichen Produktion auch die Verarbeitung durch die Ernährungsindustrie, Handel (Transport und Lagerung), Konsum und Entsorgung beträchtliche Emissionen zur Folge haben. In Abhängigkeit von den benötigten Herstellungsschritten, der Lagerungserfordernisse oder des Transportmittels ergeben sich sehr unterschiedliche Anteile für die verschiedenen Stufen. Schliesslich unterschieden sich die Treibhausgasemissionen verschiedener Lebensmittel deutlich. Grosse Unterschiede gibt es insbesondere zwischen tierischen und pflanzlichen (Abbildung 4), saisonalen und im Gewächshaus produzierten, sowie regionalen und eingeflogenen Produkten. Durch eine entsprechende Gestaltung der Produktions- und Konsummuster kann daher ein grosser Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Eine wichtige Rolle scheinen auch die Lebensmittelabfälle zu spielen, geht gemäss einer FAO-Studie global gesehen ungefähr ein Drittel der produzierten Nahrungsmittel verloren oder wird weggeworfen<sup>15</sup>.



**Abbildung 3:** Treibhauspotenzial (kg CO<sub>2</sub>eq) pro Kilo Milch; Verteilung der Betriebe<sup>16</sup>.



**Abbildung 4:** Treibhausgasemissionen verschiedener Lebensmittel (g CO<sub>2</sub>eq) pro Kilo Lebensmittel<sup>17</sup>.

Bei der Bestimmung der landwirtschaftlichen Emissionen gibt es bedeutende Unsicherheiten. Einerseits handelt es sich meist um diffuse, grossflächige Quellen. Andererseits sind die biologischen und biophysikalischen Prozesse bei Bildung und Abbau äusserst komplex, das heisst sie werden von zahlreichen und heterogenen Standortfaktoren und der Witterung beeinflusst. Die gegenwärtig zur Berechnung der Emissionen herangezogenen Emissionsfaktoren vermögen bedeutende räumliche und zeitliche Schwankungen nicht abzubilden und sind für die Produktionsmethoden der Landwirtschaft in der Schweiz meist nicht ausreichend belegt, beziehungsweise es fehlen detaillierte Angaben zur Anwendung in der Praxis.

Systematischen und umfassenden quantitativen Aussagen, wie viel Treibhausgasemissionen mit welchen Massnahmen in der Schweiz zu welchen Kosten reduziert werden können, fehlt somit eine genügend gute Basis. Es existieren hingegen erste Abklärungen über die Möglichkeiten zur Vermeidung von landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in der Schweiz<sup>18</sup> und für einige weitere Massnahmen häufen sich Hinweise bezüglich ihrer Wirksamkeit. Aus den vorhandenen Ansätzen

<sup>15</sup> FAO 2011. Food losses and food waste: extent, causes and prevention. Study conducted for the international congress Save Food! (Düsseldorf, 16-17 May) by the Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK) on behalf of FAO.

<sup>16</sup> siehe Fussnote 14.

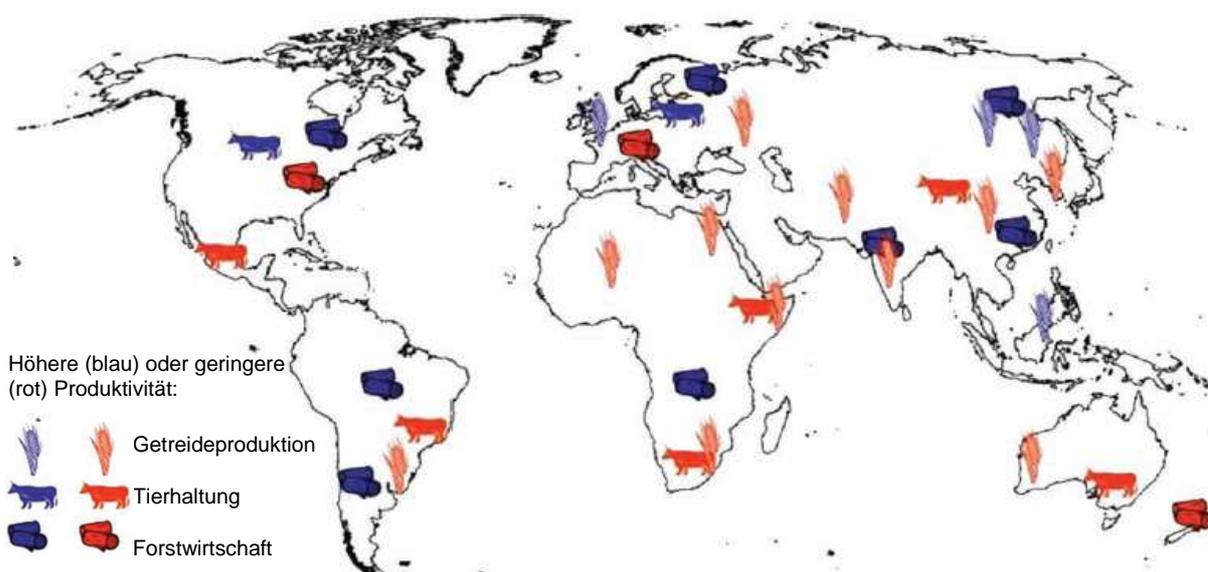
<sup>17</sup> Fritsche U.R. & Eberle U., 2007. Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Öko-Institut e.V. Darmstadt/Hamburg.

<sup>18</sup> Peter S., Hartmann M., Weber M., Lehmann B. & Hediger W., 2009. „THG 2020“ – Möglichkeiten und Grenzen zur Vermeidung landwirtschaftlicher Treibhausgase in der Schweiz. Schriftenreihe 2009/1 der Gruppe Agrar-, Lebensmittel und Umweltökonomie, ETH Zürich.

lassen sich mögliche Handlungsfelder zur Minderung der Emissionen erkennen und benennen (siehe Kapitel 5).

## 2.2 Auswirkungen des Klimawandels

Die Landwirtschaft ist vom Klimawandel unmittelbar betroffen. Die Auswirkungen fallen regional unterschiedlich aus. Insgesamt werden sich die Gunsträume für die landwirtschaftliche Produktion verschieben (Abbildung 5). In diesem Zusammenhang werden die Vegetationslänge und insbesondere die Wasserverfügbarkeit von grosser Bedeutung sein. Regionen, die unter heutigen Bedingungen für eine landwirtschaftliche Nutzung eher zu kühl oder zu feucht sind, können von einer allmählichen Erwärmung und längeren Vegetationsperioden profitieren. In bereits heute wärmeren und trockeneren Regionen wirkt sich der Klimawandel hingegen eher negativ aus. Knapp ein Drittel der Importe von Landwirtschaftsgütern (insbesondere Futtermittel) in die Schweiz, stammen aus vom Klimawandel stark betroffenen Gebieten, wie Südeuropa oder Südamerika<sup>19</sup>. In diesen Regionen wird mit massiv weniger Niederschlägen gerechnet, was die Landwirtschaft in diesen Regionen beeinträchtigen und Auswirkungen auf den globalen Handel mit Agrargütern haben wird. Die erwarteten stärkeren meteorologischen Extremereignisse werden die Preisschwankungen auf den Agrarmärkten verstärken, welche aufgrund der Vernetzung der Märkte lokal spürbar werden können.



**Abbildung 5:** Globale Auswirkungen des Klimawandels auf landwirtschaftliche Erträge und Holzproduktion 2050<sup>20</sup>.

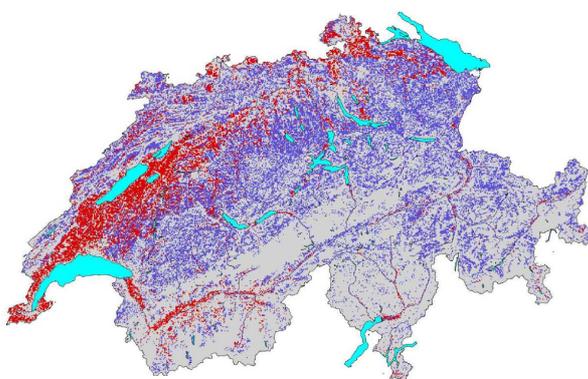
Bei einer moderaten Erwärmung von nicht mehr als 2 °C und ausreichender Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit kann davon ausgegangen werden, dass in verschiedenen Regionen der Schweiz die potenziellen Erträge im Acker- und Futterbau zunehmen. Die kontinentale Lage und die komplexe Topographie der Alpen haben allerdings zur Folge, dass sich das Klima in der Schweiz stärker erwärmt als im globalen Mittel. Und obwohl das Wasserangebot in der Schweiz insgesamt mehr als ausreichend ist, wird die Landwirtschaft als Folge der Abnahme der mittleren Niederschlagsmenge, der saisonalen Verschiebung der Niederschlagshäufigkeiten und der Anzahl Niederschlagstage während der Vegetationszeit zunehmend von Trockenheit betroffen sein.

<sup>19</sup> Schwank O., Peter M., Lienhard M., Kraemer R.A., Lückge H. & Görlach B., 2007. Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Schweizer Volkswirtschaft (internationale Einflüsse). BAFU, Bern.

<sup>20</sup> Easterling W.E., Aggarwal P.K., Batima P., Brander K.M., Erda L., Howden S.M., Kirilenko A., Morton J., Soussana J.F., Schmidhuber J. & Tubiello F.N., 2007. Food, fibre and forest products. In: *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC)* (Eds. Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. & Hanson C.E.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, S. 273-313.

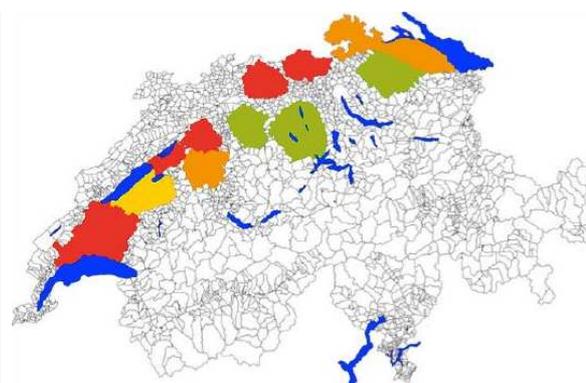
Trockenheit in der Landwirtschaft bedeutet, dass der Gehalt des Bodens an verfügbarem Wasser so tief liegt, dass Wachstum und Ertrag der Kulturen eingeschränkt sind. Diese Situation entsteht, wenn das durch Verdunstung dem Boden entzogene Wasser nicht durch Niederschläge kompensiert wird und das Verhältnis von aktueller (ET) zu potenzieller (ETp) Verdunstung (Evapotranspiration) sinkt<sup>21</sup>. Bereits heute besteht gemäss Fuhrer und Jasper (2009) auf 41 % der potenziellen Ackerfläche und 26 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ein theoretisch ausgewiesener Bewässerungsbedarf<sup>22</sup>. Abbildung 6 zeigt, dass sich vor allem im westlichen Mittelland potenziell bewässerungsbedürftige Gebiete befinden.

Auf die Getreideerträge wird der Klimawandel einen tendenziell negativen Einfluss haben, wobei die jährlichen Ertragsschwankungen in gewissen Regionen um mehr als 30 % zunehmen werden. Je nach Region und Kultur sind jedoch völlig unterschiedliche Effekte auf die durchschnittlichen Erträge und die Ertragsvariabilität zu erwarten. Abbildung 7 zeigt, dass in den bereits eher trockenen Gebieten wie der Westschweiz, der Klimawandel zu schlechteren Bedingungen im Weizenanbau führen wird, während sich in der Zentralschweiz die erwarteten wärmeren und trockeneren Wetterverhältnisse durchaus positiv auf die Erträge auswirken und Ertragsschwankungen abnehmen werden.



Unterschreitung des Schwellenwerts von 0.80 ET/ETp in einem Drittel der Jahre 1980-2006 (relativer Flächenanteil)  
 ■ Nein (74 %)  
 ■ Ja (26 %)

**Abbildung 6:** Bewässerungsbedürftigkeit auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche aufgrund Unterschreitung des Schwellenwerts<sup>23</sup>.



■ Abnahme um 0 % bis 10 %  
 ■ Zunahme um 0 % bis 10 %  
 ■ Zunahme um 10 % bis 20 %  
 ■ Zunahme mehr als 20 %

**Abbildung 7:** Prognostizierte Veränderungen der Ertragsschwankungen im Weizenanbau für das Jahr 2050<sup>24</sup>.

Die steigende atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration wirkt unter günstigen Standortbedingungen bei vielen Kulturen positiv auf das Pflanzenwachstum. Dieser CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt darf jedoch nicht überbewertet werden, da dieser durch die ertragslimitierende Wirkung steigender Temperaturen und zunehmenden Wassermangel überlagert wird<sup>25</sup>. Höhere atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentrationen verändern zudem die Kulturen auch qualitativ indem Veränderungen bei der chemischen Zusammensetzung des pflanzlichen Gewebes und den Gehalten an Nähr- und Inhaltsstoffen auftreten können.

Als bedeutend ist die Zunahme der Witterungsextreme zu sehen, denn diese mindern die Ertragssicherheit. Bei vermehrtem Stress durch Hitze, Kälte, Trockenheit oder Nässe ist mit zum Teil

<sup>21</sup> Das Verhältnis ET/ETp eignet sich gut als Mass für Trockenheit. Unterschreitet das Verhältnis den Wert von 0.8, so ist mit deutlich negativen Auswirkungen auf Acker- und Futterbau zu rechnen. Die potenzielle Evapotranspiration gibt die aufgrund der meteorologischen Bedingungen maximal mögliche Verdunstungsrate an.

<sup>22</sup> Fuhrer J. & Jasper K., 2009. Bewässerungsbedürftigkeit von Acker- und Grasland im heutigen Klima. *Agrarforschung* 16 (10), S. 396-401.

<sup>23</sup> siehe Fussnote 22.

<sup>24</sup> ETH 2010. Klimawandelauswirkungen im Schweizer Ackerbau. *InfoAgrarWirtschaft* (3), S. 2.

<sup>25</sup> Fuhrer J., 2003. Agroecosystem responses to combinations of elevated CO<sub>2</sub>, ozone, and global climate change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (97), S. 1-20.

erheblichen Ertragsausfällen zu rechnen, insbesondere wenn dieser während sensibler Phasen, zum Beispiel beim Getreide während der Blüte, auftritt. Zusätzlich können Schäden durch Hagel, Starkniederschläge und Überflutung bei Hochwasser und durch erhöhte Spätfrostgefährdung (vor allem im Obstbau) zunehmen. Darüber hinaus können sich Pflanzenschutzprobleme verstärken, die mit neuen Schadorganismen sowie einer Zunahme des Befallsdrucks durch derzeit unauffällige Schadorganismen einhergehen.

Sich verändernde Bodenzustände, insbesondere die zunehmende Trockenheit während der Vegetationsperiode und eine vor allem im Herbst höhere Vernässungsgefahr, stellen neue Herausforderungen für die Bewirtschaftung dar. Der Humuserhaltung kommt in diesem Zusammenhang eine erhöhte Bedeutung zu. Durch die Erwärmung und die häufigeren und intensiveren Extremereignisse ist damit zu rechnen, dass ohne entsprechende Anpassungsmassnahmen die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigt wird und Agrarumweltprobleme wie Auswaschung oder Bodenerosion zukünftig zunehmen könnten. Umgekehrt kann die Landwirtschaft durch eine angepasste Bewirtschaftung etwa zur Dämpfung von Hochwasserereignissen beitragen.

In der Tierproduktion können höhere Sommertemperaturen zu Hitzestress bei Tieren führen, was die Produktivität verringern und Erlöseinbussen verursachen kann. Auch die Einschleppung und Ausbreitung neuer durch tierische Vektoren verbreitete Krankheiten wie zum Beispiel der Blauzungenkrankheit bei Wiederkäuern, kann durch den Klimawandel begünstigt werden.

Statistische Untersuchungen auf der Basis von Klimadaten und -szenarien zeigen, dass die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Hitzesommers, wie wir ihn 2003 hatten, von heute 5 % bis 2050 auf 10-40 % steigen wird<sup>26</sup>. Mögliche Anpassungen sollten deshalb ins Auge gefasst werden, damit kostspielige Notmassnahmen nicht zur Regel werden. Die Kombination von hohen Temperaturen mit geringen Niederschlägen hatte im Hitzesommer 2003 zu einer durchschnittlichen Reduktion der Ernteerträge um rund 20 % geführt<sup>27</sup>.

Für die landwirtschaftliche Produktion sind angesichts des Klimawandels einerseits positive Aspekte (wärmere Temperaturen, längere Vegetationsperiode) und andererseits zunehmende Risiken durch Extremereignisse (Hitze, Trockenheit, Starkniederschläge) zu erwarten. Zur Entwicklung von Extremereignissen lassen Klimaprojektionen jedoch bislang keine zuverlässigen Aussagen zu. Zudem ist die regionale Auflösung der heutigen Klimamodelle niedrig, respektive sinkt deren Aussagekraft mit zunehmender Regionalisierung. Für die Abschätzung der zukünftigen Auswirkungen müssen Trends oder Bandbreiten dienen.

Der nachgelagerte Bereich wird in der Schweiz durch den Klimawandel wenig beeinflusst. Veränderungen treten insbesondere bei den zu verarbeitenden Ausgangsprodukten und deren Herkunft auf. Diese sind bedingt durch Veränderungen beim Warenangebot und bei der Nachfrage der Konsumentinnen und Konsumenten.

### **2.3 Relevante Bereiche**

Aus den Emissionsquellen sowie aus den direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels lassen sich für die Landwirtschaft elf relevante Bereiche für die Minderung des Treibhausgasausstosses und für die Anpassung an die Veränderungen ableiten (Abbildung 8). Eine wichtige Bedeutung im Gesamtsystem der Land- und Ernährungswirtschaft kommt zudem dem nachgelagerten Bereich (Verarbeitung, Handel, Konsum, Entsorgung) zu.

---

<sup>26</sup> Calanca P., 2009. Klimawandel und Landwirtschaft: Risiken erkennen und bewältigen. (Vortrag anlässlich der Tagung Variabilität, Vorhersagbarkeit und Risiken des Klimas: Acht Jahre NFS Klima), Bern, 12. Juni 2009.

<sup>27</sup> Keller F. & Fuhrer J., 2009. Die Landwirtschaft und der Hitzesommer 2003. *Agrarforschung* 11 (9), S. 403-410.



**Abbildung 8:** Relevante Bereiche der Minderung der Treibhausgasemissionen (rot) und der Anpassung an den Klimawandel (blau) für die Land- und Ernährungswirtschaft.

Die relevanten Bereiche können wie folgt umschrieben werden:



**Tierproduktion:** Hierunter fallen die im Zusammenhang mit der Fütterung (Futtermittelproduktion und -bereitstellung) und der Verdauung (insbesondere die anaerobe Zellulosevergärung im Verdauungstrakt der Wiederkäuer) entstehenden Emissionen.



**Düngermanagement:** Von der Ausscheidung durch die Tiere beziehungsweise der Düngemittelherstellung über die Lagerung bis zur Ausbringung auf dem Feld fallen Emissionen überwiegend in Form von Methan und Lachgas an.



**Bodenbewirtschaftung:** In Abhängigkeit von Bewirtschaftung und Klima können landwirtschaftlich genutzte Böden Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden (Senke) oder freisetzen (Quelle). Ebenfalls werden dadurch die Methan- und Lachgasemissionen aus den Böden beeinflusst.



**Energienutzung:** Dieser Bereich umfasst die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die mit der Nutzung von Energieträgern anfallen. Hauptsächlich der Verbrauch fossiler Treib- und Brennstoffe fällt ins Gewicht.



**Energieproduktion:** Dieser Bereich beinhaltet die Emissionseinsparungen, die durch die Nutzung von erneuerbaren Energien, respektive der damit verbundenen Substitution von fossilen Energieträgern erreicht werden können.



**Standorteignung:** Die Eignung eines Standortes für die landwirtschaftliche Produktion wird unter anderem von den naturräumlichen Gegebenheiten (Topographie, Bodentyp, Exposition) und den klimatischen Bedingungen bestimmt. Eine Veränderung des Klimas führt deshalb zu einer Veränderung der Standorteignung. Sofern die Bodeneigenschaften (Humusgehalt, Bodenfeuchte, Gründigkeit etc.) durch Klimaveränderungen direkt oder indirekt beeinflusst werden, wirkt sich dies auch auf die Nutzbarkeit und die Bewirtschaftung eines Standortes aus. Schliesslich kann sich auch die Naturgefahrenlage ändern.



**Starkniederschläge:** Intensive oder lang andauernde Regenfälle erhöhen insbesondere während der vegetationsarmen Zeit das Risiko von Bodenerosion (Oberbodenverlust) und Auswaschung. Die Gefahr von Überschwemmungen und Murgängen nimmt zu und wird unter Naturgefahren (vgl. Standorteignung) behandelt.



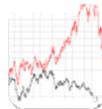
**Trockenheit:** Steigende Temperaturen erhöhen die potenzielle Verdunstung (Evapotranspiration) durch Pflanzen und Bodenoberflächen. Kombiniert mit einem Mangel an Niederschlägen reduziert dies den pflanzenverfügbaren Wassergehalt des Bodens. Dies kann vermehrt zu kritischen Bodenwasserzuständen führen und erhöht das Risiko von Ertragsausfällen im Acker- und Futterbau, sowie bei Spezialkulturen.



**Hitzestress:** Längere Perioden mit extrem hohen Temperaturen können sowohl bei Pflanzen als auch bei Tieren Hitzestress verursachen, was zu Ertrags- und Leistungseinbußen und bei Tieren zu gesundheitlichen Problemen führen kann.



**Schadorganismen:** Zunehmende Temperaturen und die damit verbundenen milden Winter begünstigen das Auftreten und die Verbreitung von neuen Schadorganismen (Schadinsekten, Unkräuter, Vektoren, Krankheiten) in Anbausystemen und bei Nutztieren.



**Preisvolatilitäten:** Durch den Klimawandel kommt es auf globaler Ebene zu einer Verschiebung der geeigneten Anbauggebiete. Hinzu kommt eine Zunahme von Extremereignissen. Dies dürfte verstärkt zu Angebots- und damit Preisschwankungen bei Nahrungs- und Futtermitteln führen.

Bei den genannten relevanten Bereichen liegt der Fokus auf der Landwirtschaft. In all diesen Bereichen gilt es Schritte zu unternehmen, welche zu Verbesserungen führen. Die relevanten Bereiche sind zum Teil eng miteinander verknüpft (vgl. Kapitel 5). Durch die Vielfalt und Komplexität der Themen wird klar, dass dabei mehrere Disziplinen und Akteure betroffen sind. In einer ganzheitlichen Betrachtung der Ernährungskette ist auch der nachgelagerte Bereich mit einbezogen, da auch dort namhafte Treibhausgasemissionen verursacht werden, beziehungsweise das Ausmass der Emissionen massgeblich vom Konsumverhalten abhängig ist.



**Nachgelagerter Bereich:** Der nachgelagerte Bereich setzt sich aus Verarbeitung, Handel (Transport und Lagerung), Konsum und Entsorgung von landwirtschaftlichen Produkten zusammen. Die Nachfrage, das heisst die Entscheidung des Konsumenten mehr oder weniger emissionsintensive Lebensmittel zu konsumieren, hat einen entscheidenden Einfluss auf die Emissionen. Eine Rolle spielt auch der Anteil der Nahrungsmittelabfälle.

### **3 Grundsätze**

Dieses Kapitel enthält fünf Grundsätze zur Einbettung der Strategie. Sie bilden den Rahmen zur Formulierung der Strategie und dienen den involvierten Akteuren als Weisung bei der Umsetzung der Strategie (siehe Kapitel 6). Die Grundsätze sind jeweils kurz erläutert.

#### ***(1) Ganzheitlich denken***

Klima ist ein Querschnittsthema. Die Landwirtschaft ist in Wirtschaft, Raum und Umwelt eingebettet und international verflochten. Die Klimastrategie Landwirtschaft richtet den Fokus auf die Schweizer Landwirtschaft. Sie bezieht jedoch Bereiche der Ernährungskette (vorgelagerte Stufen, Verarbeitung, Handel und Konsum) und Schnittstellen zu natürlichen Ressourcen (Boden, Wasser, Luft, Biodiversität), zum Tierwohl, zur Raumordnung und zur Energiewirtschaft mit ein. Aufgrund der intensiven Verflechtungen der Land- und Ernährungswirtschaft werden weite Systemgrenzen gesetzt. Produktions-, Futter- und Nahrungsmittelimporte werden eingeschlossen und Verlagerungen von Emissionen ins Ausland somit erfasst. Insgesamt wird eine höhere Robustheit gegenüber externen Einflüssen angestrebt.

Es werden langfristige Ziele verfolgt, zielführende Instrumente eingesetzt und Massnahmen mit grossem Mehrfachnutzen angestossen. Für die Umsetzung der Strategie werden technische, organisatorische, ökonomische und soziale Handlungsansätze verfolgt. Massnahmen mit grossen Effekten beziehungsweise Breitenwirkung und geringem Aufwand/Kosten werden bevorzugt umgesetzt. Weiter spielen Kriterien wie anhaltende Wirkung, Dringlichkeit, Umsetzbarkeit und die gesellschaftliche Akzeptanz bei der Gestaltung und Auswahl von Massnahmen eine Rolle. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel werden gemeinsam betrachtet und Synergien bestmöglich genutzt. Anpassungsmassnahmen dürfen den Zielen der Treibhausgasreduktion nicht widersprechen. Umgekehrt sollen Schritte zur Emissionsminderung die Anpassungsfähigkeit nicht einschränken. Das Zusammenwirken mit anderen (umwelt-)politischen Zielen wird angestrebt und unerwünschte Nebenwirkungen werden vermieden.

#### ***(2) Politik abstimmen***

Viele Politikbereiche sind betroffen. Die relevanten internationalen Entwicklungen insbesondere die Politiken zu Klima, Handel und Landwirtschaft werden verfolgt und aktiv mitgestaltet. Folgende Verbesserungen werden im Sinne der Klimastrategie angestrebt: Internalisierung externer Kosten, hohe Nachhaltigkeitsstandards für Handelsgüter und Marktzugang, verbindliche globale Reduktionsziele und Anpassungsmassnahmen, Wissens- und Technologie-Transfer über klimafreundliche, ressourcenschonende und robuste Produktionssysteme. Die nationale Gesetzgebung wird konform zu den internationalen Abkommen ausgestaltet. Die einzelnen Sektorpolitiken sind aufeinander abzustimmen.

Die Klimastrategie Landwirtschaft steht in engem Bezug mit der Klimapolitik und der Anpassungsstrategie des Bundes. Sie bildet die Grundlage für die weitere Präzisierung von Minderungs- und Anpassungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft. Entsprechende Massnahmen werden bei der Weiterentwicklung und Ergänzung der bisherigen Instrumente der Agrarpolitik schrittweise einbezogen. Fortschritte bezüglich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel werden konsolidiert und Defizite behoben. Der Auftrag der Landwirtschaft zu einer nachhaltigen und auf den Markt ausgerichteten Produktion (Artikel 104 der Bundesverfassung) bildet dabei die Basis. Darüber hinaus gilt es in anderen Politikbereichen gute Voraussetzungen für die Landwirtschaft bezüglich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel zu schaffen.

#### ***(3) Motivation und Beteiligung fördern***

Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind gesamtgesellschaftliche Aufgaben. Die praktizierende Landwirtschaft, Akteure des landwirtschaftlichen Wissenssystems (Forschung, Bildung, Beratung), Akteure aus Wirtschaft, Technik, Verwaltung und Politik, Verbänden, Organisationen sowie

Konsumentinnen und Konsumenten stellen sich der gemeinsamen Aufgabe und leisten ihren effektiven Beitrag zur Erreichung der Ziele der Klimastrategie Landwirtschaft. Um der komplexen Materie gerecht zu werden und aus Effizienzgründen vernetzen sie sich und gehen Kooperationen ein.

Politik und Verwaltung schaffen günstige Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Klimastrategie. Ansatzpunkte sind: Hemmnisse abbauen, Anreize geben und Leitplanken setzen. Die Akteure werden durch Partizipation und Dialog einbezogen, die Vernetzung und der Austausch intensiviert und das Bewusstsein gefördert indem Information und Beratung zur Verfügung gestellt werden. Die Entwicklung und die Verbreitung von Innovationen und guten Beispielen in der Praxis werden unterstützt beziehungsweise die Umsetzung von Massnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel soll zu Kosteneinsparungen, zusätzlichen Erlösen oder Wettbewerbsvorteilen führen.

#### **(4) Wissen ausbauen**

Die Zusammenhänge bezüglich Klimawandel und Landwirtschaft sind komplex und es bestehen viele Unsicherheiten. Wissenslücken im Zusammenhang mit der Umsetzung der Klimastrategie werden zielorientiert bearbeitet. Relevante Forschungsfragen werden rechtzeitig formuliert und angegangen. Grundlagen- und angewandte Forschung ergänzen sich und tragen dazu bei, dass sowohl das Verständnis über wichtige Einflussgrössen, als auch das Wissen über die Wirkungen verschiedener Managemententscheide vergrössert werden. Die Analyse und Entwicklung von Massnahmen und Innovationen in der Landwirtschaft sollen die Quantifizierung des Beitrags zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel beinhalten.

Massnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel stützen sich auf die aktuellsten wissenschaftlichen Erkenntnisse und auf die Erfahrungen aus der Praxis ab. Bei Unsicherheit insbesondere bezüglich der künftigen klimatischen Entwicklung wird nach dem Vorsorgeprinzip gehandelt (Prävention vor Schadensbewältigung). Robuste Massnahmen, die bei vielen möglichen Klimaentwicklungen einen Nutzen aufweisen, werden bevorzugt; ebenso solche, die zu einer breiten Risikostreuung und einer höheren Resilienz beitragen.

#### **(5) Entwicklung verfolgen**

Das Umfeld ist dynamisch. Beobachtung und Monitoring werden so ausgerichtet, dass sie einerseits als Grundlage für ein frühzeitiges Erkennen von Gefahren und effektiven Anpassungen an die Klimaänderung dienen können und andererseits erlauben, relevante Emissionsquellen und -senken zu erkennen, zu quantifizieren und die Wirkung und Effizienz von Reduktionsanstrengungen nachzuweisen.

Auf Seite der Anpassung an den Klimawandel werden für relevante Einflussfaktoren Frühwarnsysteme und Prognosen aufgebaut und etabliert. Auf Seite des Klimaschutzes wird die Anrechenbarkeit von Aktivitäten an die Reduktionsziele verbessert. Dazu wird die Treibhausgasbilanzierung erweitert (z.B. Einbezug der Landnutzung und von Dünger- und Futtermittelimporten) und kontinuierlich verfeinert indem wissenschaftliche Nachweise über die Wirkungen emissionsreduzierender Innovationen (z.B. Einsatz von verschiedenen Futterzusätzen) erbracht und die Verbreitung dieser Innovationen in der Praxis statistisch erfasst werden. Die Fortschritte im Klimaschutz und bei der Anpassung an den Klimawandel werden periodisch evaluiert.

## 4 Vision und Ziele

Vision, strategisches Oberziel und Teilziele geben die Strategie vor. Zunächst wird die für die Land- und Ernährungswirtschaft geltende Vision hinsichtlich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel erläutert. Danach folgen das Oberziel und die Teilziele zu den identifizierten relevanten Bereichen.

### 4.1 Vision

Ausgehend vom Artikel 104 der Bundesverfassung verfolgt die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft folgende Vision (siehe Strategiepapier „Land- und Ernährungswirtschaft 2025“):

**„Die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft erfüllt mit einer ökonomisch erfolgreichen, ökologisch optimalen und sozial verantwortungsbewussten Nahrungsmittelproduktion, -verarbeitung und -verteilung die Bedürfnisse der Konsumentinnen und Konsumenten und die Erwartungen der Bevölkerung.“**

Die Verbesserung der Treibhausgasbilanz der Landwirtschaft und des Bereichs Ernährung und die Minimierung der Risiken von Ertragseinbussen und negativer Umweltwirkungen als Folge des Klimawandels sind wichtige Bestandteile davon. Bezogen auf das Klima kann die Vision wie folgt präzisiert werden:

Die Land- und Ernährungswirtschaft leistet einen massgeblichen Beitrag zum 2°C-Ziel (Begrenzung der globalen Erwärmung gegenüber vorindustrieller Zeit auf maximal 2°C) durch Reduktion der Treibhausgasemissionen und Erhöhung der Klimaschutzleistungen. Gleichzeitig passt sie sich vorausschauend den sich ändernden klimatischen Bedingungen an. Sie minimiert die Risiken, nutzt die Chancen und trägt so zur Ernährungssicherung bei. Die Produktion erfolgt standortangepasst, das heisst sie nutzt das natürliche Potenzial optimal. Sie orientiert sich am Kreislaufprinzip, schont die natürlichen Ressourcen und ist tiergerecht. In der Nahrungsmittelverarbeitung und -verteilung werden Energie- und Materialintensität laufend verbessert. Nahrungsmittelangebot und -nachfrage entwickeln sich klimafreundlich. Die Rahmenbedingungen werden so gesetzt, dass die Akteure entlang der Ernährungskette und die Konsumentinnen und Konsumenten ihre gesellschaftliche Verantwortung wahrnehmen können. Im Rahmen der nationalen und internationalen Diskussionen und Verhandlungen, einer innovativen Agrarforschung sowie Wissens- und Technologie-Transfers wird darauf hingewirkt, dass entsprechende Fortschritte weltweit erzielt werden.

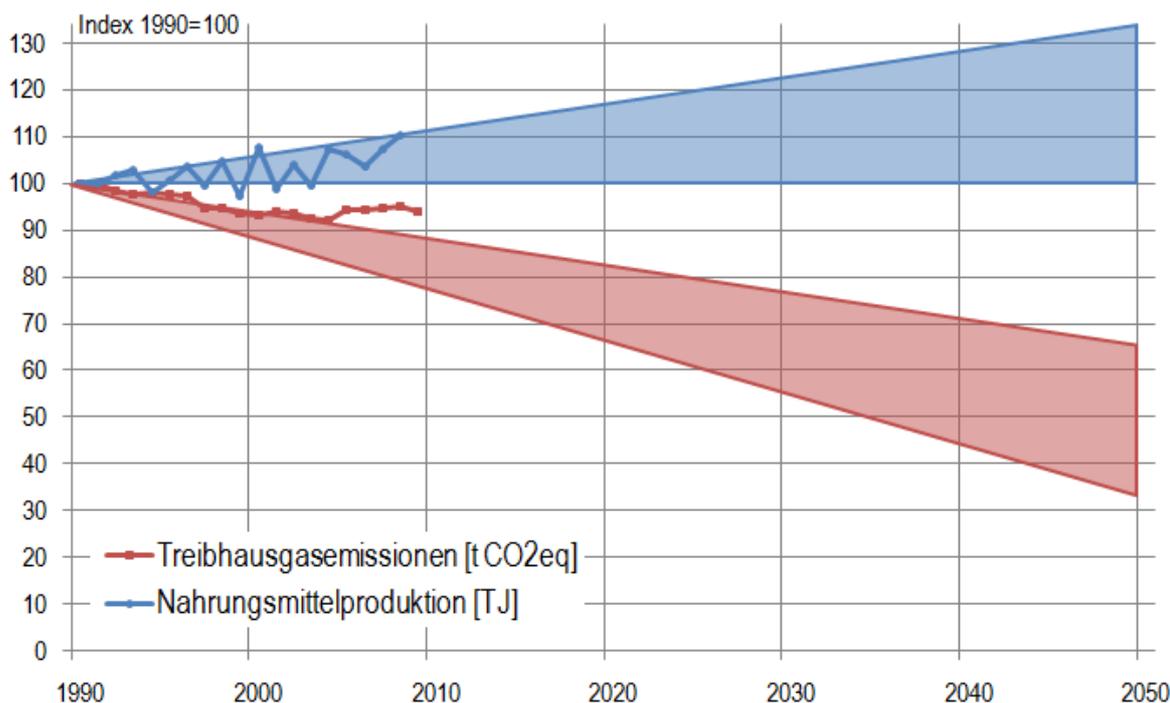
### 4.2 Oberziel

Das strategische Oberziel orientiert sich bezüglich Klimaschutz an den Treibhausgasemissionen und bezüglich Anpassung an den Klimawandel an der Nahrungsmittelproduktion (siehe Abbildung 9). Es wird wie folgt definiert:

**Die Schweizer Landwirtschaft passt sich vorausschauend an die Klimaveränderung an und kann dadurch sowohl die Produktion als auch die gemeinwirtschaftlichen Leistungen steigern.**

**Sie nutzt die technischen, betrieblichen und organisatorischen Möglichkeiten zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen optimal und erreicht so eine Reduktion von mindestens einem Drittel bis 2050 im Vergleich zu 1990.**

**Mit einer entsprechenden Entwicklung der Konsum- und Produktionsmuster wird in der Ernährung insgesamt eine Reduktion um zwei Drittel angestrebt.**



**Abbildung 9:** Zielpfade bezüglich Nahrungsmittelproduktion (blauer Bereich), Treibhausgasemissionen (roter Bereich) und bisherige Entwicklung<sup>28</sup>.

Das Oberziel stellt eine langfristige Vorgabe (Horizont 2050) dar. Es nimmt die Notwendigkeit und Bestrebungen auf, die Treibhausgasemissionen substanziell zu reduzieren (2°C-Ziel) und gleichzeitig eine zunehmende Nachfrage nach Nahrungsmitteln zu decken (Ernährungssicherheit). Das Ziel trägt dem Umstand Rechnung, dass die Reduktionspotenziale in der Landwirtschaft im Vergleich mit anderen Sektoren unter anderem aufgrund der Abhängigkeit von biologischen Prozessen beschränkt beziehungsweise mit höheren Vermeidungskosten verbunden sind. Dem Bereich Ernährung wird so 2050 im Vergleich zu heute ein bedeutend höherer Anteil an den Gesamtemissionen eingeräumt.

Bezüglich Anpassung an den Klimawandel beeinflussen die Voraussetzungen (einerseits schwierige Topografie, andererseits insgesamt gute Wasserverfügbarkeit) und die Möglichkeiten der Schweizer Landwirtschaft den Zielpfad. Im Oberziel sind sowohl die Treibhausgasemissionen als auch die Nahrungsmittelproduktion (als Indikator für die Anpassung) und die Multifunktionalität der Landwirtschaft enthalten, zusätzlich wird der nachgelagerte Bereich inkl. Konsum angesprochen. So werden die Abhängigkeiten dieser Aspekte untereinander berücksichtigt: Massnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel sollen sich nicht konkurrieren, die Ernährung spielt eine wichtige Rolle bei der Zielerreichung (insbesondere: Konsumverhalten in Bezug auf unterschiedliche Klimabelastung von Produkten, Lebensmittelabfälle), die Produktion darf nicht auf Kosten der gemeinwirtschaftliche Leistungen erfolgen und Emissionen sollen nicht ins Ausland verlagert werden.

Der Trend der bisherigen Entwicklung und die Prognosen zeigen in die gewünschte Richtung. Bezüglich Anpassung an den Klimawandel gilt es, die Resilienz beziehungsweise Robustheit vorbeugend zu verbessern, um die negativen Auswirkungen von Extremereignissen abzufedern. Bezüglich des Klimaschutzes sind die Effizienzsteigerungspotenziale konsequent auszunutzen und der Einsatz von nicht erneuerbaren Energieträgern und Erzeugnissen zu verkleinern. Der technologische Fortschritt und neue wissenschaftliche Erkenntnisse werden einen Beitrag leisten. Um

<sup>28</sup> Die Zahlen zu den Treibhausgasemissionen beruhen auf: BAFU 2011. Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2009. National Inventory Report 2009. Submission of 15 April 2011 under the United Nations Framework on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Die Daten zur Nahrungsmittelproduktion beruhen auf: SBV 2009. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, Brugg.

die Reduktionsvorgabe bezüglich Ernährung (minus zwei Drittel) einhalten zu können, sind weitere Anstrengungen nötig.

#### 4.3 Teilziele

Das Oberziel kann entsprechend den eingangs identifizierten relevanten Bereichen (siehe Kapitel 2.3) auf folgende Teilziele herunter gebrochen werden. Es handelt sich um wichtige Stellschrauben des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel, wobei ein Teilziel häufig beide Aspekte umfasst.



**Tierproduktion:** Die Produktion von tierischen Erzeugnissen wird bezüglich ihrer Klimawirkung optimiert (weniger Emissionen pro produzierte Einheit). Produktivität und Effizienz werden erhöht beziehungsweise unproduktive Phasen minimiert. Die Zusammensetzung der Futtrationen wird auf den Bedarf abgestimmt. Bei den Tieren werden eine hohe Lebensleistung und eine gute Gesundheit angestrebt. Die Produktion von tierischen Erzeugnissen hat standortgerecht zu erfolgen (ausgeglichene Nährstoffbilanzen, Verwendung lokaler Futtervorkommen).



**Düngermanagement:** Lagerung und Ausbringung sind so emissionsarm wie möglich zu gestalten. Einrichtungen zur Lagerung von Hofdüngern sind so auszustatten und zu betreiben, dass keine vermeidbaren Verluste entstehen. Düngerform und -menge sowie der Ausbringungszeitpunkt sind dem Pflanzenbedarf, dem Bodenzustand und den Witterungsverhältnissen optimal anzupassen. Bilanzüberschüsse (insbesondere bezüglich Stickstoff) werden abgebaut. Mineraldünger werden weitgehend durch geeignete und weniger energieintensive Alternativen substituiert.



**Bodenbewirtschaftung:** Bodenstruktur und -fruchtbarkeit werden allgemein verbessert und dauerhaft erhalten. Mit einem gezielten Management des Umsatzes an organischer Substanz (Humusbilanz) wird die Kohlenstoffspeicherung gefördert und die spezifischen C-Optima angestrebt. Die Landwirtschaft soll zu einer Netto-Kohlenstoffsенке werden. Die Kohlenstoffspeicherung durch Landnutzung und Landnutzungsänderungen soll die C-Verluste (z.B. Emissionen als Folge des Grünlandumbruchs oder der Bewirtschaftung ehemaliger Moore) mindestens ausgleichen. Im Rahmen der Bodenbewirtschaftung werden zudem die Lachgasemissionen aus gedüngten Böden soweit möglich eingedämmt und die Methanbindung gefördert.



**Energienutzung:** Die Energieeffizienz wird verbessert. Durch den effizienten Einsatz von effizienten Maschinen und Geräten wird Energie eingespart. Gebäude werden energetisch optimiert. Anfallende Wärme wird genutzt.



**Energieproduktion:** Der Einsatz und die Produktion erneuerbarer Energien werden gesteigert. Die Landwirtschaft wird zur Netto-Energieproduzentin, das heisst sie produziert insgesamt mehr erneuerbare Energie als sie direkt und indirekt verbraucht. Bezüglich Energie aus Biomasse sind die Vorgaben der Biomassestrategie (keine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion) einzuhalten.



**Standorteignung:** Die landwirtschaftliche Produktion wird der sich verändernden Standorteignung angepasst. Das Produktionspotenzial wird durch eine intelligente Raumordnung und eine standortgerechte Bewirtschaftung bestmöglich genutzt und die Risikoexposition verringert. Durch die Eindämmung der Bodenversiegelung bleiben der Landwirtschaft die besten Böden (Fruchtfolgefleichen) erhalten.



**Starkniederschläge:** Erosion und Auswaschung von Nährstoffen wird insbesondere durch eine standortangepasste ackerbauliche Nutzung vorgebeugt. Das Verdichtungsrisiko wird gezielt reduziert.



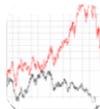
**Trockenheit:** Das Wassermanagement wird optimiert indem durch strukturschonende Bewirtschaftung die Wasserrückhaltung der Böden verbessert, Verdunstungsverluste verringert und kritische Bodenwasserzustände vermieden werden. Die Bewässerung orientiert sich am Wasserangebot und erfolgt sparsam und effizient. Es werden vermehrt trockenheitstolerante Kulturen und Sorten angebaut.



**Hitzestress:** Zur Vermeidung von Hitzestress bei Tieren und Pflanzen werden effektive Massnahmen entwickelt und angewendet (Schatten, Abkühlung, Züchtung, etc.).



**Schadorganismen:** Potentiell schädliche Organismen, deren Verbreitungsgebiet sich in die Schweiz auszudehnen droht, werden überwacht. Neuauf tretende Schadorganismen mit hohem Schadenspotential werden frühzeitig erkannt und Massnahmen zur Prävention und Bekämpfung ergriffen. Es werden alternative Bekämpfungsmassnahmen und Anti-Resistenzstrategien entwickelt.



**Preisvolatilitäten:** Die Auswirkungen von Preisschwankungen werden durch ein effektives Risikomanagement (Betriebs- und Einkommensdiversifizierung, Lagerhaltung, vertragliche Absicherung, Versicherungen etc.) und integrierte Märkte abgedeckt.

Zwischen den Teilzielen gibt es verschiedene Zusammenhänge. Insbesondere die gezielte Berücksichtigung der Standorteignung beziehungsweise die Optimierung der Raumorganisation wirkt sich bezüglich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel vielfach positiv aus. Sie führt zu einer höheren Ressourceneffizienz und trägt zur Sicherung des Produktionsniveaus bei. Auch eine Verstärkung des Bodenschutzes bringt aufgrund der Korrelation zwischen Humusgehalt, Strukturzustand und Wasserinfiltrations- und -speichervermögen sowohl bezüglich Klimaschutz (Kohlenstoffspeicherung) als auch bezüglich Anpassung an den Klimawandel (Erosionsminderung, verbesserter Wasserhaushalt) Vorteile. Das Düngermanagement ist verlinkt mit der Tierproduktion (Anfall von Hofdünger) und der Energieproduktion (energetische Verwertung). Es kann weiter zum Teilziel bezüglich Starkniederschläge (Verhinderung der Auswaschung von Nährstoffen) beitragen. Tiere und Pflanzen unter Hitzestress reagieren empfindlicher auf Schadorganismen. Die Tiergesundheit ist gleichzeitig zentraler Aspekt im Teilziel für die Tierproduktion.

Zum Teilziel bezüglich Preisvolatilitäten wirken sowohl Anstrengungen unterstützend, welche zu einer Abfederung von Extremereignissen als auch zu einer geringeren Abhängigkeit von Produktionsmitteln führen. Teilziele, welche zur Minderung der landwirtschaftlichen Emissionen beitragen, führen insgesamt auch zu einer besseren Klimabilanz von Nahrungsmitteln.

Bezogen auf eine Reduktion der insgesamt mit der Ernährung im Zusammenhang stehenden Emissionen kommen im nachgelagerten Bereich weitere Ziele hinzu:



**Nachgelagerter Bereich:** Die Klimabelastung durch die Ernährung (Carbon Footprint) wird gesenkt. Die der landwirtschaftlichen Produktion nachgelagerten Bereiche Verarbeitung, Transport und Handel erfolgen möglichst CO<sub>2</sub>-neutral. Das Nahrungsmittelangebot erfüllt hohe ökologische und soziale Standards – auch bezüglich importierten Produkten. Das Konsumverhalten verändert sich in Richtung einer klimabewussteren Ernährung. Lebensmittelabfälle werden reduziert.

## 5 Handlungsfelder

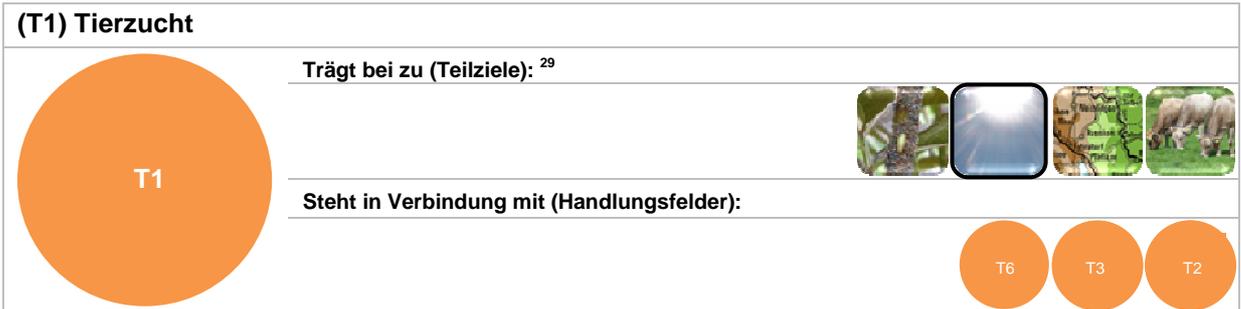
Die Handlungsfelder beschreiben Ansatzpunkte, welche dazu beitragen können, die formulierten Teilziele bezüglich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel zu erreichen. Insgesamt wurden zur Tierhaltung (T), zum Pflanzenbau (P), zu gesamt- und überbetrieblichen Aspekten (B), zum Management von Dünger (D), Wasser (W) und Energie (E) 24 Handlungsfelder identifiziert (siehe Abbildung 10). Ergänzt werden sie um Möglichkeiten, welche nachgelagert zur Landwirtschaft, bei der Verarbeitung, beim Handel, Konsum und der Entsorgung ansetzen.

Im Sinne einer Auslegeordnung werden die Handlungsfelder beschrieben. Dabei werden sowohl die Beiträge zu den Teilzielen und die Verbindungen mit anderen Handlungsfeldern aufgezeigt als auch potenzielle Synergien und Konflikte angesprochen. Im Anschluss folgt eine zusammenfassende Bewertung und Synthese.



**Abbildung 10:** Übersicht der Handlungsfelder

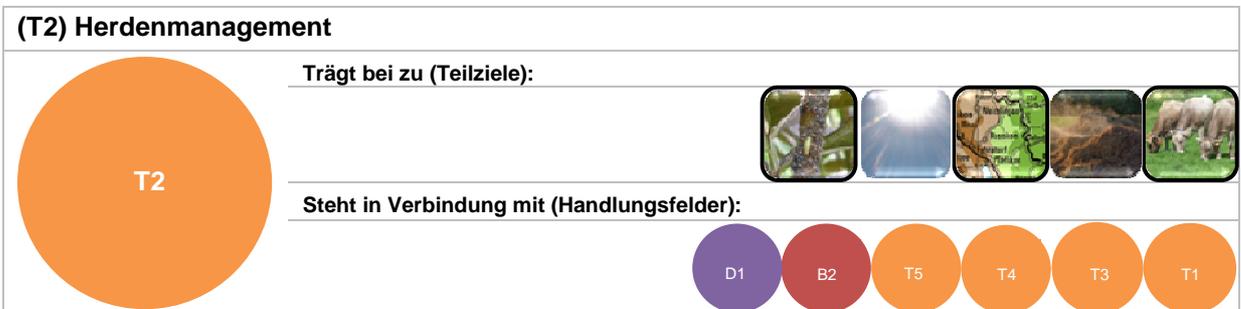
## 5.1 Beschreibung der Handlungsfelder



Die Zucht auf hohe Lebensleistung trägt zu einer Emissionsminderung je kg erzeugtes tierisches Lebensmittel bei. Damit hohe Leistungen erreicht werden können, ist in einer ausgewogenen Fütterung (T3) eine gewisse Energiedichte notwendig, und damit ein höherer Anteil an Kraftfutter in der Ration erforderlich. Mit höheren Leistungen und einem höheren Bedarf an Kraftfutter kann jedoch eine grössere Anfälligkeit auf Krankheiten und damit eine verkürzte Lebensdauer und Leistungseinbussen (T6) einhergehen, was die Emissionsminderung wiederum reduziert. Ausserdem kann der zunehmende Einsatz von Kraftfuttermitteln, die importiert werden müssen, eine Verlagerung der Emissionen ins Ausland zur Folge haben. Ziele sind deshalb optimierte Rationen und bei Wiederkäuern eine bessere Raufutterverwertung (siehe T3).

Langlebigkeit und Fruchtbarkeit sind Fitnessmerkmale mit einem entscheidenden Einfluss auf die Lebensleistung. Wichtig ist auch die Toleranz gegenüber Temperaturschwankungen (T2). Ein vermehrter Einbezug dieser Fitnessmerkmale in die Selektionsentscheide sollte die Beibehaltung des genetischen Leistungspotenzials, der genetischen Vielfalt und das Tierwohl berücksichtigen.

Inwiefern eine Zucht auf tiefere Methanemissionen beim Rindvieh überhaupt möglich ist, muss sich zeigen. Neue züchterische Methoden (z.B. genomische Selektion) können zu Fortschritten bezüglich der Möglichkeiten zur Beeinflussung des Methanausstosses führen.



Der standortgerechte Einsatz von Tierkategorien (z.B. Wiederkäuer auf Graslandflächen, andere Tierkategorien in der Nähe der Futtermittelproduktion) (T4, T5) und eine an den Standort angepasste Anzahl Tiere pro Fläche sind entscheidend und stehen in enger Verbindung zum Handlungsfeld Raumorganisation (B2). Eine kombinierte Fleisch- und Milchproduktion und der Einsatz von spezialisierten Rassen im Verbund mit geschickten Kreuzungsprogrammen (T1) können einen Beitrag zu einer geringeren Emissionsintensität in der Tierproduktion leisten. Mögliche Konflikte bestehen mit Aspekten der Biodiversität, der Wirtschaftlichkeit und der Marktfähigkeit. Eine verbesserte Lebensleistung (siehe T1) führt dazu, dass die Anzahl benötigter Tiere reduziert werden kann. Dies trägt zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen bei.

Eine Reduktion der Tierzahlen macht nur Sinn, wenn sich das Konsumverhalten entsprechend ändert. Ansonsten hätte sie den Anstieg der Fleischimporte und eine Verlagerung der Emissionen ins Ausland zur Folge. Da insbesondere Wiederkäuer zum Methanausstoss aus der Tierhaltung beitragen, könnte

<sup>29</sup> Zur Legende: Schwarz umrahmt bedeutet: „Handlungsfeld trägt entscheidend zum entsprechenden Teilziel bei“.

eine Verschiebung der Tierkategorien mit einer Minderung der Treibhausgasemissionen einhergehen. Die Produktion von Futtermitteln für die Schweine- und Geflügelhaltung steht jedoch in grösserer Konkurrenz zur pflanzlichen Nahrungsmittelproduktion. Ein vermehrter Einsatz dieser Tierkategorien hätte einen erhöhten Futtermittelimport zur Folge (T3), der seinerseits mit Verlagerung der Emissionen ins Ausland beziehungsweise Emissionen durch den Transport verbunden ist. Diese Zusammenhänge unterstreichen die besondere Rolle, die nachhaltigem Konsum, beziehungsweise der Konsumlenkung (z.B. über die Reduktion des Konsums emissionsintensiver Nahrungsmittel) zukommt.



Die Verbesserung der Raufutterqualität führt tendenziell zu einer energetisch effizienteren Verdauung und damit zu einer besseren Futtermittelverwertung im Tier und zu einer Verminderung der relativen Emissionen je kg erzeugtes tierisches Lebensmittel (T1, T2, T4). Auch der gezielte Einsatz von Kraftfutter in der Ration (mit optimalem Protein/Energie-Verhältnis) kann die produktbezogenen Emissionen in der Tierproduktion reduzieren. Ein vermehrter Einsatz von Kraftfutter, das importiert werden muss, ist jedoch wiederum mit Mehremissionen verbunden und könnte durch eine zunehmend inländische Produktion von Futtermitteln (z.B. vermehrter Anbau von Leguminosen) vermindert werden (P2).

Fetten sowie Zusatzstoffen im Futter, Enzymen, Mikroorganismen, Säuren oder pflanzlichen Extrakten (z.B. Tanninen) wird ein methansenkendes Potenzial zugeschrieben. Sie könnten in Zukunft in Mengen eingesetzt werden, welche ohne relevante Auswirkungen auf die Leistung und Tiergesundheit (T6) bleiben.

Eine optimale Anpassung der Futtermischung an die Bedürfnisse der verschiedenen Wachstumsphasen der Tiere (sog. Phasenfütterung bei Schweinen) hat Emissionsreduktionen zur Folge und geht mit einer verbesserten Wirtschaftlichkeit einher, ist jedoch mit einem erhöhten Arbeits- und Infrastrukturaufwand (T5) verbunden.

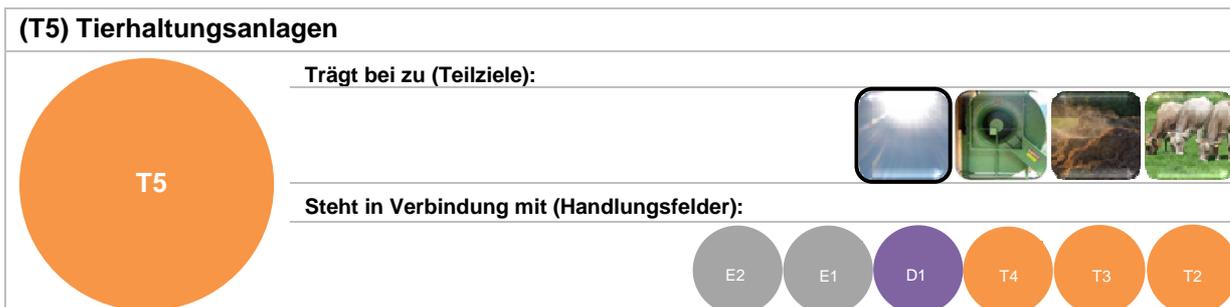
Das Splitten der Rationen auf zwei Mal pro Tag könnte verglichen mit einer Fütterung ad libitum zu einer Minderung der Emissionen beitragen. Dies ist jedoch mit höherem Arbeitsaufwand verbunden, kann eine Reduktion der Leistung zur Folge haben und sollte Aspekte des Tierwohls berücksichtigen. Unter der Berücksichtigung der Tiergesundheit, energetischer Aspekte und der öffentlichen Akzeptanz sollte eine Wiederverwertung von Schlacht- und Haushaltsabfällen in der Monogastrierfütterung im Sinne einer Schliessung der Nährstoffkreisläufe geprüft werden.



Die Weidehaltung führt einerseits zu einer Verringerung der Emissionen, welche mit der Futtermittelbereitstellung verbunden sind. Andererseits hat die Weidemast durch den grossen Raufutteranteil an der Ration höhere Methanemissionen zur Folge als die Intensivmast (T3). Dass

sich Harn und Kot im Vergleich zur Stallhaltung auf der Weide nicht vermischen, die Methanbindung unter aeroben Bedingungen auf dem Feld tiefer sind, und sich die Menge an zu lagerndem Hofdünger reduziert (T5, D1), sind weitere positive Aspekte der Weidehaltung. Jedoch fallen die Nährstoffe auf wenigen Punkten in hoher Konzentration an, was sich bezüglich Lachgasemissionen und Stickstoffeffizienz negativ auswirkt.

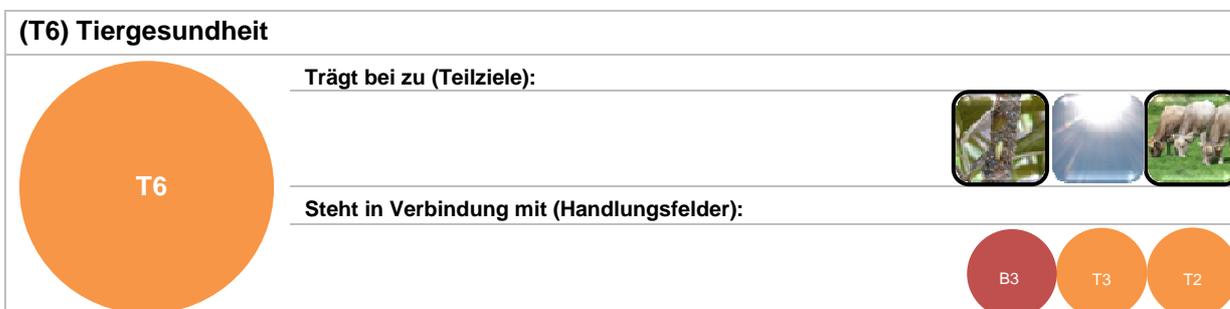
Ein der Witterung angepasstes Weidemanagement mit primärem Weidegang nachts und am frühen Morgen im Hochsommer trägt zu einer Anpassung an die im Sommer zunehmend erwarteten hohen Temperaturen bei (T2). Unter Berücksichtigung des Tierwohls ist auf ein ausreichendes Angebot an Wasser und Schatten zu achten, wobei die Option Agroforstsysteme (P5) zu vermehrten Schatten beitragen könnten. Vernässte Stellen auf Weiden sind aufgrund von Methanemissionen und eine Reduktion der Bodenfruchtbarkeit (P4) zu vermeiden.



Gezielte bauliche, technische und betriebliche Veränderungen der Tierhaltungsanlagen können Emissionen reduzieren und die Anpassung der Tierproduktion verbessern (E1). Da gerade bauliche Anlagen sehr kostenintensiv sind, können Zielkonflikte mit den steigenden Anforderungen an die preisliche Wettbewerbsfähigkeit entstehen. In diesem Kontext ist darauf zu achten, dass nicht eine Verlagerung der Emissionen ins Ausland stattfindet.

Durch eine Verbesserung der Stallhygiene (Reduktion der verschmutzten Fläche und schnelle Entfernung von Harn und Kot) werden Emissionen reduziert (T6, D1). Tiefere Temperaturen im Stall haben eine emissionsmindernde Wirkung. Durch geeignete bauliche Massnahmen (optimale Ausrichtung, Isolation oder Beschattung) kann die Notwendigkeit für technische Massnahmen, wie Stallklimatisierung, Belüftung und ein Besprühen mit Wasser, zur Reduktion von Hitzestress im Sommer vermindert werden (E2). Bauliche Massnahmen sind nach Möglichkeit energieaufwändigen technischen Verfahren vorzuziehen.

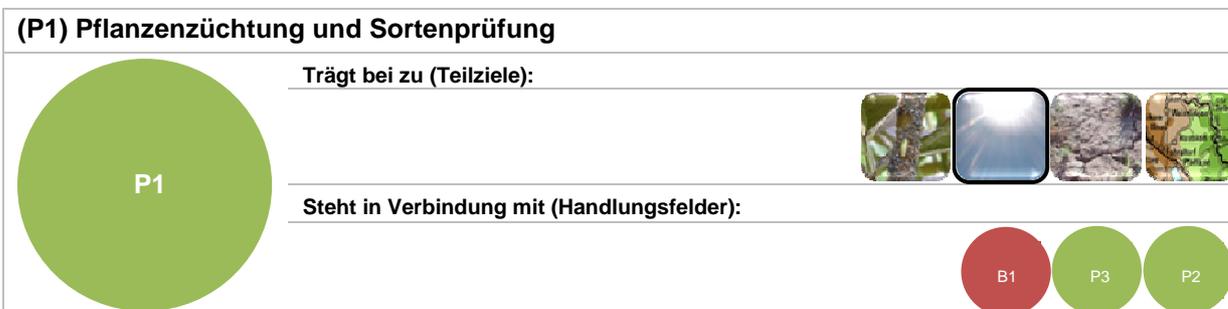
Zwischen Emissionsminderungen in der Tierhaltung und Tierwohl (Flächenangebot und Auslauf) bestehen teilweise Zielkonflikte, welche eine hohe Sensibilität erfordern (T2, T3, T4). Emissionsarme tierfreundliche Stallkonzepte (inklusive Hofdüngermanagement und Energieproduktion) sollen zur Anwendung kommen.



Ziele einer Verbesserung beziehungsweise Erhaltung der guten Gesundheit von Nutztieren (T3) sind die physiologische Mobilisierung der Leistungsreserven sowie eine Verringerung von Leistungseinbussen. Ansatzpunkte liegen bei der Betreuung, der Fruchtbarkeit (z.B. optimaler Zeitpunkt der Erstbelegung von weiblichen Tieren und möglichst schnelle Wiederbelegung, Senkung der Zwischenkalbe beziehungsweise -wurfzeit), der Reduktion der Mastzeit, der Eutergesundheit

(Vermeiden von Entzündungen), der Robustheit sowie der Langlebigkeit (Verkleinerung der Abgangs- beziehungsweise Remontierungsrate<sup>30</sup>) (T1, T2).

Durch den Aufbau von Frühwarnsystemen zur Erkennung von Risiken, die von neuauftretenden Krankheitsüberträgern (sog. Vektoren) ausgehen (B3), wird die frühzeitige Anwendung von Präventions- oder Bekämpfungsstrategien (Biosicherheitsmassnahmen<sup>31</sup>, Impfung, Vektormanagement etc.) ermöglicht. Die Auswirkungen von neuen oder wiederauftretenden Krankheiten können durch Früherkennung, Prävention und Bekämpfung verringert werden.



Die Ausrichtung auf robuste, ertragsstarke und resistente Sorten, welche unter den erwarteten veränderten Klimabedingungen gedeihen, ist für die Landwirtschaft überlebenswichtig und leistet einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel (B1).

Die Züchtung von frühreifen Feldkulturen und tief wurzelnden Pflanzen trägt zur Anpassung an die im Frühjahr erwarteten höheren Temperaturen beziehungsweise die Wasserknappheit bei und könnte gegebenenfalls zur effizienteren Nutzung einer verlängerten Vegetationsdauer durch zwei Hauptkulturen pro Jahr führen. Die Züchtung von Pflanzensorten, welche bei gleichem Ertragspotenzial einen geringeren Bedarf an Dünger, Pestiziden und weiteren Hilfsmitteln haben, kann die entsprechende Effizienz, die Abhängigkeit von landwirtschaftlichen Produktionsmitteln und indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren (P3). Die vermehrte Selektion und Zulassung von Pflanzen, die ein Potenzial zur Stickstofffixierung besitzen, ist eine weitere Möglichkeit Treibhausgasemissionen zu mindern, in dem weniger stickstoffhaltige Mineraldünger eingesetzt werden müssen (P2).

Nutzpflanzen können durch züchterische Bearbeitung an die gewandelten Standortbedingungen angepasst werden. Bei nicht kompatiblen Zuchtzielen im Bezug zur Minderung oder Anpassung, soll die Anpassungsfähigkeit das primäre Zuchtziel sein. Neue Zuchtmethoden der „Grünen Gentechnik“<sup>32</sup> können dazu beitragen, die Zuchtziele in kürzerer Zeit zu erreichen. Bei diesen Strategien ist durchwegs auf eine enge Zusammenarbeit mit der Konsumentenseite zu achten, um die Akzeptanz neuer Sorten frühzeitig aufzubauen und zu gewährleisten, oder frühzeitig zu realisieren, welche Sorten im Markt keinen Bestand haben werden.

<sup>29</sup> Remontierungsrate gibt den Anteil an jährlich ausscheidenden und wieder zugeführten Tieren im Verhältnis zum Gesamtbestand wieder.

<sup>31</sup> Als Biosicherheitsmassnahmen werden Massnahmen bezeichnet, welche die Einschleppung von Krankheiten in gesunde Tierpopulationen, -herden oder -gruppen auf ein Minimum reduzieren. Entsprechende rechtliche Verordnungen und Hygienevorschriften regeln Biosicherheitsmassnahmen.

<sup>32</sup> Bei Methoden der „Grünen Gentechnik“ (z.B. Cisgenetik und Marker gestützte Selektion) werden den Nachkommen ausschliesslich arteigene Gene in die DNA eingebaut.

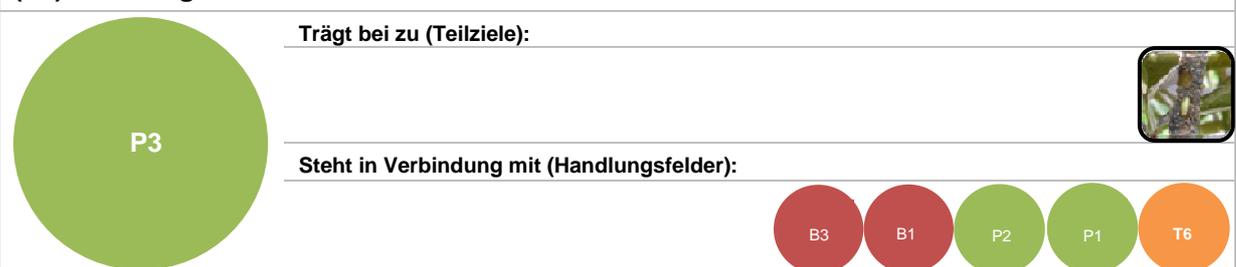
## (P2) Anbausystemee und Fruchtfolge



Mit dem Klimawandel geht auch eine Änderung der Standorteignung einher. Dies kann eine Umstellung der Kulturen nach neuer Standorteignung und eine eventuelle Verlegung der Produktionsstandorte (z.B. in höhere Lagen) zur Folge haben (B2). Eine geeignete Sortenwahl gut angepasster Kulturen (höhere Produktivität, tiefere Wurzeln) kann gegenüber einem Befall durch Krankheiten und Schädlinge vorbeugend wirken (P3, W2). Weiter bieten der Einsatz neuer Kulturen, geeigneter Fruchtfolgen und die Verwendung von Sortenmischungen Möglichkeiten der Anpassung (P1, B1). Die Verlängerung der Vegetationsperiode ermöglicht einen Ausbau der Fruchtfolge, eine Änderung der Aussaattermine und eventuell den Anbau von zwei Hauptkulturen pro Jahr.

Durch Anpassungen der Bestandesdichte kann Trockenstress vermindert werden. Eine bestmögliche Bodenbedeckung mit lebendem oder abgestorbenem Material (P4), der Anbau einer Zwischenfrucht oder mehrjährigen Kulturen führen einerseits zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen und andererseits wird durch die Erhaltung beziehungsweise Steigerung der Bodenfruchtbarkeit zu einer Anpassung an den Klimawandel beigetragen. Bei vermehrtem Anbau von Leguminosen findet eine Stickstofffixierung durch Mikroorganismen statt, wodurch weniger Mineraldünger benötigt wird und Emissionen, die bei der Mineraldüngerherstellung (D3) entstehen, reduziert werden können.

## (P3) Schadorganismen



Es wird angenommen dass der Temperaturanstieg mit einer Zunahme des Schädlingsdrucks einher gehen und eine raschere Entwicklung und Verbreitung der Schädlinge fördern wird. Durch eine intensive Beobachtung von Krankheiten und Schädlingen, die durch die wärmeren Temperaturen vermehrt auftreten (insbesondere invasive Arten) können Risiken erkannt werden. Darüber hinaus ist die Entwicklung und Nutzbarmachung von Schädlingsprognosen wichtig (T6, B3).

Notwendig ist eine Anpassung bestehender Bekämpfungsprogramme an veränderte Phänologien der Schadorganismen und die damit einhergehende Entwicklung nachhaltiger Bekämpfungsprogramme gegen neue invasive Schaderreger. Alternative Bekämpfungsmassnahmen und Anti-Resistenz Strategien sollen im Vordergrund stehen, wodurch der Input an Pflanzenschutzmitteln (PSM) reduziert werden könnte. Blühstreifen und Landschaftselemente zur Förderung von Nützlingen, eine vielseitige Fruchtfolge zur Senkung des Schädlingsdrucks, der Einsatz von Sorten mit Biofumigationswirkung<sup>33</sup> und von resistenten Sorten bieten Möglichkeiten, wie der Schädlingsdruck gemindert werden kann (P1, P2, B3).

<sup>33</sup> Unter Biofumigation versteht man den Einsatz von biologisch aktiven Pflanzensubstanzen zur Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten im Acker- und Gemüsebau.

## (P4) Bodenschutz und Bodenbearbeitung



Hauptaugenmerk dieses Handlungsfeldes liegt auf einer Gefüge schonenden Bodenbearbeitung und Befahrung. Dies beinhaltet eine Reduktion der Bearbeitungsintensität (z.B. reduzierte oder pfluglose Bearbeitung), die Begrenzung des Bodendrucks (Wahl leichter Maschinen und Ausrüstungen, Regulierung des Pneudrucks, Beachtung einer maximalen Bodenfeuchte für das Befahren) und die Reduktion der Anzahl Überfahrten (P3, E2).

Mit einer gezielten Bewirtschaftung der Ernterückstände wird ein Erhalt beziehungsweise ein Aufbau des Humusgehalts angestrebt. Das Belassen oder das Einarbeiten von Ernterückständen auf dem Feld oder die gezielte Ausbringung von Mist und Kompost sind Optionen dazu (D2). Dabei ist es wichtig, dass es nicht einfach zu einer Umverteilung der organischen Substanz kommt, sondern, dass der Kohlenstoff langfristig im Boden erhalten wird und die Bodenfruchtbarkeit einzelner Flächen gezielt erhöht werden kann (P5, B2). Dadurch kann gleichzeitig die Wasserrückhaltung der Böden und die Pflanzenvitalität gesteigert werden (W2, P3). Eine weitere Option könnte der Einsatz von Biokohle (Biochar) – ein Pyrolyseprodukt verschiedener organischer Ausgangsmaterialien – in Böden, zur Verbesserung von Nährstoffhaushalt, Wasserrückhaltung, Bodenstabilität und mikrobieller Aktivität, sowie zur Steigerung des stabilen Kohlenstoffvorrats darstellen. Es gilt zu prüfen, wieweit sich diese Methode eignet, in welchem Umfang sie zu wirtschaftlichen Bedingungen zur Verfügung gestellt werden könnte und welche möglichen Nebenwirkungen zu beachten sind.

Die Höhe des Grundwasserspiegels in organischen Böden hat einen entscheidenden Einfluss auf die Emissionsrate. Je höher der Grundwasserspiegel liegt, desto geringer ist die Emissionsrate und je mehr das Grundwasser abgesenkt wird, desto höher ist der Netto-CO<sub>2</sub>-Verlust. Ein Anheben des Wasserspiegels in organischen Böden (z.B. durch zeitlichen Volleinstau der Entwässerungskanäle und Drainagen, um den Grundwasserspiegel in organischen Böden hoch zu halten) kann zu einer Verringerung der Verluste beitragen. Die optimale Einstellung des Grundwasserspiegels ist dabei eine Kunst, denn zunehmend anaerobe Bedingungen gehen häufig mit erhöhten Lachgas- und sogar Methan-Emissionen einher (W2).

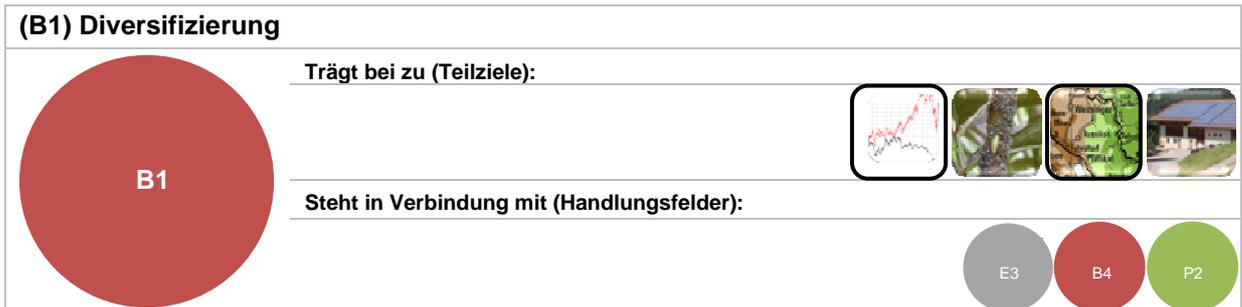
## (P5) Nutzungsänderungen



Ehemalige Moorstandorte spielen eine wichtige Rolle als Kohlenstoffspeicher. Eine Renaturierung von kultivierten Mooren und Feuchtstandorten hätte bezüglich der Minderung von Treibhausgasemissionen grosses Potenzial, dadurch dass organische Böden nur als Grünland und nicht als Ackerflächen beziehungsweise für den Gemüsebau genutzt würden (P2, B2). Dies erlaubt einen höheren Grundwasserspiegel, wodurch CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert aber noch keine Methan-Emissionen entstehen. Da diese Option im Konflikt zur Nahrungsmittelproduktion steht, sollen diese Flächen auf jeden Fall weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden können. Eine mögliche Option

bieten Paludikulturen, das heisst Kulturen von Sumpf- und Röhrichtpflanzen, die im Rahmen einer landwirtschaftlichen Nutzung insbesondere auf Mooren angebaut werden.

Auch auf Nicht-Moorstandorten kann die Umwandlung von Ackerfläche in Dauergrünland zur Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung in Böden beitragen, was allerdings im Konflikt mit einer hohen Nahrungsmittelproduktion steht. Eine weitere Option bietet der Einsatz von Agroforstsystemen (Pflanzung und Nutzung von Bäumen für die Frucht-, Wertholz- oder Energieholzproduktion auf gleichzeitig acker- oder futterbaulich genutzten Flächen). Bäume speichern Kohlenstoff, schützen vor Bodenerosion und verringern Nährstoff- und Pestizideinträge in Gewässer (P3, D2, E3). Agroforstsysteme bieten Schutz vor starker Sonneneinstrahlung und leisten einen Beitrag zur Biodiversität. Bei der Gestaltung solcher Systeme ist darauf zu achten, dass die landwirtschaftliche Nutzung unter Bäumen so wenig wie möglich beeinträchtigt wird (T4, P4).



Die Diversifizierung der landwirtschaftlichen Produktion hat zum Zweck, die klimatischen Anbauersiken besser, das heisst breiter zu verteilen und mögliche Einkommensschwankungen zu reduzieren. Daneben kann eine bessere Anpassung an den Standort, eine Prävention vor aufkommenden Schadorganismen oder die Produktion erneuerbarer Energien erreicht werden. Auf betrieblicher Ebene kann Diversifizierung im besten Fall dazu führen, dass alternative Einkommensquellen generiert werden (z.B. Agrotourismus, Energieproduktion), respektive das Risiko von Verlusten grosser Teile der Ernte vermindert wird (E3). Es können aber auch Mehremissionen entstehen (beispielsweise durch eine damit verbundene Zunahme von Transporten).

Diversifizierungsstrategien dürften insbesondere auf kleinster Ebene (Anbau von Sortenmischungen, Ausbau der Fruchtfolge etc.) und auf der Ebene von Betriebsgemeinschaften oder einer Region (Mosaik verschiedener Kulturen) bezüglich Anpassung an den Klimawandel erfolgreich sein (P2).

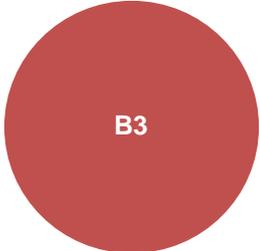
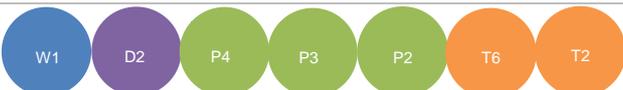


Die Raumorganisation ist ein wichtiges Feld, das Möglichkeiten zu Effizienzgewinnen und zur Verringerung der Risikoexposition eröffnet. Der Raum und dessen Standorte mit geeigneten Böden, günstigem Klima und nutzbarer Topographie, stellt die eigentliche Produktionsgrundlage der Landwirtschaft dar. Die zunehmende Versiegelung wertvoller landwirtschaftlicher Böden beeinträchtigt langfristig die Ernährungssicherheit und verringert die Menge an gespeichertem Kohlenstoff im Boden.

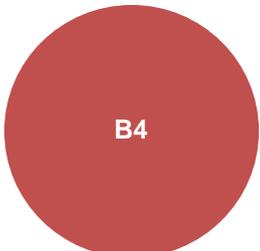
Grundlegend ist, dass in erster Linie das am vielseitigsten und effizientesten nutzbare Kulturland erhalten bleibt und der Sachplan Fruchtfolgefläche konsequent und sinnvoll durchgesetzt wird.

Eine optimale Raumorganisation beinhaltet verschiedene Optionen: Konkrete Ansätze sind Gesamtmeliorationen und Bewirtschaftungsarrondierungen (T2, T4, P2). Aspekte wie kurze Distanzen

zwischen Hof und Feld (E2), Verfügbarkeit von Bewässerungswasser für beste Böden (W1-W3), erosionshemmende Parzellierung (P4, P5) sind hierbei im Fokus. Weitere Handlungsoptionen beziehen sich auf die Vermeidung von Risiken, indem einerseits gefährdete oder ungeeignete Standorte für Gebäude oder Bewirtschaftung (E1, B4) gemieden beziehungsweise anders genutzt werden. Andererseits sollen gemeinwirtschaftliche Leistungen an ein sich änderndes Gefahrenpotenzial angepasst werden (z.B. risikomindernde Bewirtschaftung von Abflusskorridoren).

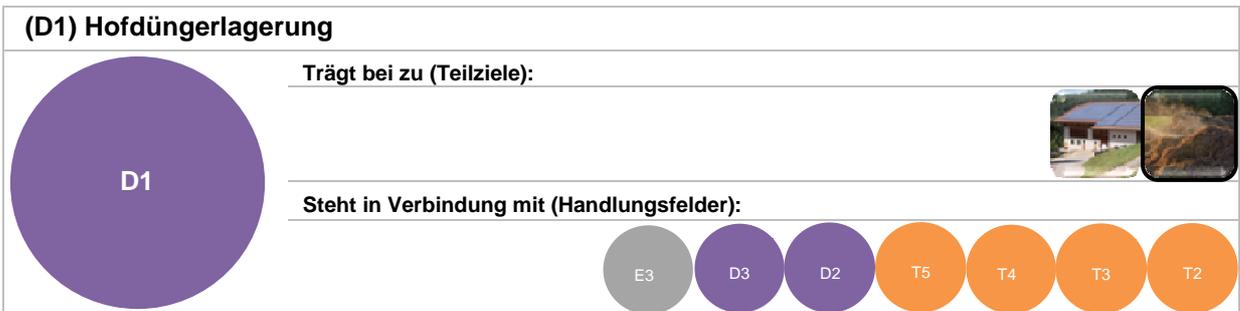
<b>(B3) Prognosen</b>	
	<b>Trägt bei zu (Teilziele):</b> 
	<b>Steht in Verbindung mit (Handlungsfelder):</b> 

Eine Handlungsoption ist die Entwicklung und Nutzbarmachung von monatlichen und saisonalen Wettervorhersagen – zusätzlich zu den bestehenden Tages- und Wochenprognosen. Letztere gewinnen an Bedeutung in Bezug auf den Ausbringzeitpunkt von Düngemitteln (D2). Vorhersagen zum Wasserangebot, im Speziellen für die Bodenfeuchte und Evapotranspiration, sind für Bewässerung (W1), Bodenbearbeitung und Befahrungsplanung (P4) nützlich. Daneben sind Frühwarnsysteme in Bezug auf Schadorganismen für die Entwicklung von Bekämpfungsstrategien und die Nutzung von Pflanzenschutzmitteln zentral und betreffen sowohl die Tierhaltung als auch den Pflanzenbau (T6, P3). Der Aufbau solcher Vorhersagen ist mit Aufwand verbunden. Synergien mit weiteren Nutzern (z.B. Gesundheit, Energieproduktion, Wasserwirtschaft, Tourismus) sind deshalb zu suchen.

<b>(B4) Absicherung</b>	
	<b>Trägt bei zu (Teilziele):</b> 
	<b>Steht in Verbindung mit (Handlungsfelder):</b> 

Um die Auswirkungen der Klimaänderung auf die Landwirtschaft abzufedern, können in der Tierhaltung (T2) und im Pflanzenbau (P4) verschiedene Massnahmen ergriffen werden. Um vor Witterungseinflüssen unabhängiger zu werden, bietet sich der geschützte Anbau (Gewächshäuser, Regendächer, Hagelnetzte) insbesondere bei Spezialkulturen an (B1, P2), wobei Gewächshäuser energetisch optimiert zu gestalten sind (z. B. Nutzung von Abwärme) damit es nicht zu Mehremissionen kommt (E1). Eine weitere Handlungsoption ist der Abschluss von Versicherungen gegen Ernteaufälle, wobei diese auf klimatische Risiken ausgeweitet werden müssen (Mehrgefahrenversicherung, indexbasierte Wetterversicherungen). Einen wichtigen Beitrag kann der Staat leisten mit dem Ausbau der Prävention bezüglich Organismen, welche die Gesundheit von Pflanzen und Tieren gefährden können (B3). Mit griffigen Überwachungsinstrumenten (Einfuhrkontrollen oder -restriktionen) kann die Einschleppung von Schadorganismen vermindert werden.

Die Auswirkungen von Preisvolatilitäten allgemein und bedingt durch den Klimawandel können mit den bestehenden agrarpolitischen Instrumenten (Direktzahlungen etc.) abgeschwächt werden. Im Hinblick auf die fortschreitende Marktöffnung, sind alternative Ansätze auf privatwirtschaftlicher Basis zu entwickeln (Diversifizierung, Lagerhaltung, Ausbau der finanziellen Reserven etc.) und subsidiäre Unterstützungsmöglichkeiten der öffentlichen Hand zu prüfen (z. B. im Steuerrecht).

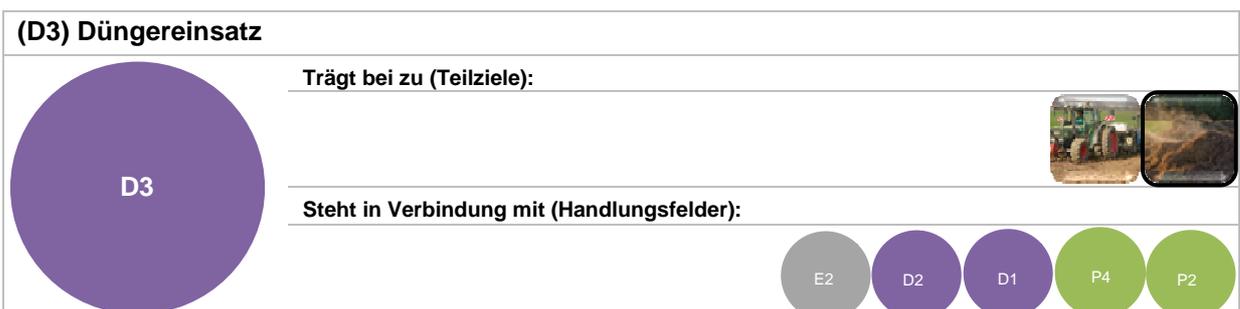


Neue Anlagen zur Lagerung und Behandlung von Hofdüngern sind so emissionsarm wie möglich einzurichten (Standortwahl, Abdeckung, Beschattung etc.) und zu betreiben (z.B. Rühren von Gülle nur bei Düngerausbringung anwenden). Durch die Trennung von festen und flüssigen Anteilen des Hofdüngers und die Behandlung des Flüssigmistes mit Zusatzstoffen können möglicherweise Treibhausgasemissionen reduziert werden (T2, T3, T4, T5). Betreffend diese beiden Optionen besteht jedoch noch erheblicher Forschungsbedarf. Zielkonflikten bezüglich einer Verlagerung von Ammoniak- zu Lachgasemissionen muss Beachtung geschenkt werden. Ein Aspekt, der vor allem im Hinblick auf Ausbringungsverluste relevant ist, ist die Grösse der Düngelager (D2, D3). Allenfalls können mit einer zwischengeschalteten energetischen Nutzung die Volumina reduziert werden (E3).



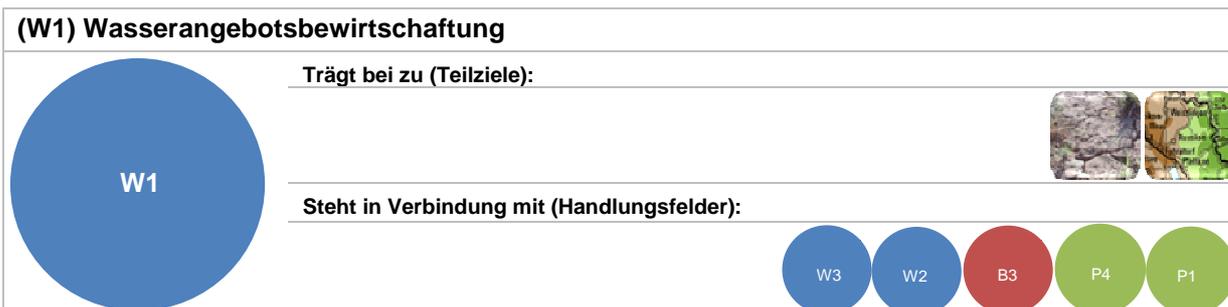
Die Wahl der Ausbringetechniken kann zu einer Minderung der Emissionen beitragen. Eine optimale Anpassung der Düngerform, -menge und des Ausbringungszeitpunkts an den Pflanzenbedarf, Bodenzustand und die Witterungsverhältnisse kann zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen (P2, P4). Diesbezüglich ist die Anwendung von Beurteilungs-, Bemessungs- und Planungsverfahren weiter zu entwickeln, mit dem Ziel eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung der Pflanzenbestände auch bei häufigen Extremwetterereignissen (Hitze- und Trockenphasen, Starkniederschläge) zu sichern und gleichzeitig unerwünschte Nährstoffeinträge in die Umwelt zu vermeiden beziehungsweise zu minimieren (D3). Beispielsweise erhöhen sowohl Frost-/Auftau-Phasen als auch wassergesättigte Böden die Lachgasbildung in Böden.

Bezüglich Ausbringungstechniken bieten sich Möglichkeiten einer gezielten Düngung (platzierte anstatt breitflächiger Düngerausbringung, Einsatz von Schleppschlauchverteilern für Gülle und Präzisionsstreuer für feste Düngemittel, etc.) und eine unverzügliche Einarbeitung des Düngers an (P5, T4, E2). Dabei können auch GPS-gesteuerte, mit Sensoren ausgerüstete Maschinen zum Einsatz kommen (sog. „Precision farming“), welche innerhalb von Parzellen an die Pflanzenbedürfnisse und Standorteigenschaften angepasste Düngermengen applizieren. Inwiefern Nitrifikationshemmer eingesetzt werden könnten, sollte weiter geprüft werden.



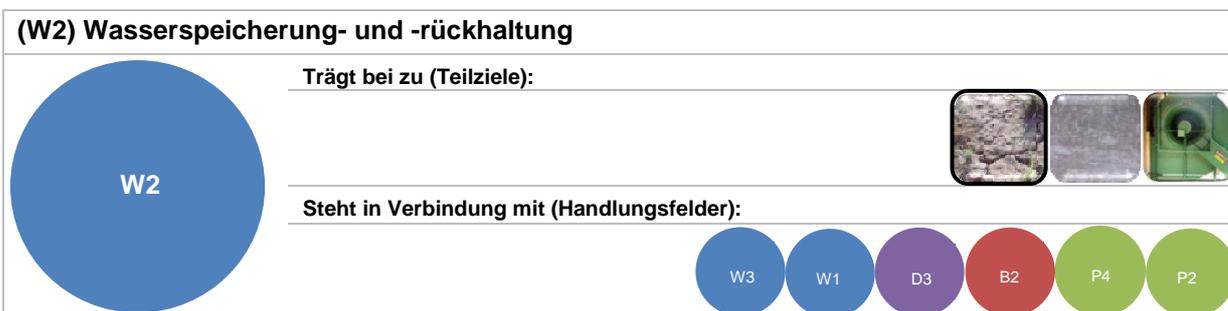
Die bedarfsgerechte Nutzung von organischen und mineralischen Düngern (D1, D2, P4) und die Wiederverwertung von Nährstoffen (Phosphor aus Klärschlamm und Schlachtabfällen, Stickstoff aus Faulwasser) können direkt zum Abbau der Bilanzüberschüsse von Stickstoff und Phosphor und indirekt zu einer Minderung der Emissionen beitragen. Entsprechend der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) sollen primär organische Dünger genutzt werden.

Mineraldünger werden in einem energieaufwendigen, CO<sub>2</sub>-intensiven Verfahren hergestellt. Weniger energieintensive Alternativen bieten deswegen Möglichkeiten Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Dies beinhaltet beispielsweise die Prüfung und Anwendung von technischen Verfahren der Hofdüngeraufbereitung. Dadurch könnte Mineraldünger substituiert, die Ressourceneffizienz erhöht, der Transportaufwand (E2) reduziert und allenfalls Energie produziert werden. Inwiefern der vermehrte Anbau von Leguminosen (P2) umgesetzt werden kann ist zu prüfen.



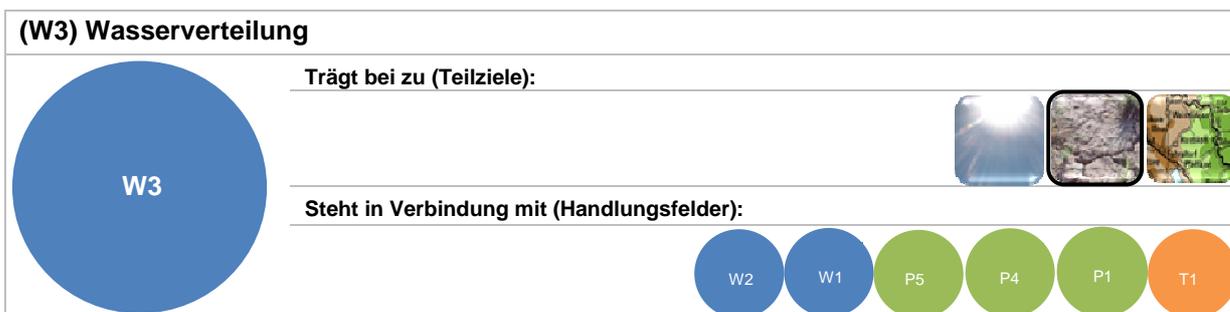
Das vorhandene Wasser soll effizient und in Koordination mit allen potenziellen Nutzern (Haushalte, Industrie, Energieproduzenten, Tourismus, Landwirtschaft etc.) genutzt werden. In diesem Handlungsfeld geht es um die rechtliche Sicherung regional und zeitlich differenziert benötigter Wassermengen für die landwirtschaftliche Bewässerung, im Rahmen der Revisionen von Gewässerschutz- (GSchG) und Wasserrechtsgesetz (WRG) und bei der Vergabe von Wassernutzungsrechten (Konzessionen) durch die Kantone und Gemeinden.

Die Interessen der Landwirtschaft sind auch in den Prozess der Wasserneuverteilung und -zuteilung sowie der Gewässerbewirtschaftung einzubringen (aktive Mitgestaltung der Wasserwirtschaft, unter anderem in der Wasseragenda 21). Das zur Verfügung stehende Wasserangebot soll bedarfsgerecht, das heisst auf der Basis von regional und zeitlich differenzierten Vorhersagen zur Bewässerungsbedürftigkeit, zugeteilt und gesteuert werden (z.B. mittels Reglementierung von Intensität und Tageszeitpunkt der Wassergaben) (P1, B3, W2, W3).



Um die Schwankungen des Wasserbedarfs zu überbrücken empfiehlt es sich, die Wasserspeicherung den Erfordernissen anzupassen. Die Erhöhung und der Erhalt des Wasserrückhalte- und -speichervermögens in landwirtschaftlichen Böden sind von grosser Wichtigkeit. Dies wird insbesondere durch gezielten Humusaufbau, z.B. durch organisches Material (D3), geeignete Fruchtfolgen (P2) und Minimalbodenbearbeitung (P4) erreicht. Die Wasserspeicherung kann auch durch technologische Massnahmen ausgebaut werden, wie durch die (Mehrfach-)Nutzung von Stauseen und natürlichen Seen sowie durch den Bau grosser saisonaler Speicher und kleiner lokaler Reservoirs (Teiche und Zisternen u.a. zum Sammeln von Regenwasser) zum Ausgleich des Tagesbedarfs. Tagesspeicher dienen zudem der Optimierung des Leitungsnetzes und reduzieren damit den Energieverbrauch.

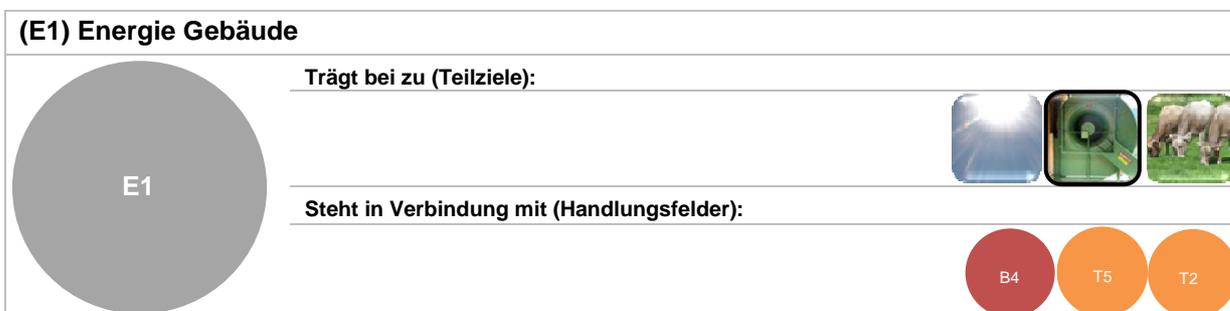
Der Bau neuer Speicher kann einerseits das Abflussregime von Gewässern verbessern und zur Biodiversität beitragen, hat andererseits aber auch negative Auswirkungen auf die Gewässerökologie (Vermeidung von Schwall und Sunk). Zu berücksichtigen sind auch die hohen Investitions-, Betriebs- und Unterhaltskosten. Um Verluste etwa durch Verdunstung zu minimieren, ist auf eine Abdeckung der Speicher zu achten. Weiter sind Optionen zu einer Verbesserung des Bodenspeichervermögens, einer Verminderung und Verzögerung des Wasserabflusses durch Umleitung, Abflusshindernissen sowie gezieltem Überstau für die Grundwasseranreicherung zu prüfen. Die Rückhaltung von Wasser bei intensiven Regenfällen schützt vor Erosionsschäden und trägt zur Reduktion von Hochwasserspitzen bei (W1, W3). Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch das Vermeiden von Bodenversiegelung und -verdichtung (P4).



Unter dieses Handlungsfeld fällt die Verbesserung von Wasserverteilsystemen, beispielsweise durch das Verrohren von Zuleitungen zur Verringerung von Wasserverlusten, die Optimierung von Leitungsdurchmessern, die Reduktion des Pumpbetriebs etwa durch die Ausnützung des natürlichen Gefälles zum Druckaufbau. Weiter bietet sich eine technische Umstellung auf wassersparende Feinverteilsysteme wie Tröpfchenbewässerung, Wurzelraumbewässerung oder Mikroirrigation sowie eine auf den effektiven Zusatzbedarf der Kulturen ausgelegte Steuerung an.

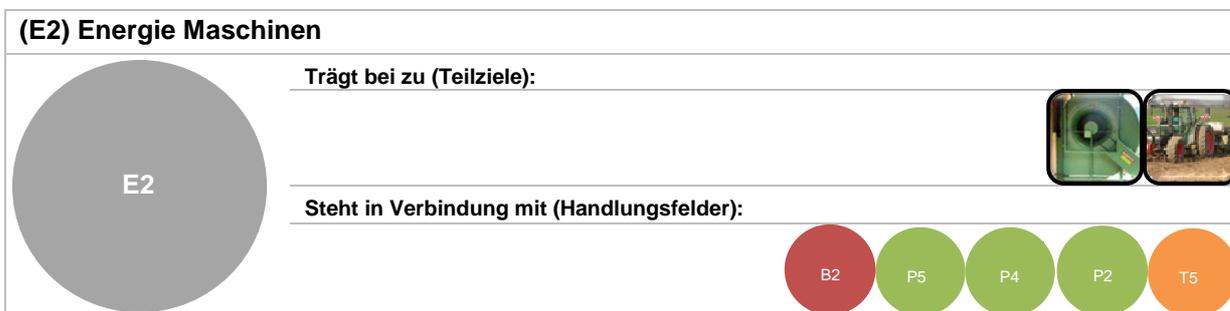
Die Einführung von, nach zeitlicher Verfügbarkeit und Qualität sowie der ökologischen Funktion der Quelle differenzierten kostendeckenden Wassertarifen würde hierzu weitere Anreize schaffen. Wasser und Energie werden so effizienter eingesetzt und mit gleichem Ressourceneinsatz kann eine grössere Fläche bewässert werden. Die Erschliessung gesicherter Wasserquellen wie grosse Flüsse und Seen mittels Verbundleitungen und das Erstellen neuer Verteilanlagen in Gebieten mit zunehmendem Trockenheitsrisiko erhöhen die Versorgungssicherheit. Insgesamt können diese Optionen zu einer Reduktion der Umweltbelastung und Betriebskosten beitragen.

Die Verwendung von Wasser aus leicht erneuerbaren und gewässerökologisch unbedenklichen Quellen trägt zur Reduktion von Gewässerbelastungen, insbesondere des Grundwassers, bei. Wasserentnahmen sind hierbei jedoch unbedingt der langfristig erneuerbar verfügbaren Wassermenge anzupassen. Allfällige Reduktionen derselben im Zuge des Klimawandels sind zu berücksichtigen.



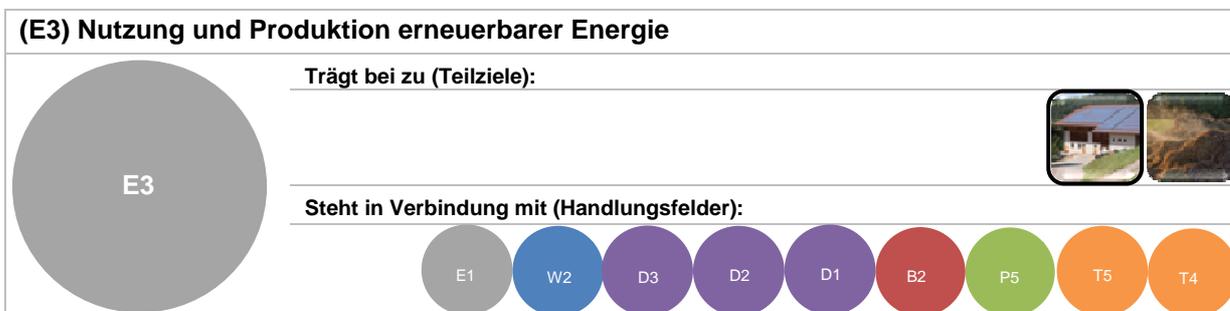
Bauliche Massnahmen, wie eine optimale Ausrichtung oder Ausführung (zwangsgelüftete Systeme, Beschattung, Wärmedämmung, intelligente Stallklimaregelung) der Ökonomiegebäude können die durch Energienutzung auftretenden Emissionen reduzieren beziehungsweise zur Anpassung an den Klimawandel beitragen. Eine Reduktion des Energiebedarfs kann durch die Nutzung von Abwärme (z.B. Wärmetauscher) erreicht werden.

Gebäude, einschliesslich Gewächshäuser, können mit organisatorischen, technischen und baulichen Massnahmen dahingehend optimiert werden, dass möglichst wenig Energie (durch Heizung und Kühlung) benötigt wird. Für Neubauten sollen hohe Standards bezüglich Energieeffizienz und Energieproduktion gelten und auch an Umbauten und Renovierungen von Gebäuden sollen Anforderungen diesbezüglich gestellt werden.



Ein effizienter Einsatz (wie z.B. energiesparende Feldbearbeitung, Reduktion der Anzahl und Distanz der Fahrten, optimale Motorenleistung und Wartung, regelmässige Prüfung des Reifendrucks) und eine optimale Auslastung (z.B. durch überbetrieblichen Einsatz) der landwirtschaftlichen Maschinen können zur Minderung des Energiebedarfs und der Treibhausgasemissionen beitragen. Es könnte sich ein Zielkonflikt bezüglich des Einsatzes zum optimalen Zeitpunkt ergeben (P4, D2). Eine Optimierung der Anlagen und des Maschinenparks bietet eine weitere Möglichkeit die Effizienz der landwirtschaftlichen Produktion zu erhöhen, wobei jedoch auch die Langfristigkeit und Kosten zu beachten sind.

Die Nutzung von alternativen Antriebsenergien (z.B. Elektrizität oder Treibstoffe aus erneuerbaren Ressourcen etc.) bietet Möglichkeiten nicht erneuerbare Energieträger zu schonen und einen Beitrag an die Minderung der Emissionen zu leisten. Diese Option ist in Anbetracht von Ökobilanzen der Produktion bei landwirtschaftlichen Maschinen zu prüfen. Eine vermehrte Nutzung von technischen Massnahmen wie der Wärmerückgewinnung (z.B. aus der Milchkühlung, Heubelüftung) kann einen weiteren Beitrag zur Minderung leisten.



Auf dem landwirtschaftlichen Betrieb bieten sich mehrere Möglichkeiten, in geeigneter Form erneuerbare Energien für die eigene und externe Versorgung zu nutzen beziehungsweise bereitstellen zu können. Möglichkeiten bestehen in der Produktion von Biogas (anaerobe Vergärung von Biomasse, wie Hofdüngern, Ernterückständen und Zwischenfrüchten sowie anderen landwirtschaftlichen und nicht landwirtschaftlichen Substraten) und Holzenergie (D1-D3, P5). Nachwachsende Rohstoffe können, wenn sie mit vergleichsweise wenig Energie erzeugt, transportiert und verarbeitet werden, zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen. Die Förderung und der Einsatz von erneuerbaren Energien sollen keine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion darstellen (siehe Biomassestrategie<sup>34</sup>), und es ist auch die Konkurrenz zu anderen Nutzungen von Biomasse wie als organische Dünger (Kompost) zu vermeiden (potenzieller Konflikt mit D3).

<sup>34</sup> BLW, BAFU, BFE & ARE, 2009. Biomassestrategie Schweiz. Strategie für die Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse in der Schweiz, Bern.

Zur Minderung der Treibhausgasemissionen trägt auch die Nutzung von erneuerbaren Energieträgern wie Sonnenenergie (thermische Solarkollektoren, Photovoltaik und Solartrocknung) in beziehungsweise auf landwirtschaftlichen Anlagen oder Windenergie bei. Eine weitere Handlungsoption besteht in der Steigerung des Energiepotenzials in der Tränkewasserversorgung und allenfalls dem Ersetzen von Stromgeneratoren durch Kleinstwasserkraftwerke (W2). Dem Bau von Kleinstwasserkraftwerken sind aufgrund von Vorbehalten aus Naturschutz- und Fischereikreisen jedoch Grenzen gesetzt. Durch eine dezentrale Energieproduktion kommt es zu einer Verkürzung der Transportwege beziehungsweise der Vermeidung von Transporten (von Brennstoffen wie Heizöl, Erdgas, Kohle), was wiederum Treibhausgasemissionen reduziert (E1).

Das nachhaltig nutzbare Potenzial zur Produktion und Nutzung erneuerbarer Energien in der Landwirtschaft soll erfasst und ausgeschöpft werden. Die Landwirtschaft soll langfristig ihren Energiebedarfs erneuerbar decken und soweit sinnvoll zur Versorgung anderer Energiebezügler mit erneuerbaren Energien beitragen. Die Ausschöpfung des Energiepotenzials in der Landwirtschaft ist auch abhängig von den Rahmenbedingungen, wie der Wirtschaftlichkeit, Förderung, Bewilligungsverfahren, und Auflagen.

## **5.2 Nachgelagerter Bereich**

Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung der Ernährungskette werden an dieser Stelle ein paar Möglichkeiten zur Reduktion von Emissionen im nachgelagerten Bereich aufgezeigt. Dieser setzt sich aus den Bereichen Verarbeitung, Handel (Lagerung, Transport), Konsum und Entsorgung zusammen. Insbesondere Optionen, welche eine Steigerung der Energie- beziehungsweise Ressourcen-Effizienz und vermehrten Einsatz an saubereren und erneuerbaren Treibstoffe zur Folge haben, tragen zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen im nachgelagerten Bereich bei<sup>35</sup>.

### **Verarbeitung**

In der Regel geht ein höherer Verarbeitungsgrad bei Lebensmitteln mit einem höheren Beitrag der Verarbeitung an den Umweltbelastungen und Treibhausgasemissionen einher. Eine energieeffiziente Verarbeitung und Logistik, sowie die Minimierung beziehungsweise Optimierung von Verpackungsmaterial können einen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen leisten. Neuartige Verarbeitungsverfahren bieten weitere Möglichkeiten Treibhausgasemissionen zu reduzieren und gehen einerseits mit Energieeinsparungen einher und können andererseits eine Senkung der Kosten zur Folge haben. Rückstände aus dem Verarbeitungsprozess können schliesslich zur Energiegewinnung genutzt werden.

### **Handel**

Der Einsatz von optimal ausgelasteten Fahrzeugen leistet im Transport einen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen und auch die Wahl des Transportmittels spielt angesichts der Treibhausgasemissionen eine entscheidende Rolle. So stellen aus Übersee eingeflogene Lebensmittel eine grosse Klimabelastung dar.

Beim Zukauf von Produkten aus dem Ausland sind die Klimaauswirkung der landwirtschaftlichen Produktion vor Ort und des Transports zu berücksichtigen. Mit einer klaren Kennzeichnung sind die Konsumenten über die Klimaauswirkungen der Produkte zu informieren.

Die Direktvermarktung von landwirtschaftlichen Produkten ist in den meisten Fällen klimafreundlicher als eine lange Verarbeitungs-, Verpackungs-, Handels- und Verkaufskette, wobei die Emissionen aus dem Transport, die in der Direktvermarktung anfallen, von den Wegen der Konsumenten und des Verkehrsmittels abhängen. Die optimale Anordnung und Wahl der Verkaufspunkte hat einen wichtigen Einfluss.

---

<sup>35</sup> Siehe auch: Garnett T., 2011. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? Food Policy (36) S. 25-32.

## Konsum

Der Verzehr von saisonalen und regionalen Produkten, der Verzicht auf Produkte, die per Flugzeug importiert wurden, eine Bevorzugung von frischen wenig verarbeiteten Lebensmitteln gegenüber Tiefkühlware und insbesondere ein hoher Anteil an pflanzlichen Produkten in der Ernährung, gelten als Faustregeln um bei Konsumentenscheiden Emissionen einzusparen. Des Weiteren tragen energiesparende Haushaltsgeräte, die Wahl klimafreundlicher Verkehrsmittel beim Einkauf nicht unwesentlich zu einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Eine klimafreundliche Ernährungsweise entspricht den Empfehlungen für eine gesunde Ernährung und kann ernährungsrelevante Gesundheitskosten vermeiden.

Einerseits üben „aufgeklärte“ Konsumentinnen und Konsumenten durch ihre Konsumpräferenzen Druck auf die Grossverteiler aus, andererseits erzielen letztere über gezielt beworbene Angebote eine Nachfrage nach klima- und tierfreundlich produzierten Produkten. Die Sensibilisierung der Konsumentinnen und Konsumenten kann beispielsweise durch eine Kennzeichnung der Umweltbelastung und Herkunft auf Produkten, durch Labels für klimafreundliche Produktion oder durch das Aufzeigen von Alternativen (über Kochbücher und Menuvorschläge, klimafreundliche Speisepläne in Kantinen und Restaurants etc.) unterstützt werden. Grossverteiler ihrerseits können beim Einkauf von Produkten das Kriterium der klimafreundlichen Produktion einbeziehen und das Angebot beispielsweise konsequent auf Saisonalität und Regionalität ausrichten.

## Entsorgung

Das Vermeiden von Lebensmittelabfällen auf Stufe Verteiler, Restauration und Konsumenten trägt entscheidend zur Emissionsreduktion bei. Ansätze bieten eine bessere Koordination und verstärkte Beziehungen zwischen Produzenten, Verteilern und Konsumenten, freiwillige Abkommen sowie Sensibilisierungskampagnen. Auch durch die Nutzung von Lebensmittelresten zur Energiegewinnung können Emissionen reduziert werden. Abfälle sind entlang der ganzen Ernährungskette zu vermeiden.

### 5.3 Zusammenfassende Bewertung und Synthese

Die beschriebenen Handlungsfelder zeigen ein komplexes Gefüge verschiedener Zusammenhänge zwischen den Teilzielen, den Handlungsfeldern und deren Optionen. In der folgenden Matrix (Abbildung 11) werden die Verknüpfungen der Handlungsfelder (links) mit den Teilzeilen (oben) aufgezeigt. Die Kreuze zeigen an, dass ein Handlungsfeld einen Beitrag zur Erreichung eines Teilziels leisten kann. Dicke Kreuze weisen auf einen grossen Beitrag hin.

Es fällt auf, dass jedes Teilziel von mehreren Handlungsfeldern unterstützt wird. Die zwei bis drei wichtigsten Handlungsfelder je Teilziel sind hervorgehoben. Aus der Perspektive der Handlungsfelder gibt es meistens mehr als ein Teilziel, zu dem ein Beitrag geleistet wird. Es sind jedoch Unterschiede vorhanden: Das Handlungsfeld Prognosen bringt für viele Teilziele einen gewissen Nutzen. Hingegen haben Handlungsfelder wie Hofdüngerlagerung, Düngerausbringung und -einsatz oder erneuerbare Energien nur mit wenigen Teilzielen Interaktionen. Allerdings sind die Beiträge dort, wo es Zusammenhänge gibt, zentral. Daraus eine Priorisierung abzulesen ist schwierig. Gemessen an der Anzahl Kreuze sind die Handlungsfelder Tiermanagement, Anbausysteme, Nutzungsänderung, Raumorganisation und Absicherung bedeutsam. Es bleibt anzumerken, dass die Handlungsfelder auf die Landwirtschaft fokussiert sind, und der nachgelagerte Bereich im Anschluss zusammengefasst dargestellt.

Die beschriebenen Handlungsfelder wurden nach den Kriterien Minderungspotenzial, Beitrag zur Anpassung, Nebeneffekten und Aufwand bewertet. Dabei konnten die Handlungsfelder zu den Kriterien Minderungspotenzial, Beitrag zur Anpassung und Nebeneffekt mit den Ausprägungen stark positiv bis stark negativ und bezüglich Aufwand mit hoch bis null bewertet werden. Die Handlungsfelder, welche diesbezüglich am besten abschnitten – das heisst mit dem grössten Minderungspotenzial, der grössten Anpassungswirkung, den positivsten Nebeneffekten und dem geringsten Aufwand bewertet wurden – werden im rechten Teil der Abbildung 11 wiederum durch

Kreuze hervorgehoben, wobei die dicken Kreuze auf die Handlungsfelder mit den besten Resultaten hinweisen.

Handlungsfelder ▼	Teilziele und Bewertungskriterien ►										Minderungspotenzial	Anpassungswirkung	Nebeneffekte	Aufwand	
	Tierproduktion	Düngermanagement	Bodenbewirtschaftung	Energienutzung	Energieproduktion	Standorteignung	Starkniederschläge	Trockenheit	Hitzestress	Schadorganismen					Preisvolatilitäten
<b>T1 Tierzucht</b>	x					x			<b>X</b>	x		x			
<b>T2 Herdenmanagement</b>	<b>X</b>	x				<b>X</b>			x	<b>X</b>		x		x	
<b>T3 Futterzusammensetzung</b>	<b>X</b>	x				x			x			<b>X</b>		x	
<b>T4 Weidehaltung</b>	x	x				x	x		x				x	<b>X</b>	
<b>T5 Tierhaltungsanlagen</b>	x	x		x					<b>X</b>			x	x		
<b>T6 Tiergesundheit</b>	<b>X</b>								x	<b>X</b>					
<b>P1 Pflanzenzucht</b>						x		x	<b>X</b>	x		x	<b>X</b>	x	
<b>P2 Anbausysteme</b>		x	x			x	x	x		<b>X</b>		x	<b>X</b>	x	x
<b>P3 Schadorganismen-Regulierung</b>										<b>X</b>			<b>X</b>		
<b>P4 Bodenbearbeitung</b>		x	<b>X</b>	x		x	<b>X</b>	<b>X</b>				x	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>P5 Nutzungsänderung</b>			x		x	<b>X</b>	<b>X</b>		x	x		x			
<b>B1 Diversifizierung</b>					x	x					x	<b>X</b>			
<b>B2 Raumorganisation</b>		x	<b>X</b>	x		<b>X</b>	x	x					x	<b>X</b>	
<b>B3 Prognosen</b>							x	x		x	x		x	x	x
<b>B4 Absicherung</b>						x	x	x		x	<b>X</b>		x		<b>X</b>
<b>D1 Hofdüngerlagerung</b>		<b>X</b>		x									x		x
<b>D2 Düngerausbringung</b>		<b>X</b>	x				<b>X</b>						<b>X</b>		x
<b>D3 Düngereinsatz</b>		<b>X</b>	x										x		<b>X</b>
<b>W1 Wasserangebotsbewirtschaftung</b>						x		x					x		
<b>W2 Wasserspeicherung</b>				x			x	<b>X</b>					<b>X</b>		
<b>W3 Wasserverteilung</b>						x		<b>X</b>	x				<b>X</b>	x	
<b>E1 Energie Gebäude</b>	x			<b>X</b>					x				<b>X</b>		
<b>E2 Energie Maschinen</b>			<b>X</b>	<b>X</b>									<b>X</b>		<b>X</b>
<b>E3 Erneuerbare Energien</b>		x			<b>X</b>								<b>X</b>		

Abbildung 11: Beiträge der Handlungsfelder zu den Teilzielen und angesichts der Bewertungskriterien Minderungspotenzial, Beitrag zur Anpassung, Nebeneffekte und Aufwand.

Das grösste Minderungspotenzial wurde den Handlungsfeldern der Energie zugeschrieben, obwohl die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen aus diesen Handlungsfeldern im Vergleich gering sind. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass Massnahmen in diesem Bereich relativ bekannt sind, während bei Handlungsoptionen zur Eindämmung von Methan- und Lachgasemissionen grössere Unsicherheiten bestehen. Ein grosses Minderungspotenzial wurde auch dem Handlungsfeld Futterzusammensetzung zugesprochen. Bekanntermassen entsteht ein grosser Teil der Emissionen in der Verdauung der Wiederkäuer, wie hoch das Minderungspotenzial tatsächlich ist, wird derzeit wissenschaftlich erforscht. Neben weiteren Handlungsfeldern der Tierhaltung (Tierhaltungsanlagen, Herdenmanagement, Tierzucht) wurde auch das Minderungspotenzial der Handlungsfelder des Pflanzenbaus und des Düngermanagements (insbesondere Ausbringung) als sehr gut eingestuft. Das grosse Minderungspotenzial des nachgelagerten Bereichs wurde in der Bewertung immer wieder betont.

Die Bewertung des Kriteriums Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel fiel homogener aus. Die

grösste Anpassungswirkung Klimawandel wurde in der Bewertung den Handlungsfeldern des Pflanzenbaus, der Wasserwirtschaft, sowie Betrieb und Planung zugeschrieben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in der Tierhaltung von der Futterzusammensetzung über das Tiermanagement, Tierhaltungsanlagen und Hofdüngerstrategien anzusetzen ist. Im Pflanzenbau sind vielfältige, robuste Anbausysteme im Zusammenhang mit einer bodenschonenden und die Bodenfruchtbarkeit erhöhenden Bewirtschaftung zentral. Bezüglich der Düngung ist an vielen kleinen Hebeln entlang des kompletten Nährstoffkreislaufs anzusetzen. Das Thema Bewässerung ist ganzheitlich anzugehen mit dem Ziel einer räumlichen und zeitlichen Abstimmung von Bedarf und Angebot. Raumorganisation und Nutzungsänderung sind übergreifend und deshalb von besonderer Bedeutung. Anstrengungen bezüglich Tier- und Pflanzenzucht, Prognosen etc. wirken unterstützend. Schliesslich spielen der nachgelagerte Bereich und insbesondere der Konsum eine entscheidende Rolle bezüglich Minderung der Treibhausgasemissionen und sollte mit den jeweiligen Handlungsfeldern abgestimmt werden.

Viele der genannten Handlungsfelder und -optionen weisen aus gesamtgesellschaftlicher Sicht eine hohe Zielkongruenz zur nachhaltigen Ressourcennutzung (z.B. Boden- und Gewässerschutz, Luftreinhaltung) und Resilienz (z.B. vorbeugender Hochwasserschutz, Biodiversität) auf. In einigen Fällen erhöhen sie auch die Produktivität und Profitabilität. Bei der Einhaltung der guten fachlichen Praxis, zu der auch ein effizienter Einsatz von Betriebsmitteln gehört, fallen in der Regel auch die vergleichsweise geringsten Emissionen an.

Solange gesicherte Daten zum Minderungspotenzial und konkrete Kosten-Nutzen-Analysen für die einzelnen Massnahmen fehlen oder aufgrund fehlender Planungsdaten für die fernere Zukunft nicht erstellt werden können, haben zunächst Optionen mit vielen Mehrfachnutzen oder kostenneutrale beziehungsweise kostengünstige Massnahmen, die praktikabel und wirksam sind, Priorität.

In der Auswertung des Kriteriums Nebeneffekte konnte anhand der Ausprägung zwischen positiven und negativen Effekten unterschieden werden. Als Handlungsfelder mit vorwiegend positiven Nebeneffekten wurden das Handlungsfeld Düngerausbringung, die Handlungsfelder des Pflanzenbaus (insbesondere Bodenbearbeitung, Schädlingsregulierung und Anbausysteme), der Energie (Energie Maschinen, Energie Gebäude), sowie das Handlungsfeld Raumorganisation genannt. Negative Nebeneffekte wurden den Handlungsfeldern der Wasserwirtschaft (Wasserspeicherung und Wasserangebotsbewirtschaftung), den Handlungsfeldern Absicherung und Futterzusammensetzung zugeschrieben.

Zwischen den verschiedenen Handlungsfeldern oder zwischen Minderung der Treibhausgasemissionen und Anpassung an den Klimawandel können Konflikte entstehen. Der Umgang mit Zielkonflikten erfordert gewisse Sensibilitäten und die Entwicklung von Alternativen, wie diese Beispiele zeigen:

- Den gegebenenfalls durch den Klimawandel zunehmenden Pflanzenschutzproblemen sollte vorrangig durch Verfahren des integrierten Pflanzenschutzes (z.B. vielfältigere Fruchtfolgen, Förderung von Nützlingen) sowie technologische Weiterentwicklungen wie z.B. „Precision Farming“ (z.B. teilschlagspezifische Herbizidanwendung<sup>36</sup>) begegnet werden.
- Einer energieintensiven Kühlung ist eine Optimierung in Richtung emissionsarmer und gleichzeitig energiesparender Stallkonzepte vorzuziehen.
- In der Bewässerung können durch genaue Steuerung und Wasser sparende Verfahren negative Umweltauswirkungen vermieden und eine hohe Effizienz der Wassernutzung gewährleistet werden. Eine auf den nachhaltigen Schutz des Landschaftswasserhaushaltes (ökologische Mindestabflüsse, Grundwasserneubildung) abgestimmte wasserrechtliche Genehmigung muss dem auch Rechnung tragen. Bewässerungsmassnahmen sollten

---

<sup>36</sup> Für die teilschlagspezifische Unkrautbekämpfung werden Pflanzenschutzspritzen mit variabler Dosierung und für den selektiven Einsatz von Herbiziden benötigt.

grundsätzlich auf bestimmte Kulturen beschränkt werden. Im Vordergrund stehen die Verbesserungen der Wasserrückhalte- und -speicherfähigkeit des Bodens.

Das Kriterium Aufwand beinhaltet Zeitaspekte, rechtlicher Rahmen, ökonomische Aspekte sowie Wissenstand/Praxisreife. Die Bewertung zeigt, dass die Umsetzung aller Handlungsfelder mit gewissem Aufwand verbunden ist. Als Handlungsfelder mit dem geringsten Aufwand wurden Weidehaltung, Düngereinsatz, Energie Maschinen und Absicherung bewertet. Der grösste Aufwand wurde bei den Handlungsfeldern der Wasserwirtschaft (insbesondere Wasserverteilung, Wasserspeicherung) der Tierhaltung (Tierhaltungsanlagen, Tierzucht und Tiergesundheit), des Pflanzenbaus (Nutzungsänderung, Schädlingsregulierung), sowie bei den Handlungsfelder Erneuerbare Energien, Energie Gebäude und Raumorganisation, ausgemacht. Das Vorhandensein von Mehrfachnutzen verbessert die Kostenwirksamkeit von Handlungsoptionen. Dennoch fallen bei der Umsetzung relevante Kosten an. Durch geeignete Strategien sollen diese gesenkt werden: Überwälzung auf den Markt, Erlös aus Zertifikaten von Klimaschutzprojekten, Gerätepools über Betriebsgemeinschaften oder Maschinenringe, etc.

Je nach betrieblicher Situation eignen sich unterschiedliche Optionen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel. Gleichzeitig eignen sich viele Optionen unterschiedlich gut. Diesem Umstand ist bei der Umsetzung Rechnung zu tragen. Instrumente, welche sich für die Beurteilung des Handlungsbedarfes eignen, sind beispielsweise Zielvereinbarungen zwischen Organisationen beziehungsweise Detailhandel und Betrieben, basierend auf Fallbeurteilungen („Klima-Check für Betriebe“) oder Punktesysteme verbunden mit einem Massnahmenkatalog (z.B. Punktesysteme IP-SUISSE).

Handlungsbedarf besteht insbesondere beim Ausbau der wissenschaftlichen Grundlagen über Zusammenhänge und Wirkungen, bei der Erfassung und Bilanzierung von klimarelevanten Emissionen (aus der Landwirtschaft und dem nachgelagerten Bereich), sowie von Stoff- und Energieflüssen und beim Erarbeiten von Anforderungen und der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Handlungsfelder und der Anwendung und Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Weiter sind aussagekräftige Emissionsdaten zur Ableitung von Emissionsfaktoren sowie praxistaugliche Minderungsmaßnahmen nötig. Insbesondere bei Handlungsfeldern mit langfristigen Handlungszeiträumen besteht eine hohe Dringlichkeit und ist frühzeitiges vorausschauendes Handeln erforderlich.

## 6 Folgerungen

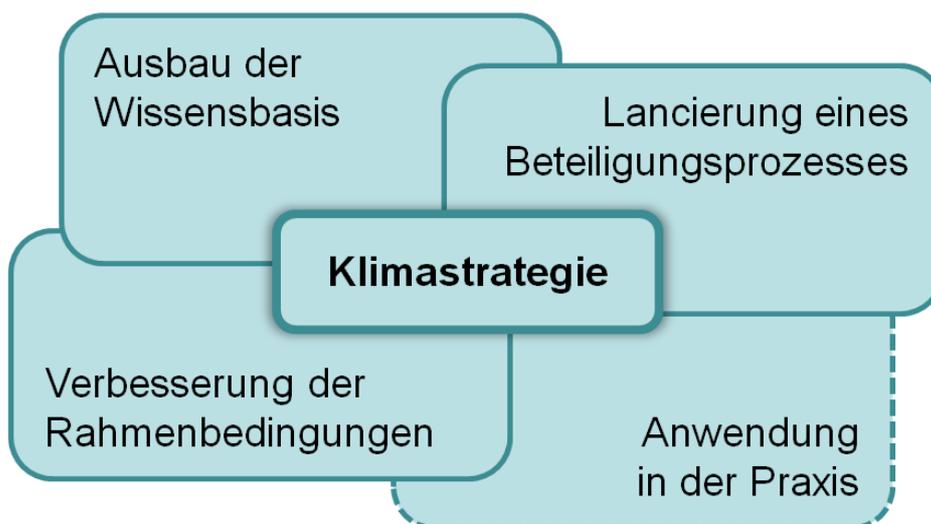
Vision und Ziele (Kapitel 4) geben die Richtung und die Schwerpunkte vor. Die Handlungsfelder (Kapitel 5) geben einen Überblick über die Möglichkeiten zur Minderung der Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an den Klimawandel. In diesem Kapitel geht es darum, die Rollen und Bedürfnisse der verschiedenen Akteure anzusprechen, den Handlungsbedarf zu umreißen und die Folgearbeiten anzustossen.

Landwirtschaftsbetriebe sind je nach Standort und betrieblichen Voraussetzungen unterschiedlich betroffen vom Klimawandel. Auch das Potenzial zur Reduktion von Treibhausgasemissionen variiert von Betrieb zu Betrieb. Angesichts der schleichenden Veränderungen und der komplexen Zusammenhänge ist es für Landwirtinnen und Landwirte eine sehr anspruchsvolle Aufgabe, die richtigen Entscheide zu treffen und frühzeitig für die Anpassung günstige und die Emissionen mindernde Massnahmen auf dem Betrieb umzusetzen. Teilweise bestehen auch hohe Einstiegshürden, oder Nutzen und Kosten sind zu wenig bekannt.

Die Landwirte bedürfen der Unterstützung weiterer Partner. Die wichtigsten sind: Forschung und Beratung, private Akteure entlang der Nahrungsmittelkette oder mit Bezug zur Landwirtschaft (Züchtung, Landtechnik, chemische Industrie, Versicherungen, Verarbeiter, Grossverteiler etc.), Politik und Verwaltung, sowie Konsumentinnen und Konsumenten.

Der Handlungsbedarf konzentriert sich – in Anlehnung an die Grundsätze (Vergleiche Kapitel 3) und über alle Teilziele und Handlungsfelder hinweg – auf die folgenden Vertiefungsbereiche (Abbildung 12):

- Ausbauen der Wissensbasis (Grundsätze 4 und 5);
- Verbessern der rechtlichen Rahmenbedingungen (Grundsätze 1 und 2);
- Lancieren des Beteiligungsprozesses (Grundsatz 3);
- Anwendung in der Praxis.



**Abbildung 12:** Vertiefungsbereiche aus der Klimastrategie

Die vier Vertiefungsbereiche überschneiden sich. Je nach Handlungsfeld und -option liegt der Schwerpunkt der Vertiefung anders. Dies ist darauf zurück zu führen, dass die Hürden für die Umsetzung verschieden angesiedelt sein können (siehe oben). Eine ausreichende Wissensbasis und günstige Rahmenbedingungen sind häufig die Grundvoraussetzungen. Der Beteiligungsprozess ist der Motor, welcher die Informationen und Akteure zusammenbringt und so die Anwendung in der

Praxis vorantreibt. Über alle Bereiche hinweg ist zentral, dass die Akteure Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel als Ziele aufnehmen beziehungsweise ihnen eine höhere Priorität einräumen und ihre Aktivitäten danach ausrichten.

### **Ausbauen der Wissensbasis:**

Die wissenschaftlichen Grundlagen zur gezielten Minderung und Anpassung, sowie die Beobachtung und das Monitoring zu den Entwicklungen von Oberziel und Teilzielen sind permanent zu verbessern (siehe Grundsätze 4 und 5).

Die Wirksamkeit von Handlungsoptionen ist einzeln und in Kombination abzuschätzen und anschliessend der prioritäre Massnahmenmix zur Erreichung der Zielvorgabe zu bestimmen. Forschungsthemen sollen gesamtheitlich und interdisziplinär angegangen werden. Die Zusammenarbeit verschiedener Forschungsinstitutionen soll gefördert werden. Es sollen auch ökonomische und sozialwissenschaftliche Aspekte einfließen. Der Vergleich verschiedener Ergebnisse (Metaanalyse), sowie die umfassende Analyse der Wirkungen mehrerer unterschiedlicher Managementoptionen gewinnen an Bedeutung. In diesem Vertiefungsbereich ist insbesondere die landwirtschaftliche Forschung und Beratung gefragt. Relevante Aspekte sind:

- **Treibhausgas-Bilanzierung:** Die Treibhausgasemissionen aus der Schweizer Landwirtschaft sind umfassend und realitätsnah zu bilanzieren. Das nationale Inventar ist einerseits um die Emissionen aus den wichtigsten Vorleistungen (Dünger- und Importfuttermittel) zu erweitern und die insgesamt mit der Verarbeitung und dem Konsum landwirtschaftlicher Güter anfallenden Emissionen (inklusive Transporte, In- und Ausland) sollen jährlich bilanziert werden. Dazu sind Aktivitätsdaten der vor- und nachgelagerten Bereiche aus entsprechenden Statistiken zusammenzutragen, darzustellen und mit Emissionsfaktoren aus Ökobilanzdatenbanken zu verrechnen. Darüber hinaus soll das Inventar durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Verbesserungen der Datengrundlage aktualisiert werden. Insbesondere die Emissionen beziehungsweise die Klimaschutzleistungen der Tierproduktion (insbesondere Fütterung), des Düngermanagements, der Landnutzung sowie des Bedarfs und der Produktion von Energie sind besser auszuweisen;
- **Beobachtung der Auswirkungen des Klimawandels und der Anpassung der Landwirtschaft:** Die Ergebnisse von Klimamodellen sind mit verbesserter Datenbasis hinsichtlich der Auswirkungen auf die Landwirtschaft (insbesondere bezüglich der Erträge) räumlich aufgelöst zu interpretieren. Für die Teilziele mit dem Fokus Anpassung an den Klimawandel sind geeignete Indikatoren abzuleiten und zu erheben, welche die spezifischen Auswirkungen und den Fortschritt bei den ergriffenen Anpassungsmassnahmen aufzeigen können;
- **Bodeninformationen:** Der Boden hat sowohl bezüglich Klimaschutz als auch bezüglich Anpassung an die Klimawandel eine herausragende Bedeutung. Flächenhafte Bodeninformation sind deshalb auszubauen und relevante Bodenfunktionen wie Puffer-, Speicher- und Filterfunktion, Kohlenstoffspeicher etc. zu modellieren. Bodenkarten dienen als wichtige Entscheidungsgrundlagen;
- **Entwicklung von Lösungsansätzen:** Klimafreundliche Massnahmen und Technologien sowie Anpassungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft sind zu entwickeln und unter anderem betriebswirtschaftlich zu bewerten. Ihre Wirkung ist zu quantifizieren beziehungsweise die Umsetzung auf Beispielbetrieben zu begleiten;
- **Erarbeitung von Entscheidungshilfen:** Die gute fachliche Praxis ist vor dem Hintergrund Klima weiterzuentwickeln. Breit einsetzbare Entscheidungshilfen (Analyse-, Vorhersage- und Frühwarnsysteme) mit operativem Bezug zur Ableitung von konkreten Bewirtschaftungsentscheidungen sind zu entwickeln (z.B. Klima-Check auf Betrieben, Klimateignungsbewertung, Schadorganismen-Frühwarnsystem).

## **Verbessern der Rahmenbedingungen:**

Um die Ziele der Klimastrategie zu erreichen sind fördernde Rahmenbedingungen für eine frühzeitige und effiziente Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel und eine effektive Minderung der Treibhausgasemissionen zu schaffen (Grundsätze 1 und 2).

Massnahmen mit langer Vorlaufzeit sind rechtzeitig einzuleiten, und insbesondere bei Entscheiden mit langer Wirkung und hohen Investitionen sind klimafreundliche und robuste Alternativen zu wählen und es ist auf einen vorbeugenden Ressourcenschutz zu achten. Unterstützende Mechanismen und Hilfsmittel sind zu etablieren und Kapazitäten aufzubauen. Politik und Verwaltung kommt im Hinblick auf die Weiterentwicklung der Agrarpolitik wie auch bezüglich der Abstimmung mit weiteren relevanten Politikbereichen die Rolle zu, rechtzeitig die erforderlichen Weichenstellungen vorzunehmen.

- Ressourcen für die Forschung: Die Kapazitäten für lösungsorientierte Forschung sind auszubauen. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sollen in den Leistungsvereinbarungen Forschung angemessen berücksichtigt werden. Die Bedürfnisse sind zusammenzutragen, und gemeinsam zu konkretisieren. Bei Bedarf sind weitere Studien/Projekte zu finanzieren;
- Ressourcen für die Beratung: Die Kapazitäten für themenbezogene Beratung sind auszubauen. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind in die Aus- und Weiterbildung von Landwirten und in den Leistungsauftrag Beratung aufzunehmen bzw. es sollen Mandate an Akteure mit entsprechendem Know-how vergeben werden;
- Rahmenbedingungen allgemein: Die Entwicklungen in relevanten internationalen und nationalen Gremien und Politiken sind aktiv zu verfolgen. Es sind gute Voraussetzungen für die Landwirtschaft bei der Reduktion ihrer Emissionen und für die Anpassung an den Klimawandel zu schaffen (Beispiele: Klimapolitik, Energieförderprogramme, Wirtschafts- und Handelspolitik, Anpassungsstrategie, Raumplanung, Gewässerschutz, Vergabe von Wassernutzungsrechten, Biodiversitätsförderung, Forschungszusammenarbeit). Das Thema Ernährung ist umfassend und partnerschaftlich weiterzuverfolgen mit dem Ziel, die Rahmenbedingungen für einen verantwortungsbewussten Konsum zu definieren;
- Rahmenbedingungen Agrarpolitik: Die Instrumente der Agrarpolitik sind progressiv weiterzuentwickeln. Die Klimastrategie Landwirtschaft ist zu berücksichtigen beziehungsweise die Entwicklung bezüglich der in der Klimastrategie formulierten Ziele ist fördernd zu beeinflussen. (Beispiele: Direktzahlungen wie z.B. Ressourceneffizienzbeiträge, Produktionssystembeiträge, bodenschonende Bewirtschaftung im ökologischen Leistungsnachweis, Überprüfung Suisse-Bilanz; Strukturverbesserungen wie z.B. Kriterien für die Unterstützung von Bewässerungsprojekten, Gesamtmeliorationen oder Investitionshilfen für Stallbauten; Absatzförderung.)

## **Lancieren eines Beteiligungsprozesses:**

Die Akteure entlang der Lebensmittelkette und des landwirtschaftlichen Wissenssystems sind zu vernetzen, zu sensibilisieren und zu befähigen (Grundsatz 3).

Hier geht es um Informations- und Kommunikationsaktivitäten, das Zusammenbringen von Partnern und den Austausch. Ziele des Beteiligungsprozesses sind insbesondere das In-Gang-setzen der Umsetzung der Klimastrategie und das Erkennen von Hindernissen sowie das Suchen möglicher Lösungen. Akteure sind hier vor allem auch die Branche. Die Zusammenarbeit mit Kantonen, regionalen Netzwerken, Maschinenringen, Verarbeitern, Detailhandel, Produzenten- und Konsumentenorganisationen ist anzustreben.

- Es sind jährliche Informations- und Vernetzungs-Tagungen auf nationaler und regionaler Ebene durchzuführen beziehungsweise bestehende Veranstaltungen als Plattform zu

gebrauchen. Inhalte sollen sein: Vorstellung von Rahmenbedingungen und Förderinstrumenten, Forschungsergebnissen, Umsetzungsprojekten, neuen Dienstleistungen;

- Eine Informations- und Austausch-Plattform ist aufzubauen mit den Möglichkeiten
  - der Verbreitung von wissenschaftlichen Erkenntnissen,
  - des Vorstellens von möglichen Lösungsansätzen inklusive Wirkungen und Vorteilen,
  - des Bekanntmachens von Beispielen der guten fachlichen Praxis,
  - für die Bereitstellen von Entscheidungshilfsmitteln (z.B. Kosten/Nutzen-Berechnungen) und Anleitungen,
  - auf Förderinstrumente hinzuweisen, die Umsetzung beziehungsweise Realisierung von einzelnen Massnahmen zu unterstützen und zu begleiten,
  - Partner zu vermitteln,
  - Hinweise auf Veranstaltungen und Aus-/Weiterbildungsangebote anzubringen;
- Lösungsansätze sind unter Einbezug der Akteure und weiterer Partner im Rahmen bestehender und allenfalls neuer Programme und Instrumente (Ressourcenprojekt, Projekte zur regionalen Entwicklung, Klimaschutzprojekte etc.) umzusetzen. Es ist nach Möglichkeiten zu suchen, Kosten zu senken (z.B. Überwälzung auf den Markt durch Zertifizierung oder Punktesystem).

#### **Anwendung in der Praxis:**

Hier geht es um die konkrete Umsetzung von Lösungsansätzen. Es handelt sich um das Resultat aus den oberen drei Vertiefungsbereichen und stellt einen iterativen Prozess dar.

Die Akteure der Branche informieren sich, tauschen Ideen und Erfahrungen aus, bilden sich weiter. Sie starten gemeinsame Projekte und entwickeln innovative Technologien und Konzepte. Sie stellen den Landwirtinnen und Landwirten nützliche und effektive Produkte und Dienstleistungen rechtzeitig bereit. Diese nutzen das Angebot und die Instrumente optimal. Die Wirkung wird evaluiert. Basierend darauf wird das Angebot verbessert und das Instrumentarium präzisiert oder erweitert.

## 7 Ausblick

Die Klimastrategie Landwirtschaft wirft eine Gesamtsicht auf die Beziehungen zwischen Klima und Landwirtschaft. Sie legt Grundsätze fest und setzt Ziele. Sie beschreibt mögliche Handlungsfelder zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel und skizziert den Rahmen der weiteren Arbeiten zur Konkretisierung und Umsetzung. Das Thema ist breit und komplex. Entsprechend ist auf verschiedenen Ebenen noch viel zu tun.

Die betroffenen Akteure sind eingeladen, sich zu beteiligen und ihren Beitrag zu leisten. Das BLW initiiert, prüft, unterstützt und begleitet Projekte und Aktivitäten zur Thematik. Aus diesem Prozess heraus sollen konkrete Umsetzungsschritte Richtung Oberziel und Teilziele in die Wege geleitet werden.

In der Periode 2014 bis 2017 findet die 1. Etappe der Umsetzung der Strategie „Land- und Ernährungswirtschaft 2025“ statt. Die Vorschläge des Bundesrates zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik 2014 bis 2017 befinden sich zum Zeitpunkt der Publikation der Klimastrategie in der Vernehmlassung. Kernelement darin ist die Weiterentwicklung des Direktzahlungssystems für eine besser fokussierte Zielausrichtung. Daraus sind auch Verbesserungen bezüglich der in der Klimastrategie formulierten Ziele zu erwarten. Von Bedeutung sind insbesondere die Weiterführung des Ressourcenprogramms und die Einführung von Ressourceneffizienzbeiträgen. Daneben sind Massnahmen zugunsten des Kulturlandschutzes, die Erleichterung von Pachtlandarrondierungen, eine Überprüfung der Suisse-Bilanz sowie die Schaffung der Möglichkeit zur Deklaration umweltfreundlicher Produkte im Sinne der Klimastrategie.

Die Wirkungen der Instrumente der Agrarpolitik 2014-2017 wie auch die Folgearbeiten aus der Klimastrategie, insbesondere der damit angestossenen Projekte, werden evaluiert. Es wird regelmässig Bericht erstattet über den Fortschritt bei der Zielerreichung. Die gewonnenen Erkenntnisse fliessen in eine nächste Etappe der Agrarpolitik ein.